



Inventaire des pressions anthropiques et analyse  
de leurs impacts sur les milieux aquatiques

Lac des Rousses (39)

Rapport et propositions d'action

Jean-Baptiste Fagot  
Fédération du Jura pour la Pêche  
et la Protection des Milieux Aquatiques

Version finale  
8 mars 2018

---

## Remerciements

### **Fédération du Jura pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique**

Nadège Pommier  
Mehdi El Bettah  
Quentin Leyval  
Philippe Mougin  
Stéphane Pizzetti  
Valéry Recouvreux  
Serge Regad  
Jean-Baptiste Fagot (rédacteur et rapporteur)

### **Bureau d'études Téléos et partenaires**

Timothy Alexander  
Hervé Décourcière  
François Degiorgi  
Jonathan Paris  
Guy Périat  
Daniel Schlunke  
Pascal Vonlanthen

### **AFB**

Anne-Laure Garnier-Borderelle  
Laëtitia Munch  
Manuel Barbier  
Philippe Chanteloube  
Pascal Compagnat  
Guy Durand

Jean-Louis Garot  
Éric Moreau  
Jean-Claude Raymond  
Bernard Vignon  
Emmanuel Vilquin

### **Conseil Départemental du Jura**

Laura Équenot  
Claire Renaud  
Jérémie Catteau

### **Agence de l'eau RMC**

Valérie Paul  
Sébastien Canault

### **PNR du Haut-Jura**

Pierre Durllet

### **Agence Régionale de Santé**

Linda Nourry  
Laëtitia Persello  
Franck Kron

### **Bénévoles**

Jean-Paul Vergon  
Les bénévoles de l'AAPPMA  
« Société de Pêche du Haut-Jura »



Le lac des Rousses est un lac naturel du département du Jura. L'objectif de ce travail est de mettre à jour les connaissances relatives à la physico-chimie, aux habitats et à la faune piscicole de ce plan d'eau, de ses afférences et de l'Orbe, afin d'aboutir à des propositions d'actions et de gestion.

Les différentes opérations de suivi réalisées au cours des années 2014-2015 ont permis de mettre en évidence certains éléments :

- une composition du peuplement piscicole suivant celle des précédents échantillonnages, avec le progression d'espèces peu exigeantes et une tendance à la dégradation ;
- un certain nombre de contaminations chimiques par des molécules toxiques et des nutriments, dont les origines sont probablement multiples (assainissement en partie dysfonctionnel, pratiques agricoles, etc.) ;
- une dégradation physique des afférences et une rupture du continuum Orbe-lac-affluents par la présence d'ouvrages infranchissables, entraînant un abaissement très probable des lignes d'eau en période d'étiage ;
- cette dégradation du fonctionnement hydrologique tend à réduire très fortement la diversité et l'attrait des habitats pour la biodiversité dans son ensemble, et pour la faune piscicole en particulier ;
- elle entraîne également un effet d'apport de matières organiques et de nutriments vers le fond du lac suite à la minéralisation et à un effet de drainage par abaissement de la nappe de la tourbière associée.

Afin de restaurer le fonctionnement écologique de cet ensemble de milieux naturels (lac, tourbière, cours d'eau), il apparaît indispensable :

- d'engager un ambitieux programme de travaux de reconquête. Cette démarche doit passer par un éventail d'opérations complémentaires telles que l'optimisation du fonctionnement du réseau d'assainissement, la restauration physique de cours d'eau, l'évolution de certaines pratiques agricoles et/ou d'aménagements de l'espace ;
- d'accompagner ces travaux par la mise en œuvre et/ou par la poursuite de mesures d'acquisition de connaissance, de suivi et de gestion concertée, afin de pouvoir en contrôler l'efficacité et les éventuelles limitations.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Résumé</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Contexte et objectifs</b>	<b>7</b>
2.1	Contexte . . . . .	7
2.2	Objectifs . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Principales observations</b>	<b>9</b>
3.1	Peuplements piscicoles . . . . .	9
3.1.1	Méthodes d'investigation . . . . .	9
3.1.2	Évolution historique . . . . .	15
3.1.3	Répartition . . . . .	19
3.1.4	Afférences . . . . .	21
3.2	Peuplements macrobenthiques . . . . .	22
3.2.1	Méthodes d'investigation . . . . .	22
3.2.2	Résultats . . . . .	22
3.3	Étude des milieux . . . . .	24
3.3.1	Morphologie des afférences . . . . .	24
3.3.2	Cartographie de l'espace lacustre . . . . .	29
3.3.3	Variations du niveau du lac . . . . .	32
3.3.4	Physico-chimie des eaux . . . . .	37
<b>4</b>	<b>États des lieux</b>	<b>46</b>
<b>5</b>	<b>Propositions d'action</b>	<b>49</b>
5.1	Aménagement . . . . .	49
5.2	Usages sur le bassin versant . . . . .	50
5.3	Gestion . . . . .	51
5.4	Suivi . . . . .	52
5.5	Connaissance . . . . .	52
5.6	Synthèse . . . . .	54
<b>6</b>	<b>Conclusion</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>57</b>

<b>8 Annexes</b>	<b>67</b>
.1 Répartition qualitative et quantitative des espèces piscicoles en fonction de la biotypologie . . . . .	67
.2 Résultats bruts des effectifs et des biomasses capturés . . . . .	69
.3 Macroinvertébrés . . . . .	71
.4 Physico-chimie . . . . .	74
.5 Informations techniques . . . . .	98

## Contexte et objectifs

### 2.1 Contexte

Selon le code de l'environnement, les Structures Associatives de pêche de loisir (SAPL) sont chargées de mettre en place un plan de gestion pour les eaux dont elles ont la charge en contrepartie du droit de pêche. L'objectif est d'assurer une gestion durable de l'exploitation des milieux aquatiques, afin notamment de préserver leur biodiversité, conformément aux directives européennes et à la législation nationale en la matière (*Directive 2000/60/CE Du Parlement Européen et Du Conseil Du 23 Octobre 2000 Établissant Un Cadre Pour Une Politique Communautaire Dans Le Domaine de l'eau 2003 - Loi 2006-1772 Du 30 Décembre 2006 Sur l'eau et Les Milieux Aquatiques 2006*).

Pour ce faire, une connaissance approfondie de l'état de conservation du patrimoine aquatique est indispensable. Il convient en effet de séparer les secteurs non perturbés, pour lesquels une conservation s'impose, des zones dégradées à restaurer.

Pour les eaux courantes, de nombreux outils administratifs parallèles (Contrats de rivière, Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), programme européens Natura2000 / L'Instrument Financier pour l'Environnement (LIFE), etc.) contribuent à atteindre ces objectifs. Les exemples régionaux sont légions, ce qui réjouit nos fédérations locales : contrats de rivière Ognon, Dessoubre, Orain, Seille, Projet LIFE « Tourbières du Massif du Jura », ou encore « Ruisseaux de tête de bassin et faune patrimoniale associée ».

En revanche, alors que leur intérêt halieutique est hautement prisé, force est de constater que les plans d'eau restent plus que jamais le parent pauvre de la politique régionale en matière de protection de l'environnement aquatique. Si leur qualité d'eau est largement suivie dans le cadre de l'Alimentation en Eau Potable (AEP) par l'Agence Régionale de Santé (ARS), il n'en va pas de même de leur communauté biologique ni de leur qualité habitationnelle. Seules quelques mesures ponctuelles, pour l'essentiel issues des travaux de l'Université de Franche-Comté ou de l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB), sont disponibles. Elles ne suffisent malheureusement pas à inscrire au plan de gestion un panel d'actions efficaces visant la sauvegarde et l'exploitation durable des eaux stagnantes de la montagne jurassienne.

Il faut également noter que l'application du suivi dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) sur les plans d'eau supérieurs à 50 hectares ne permettra vraisemblablement pas non plus d'émettre des propositions objectives pouvant être mises en oeuvre par les fédérations de pêche dans le cadre d'un plan de gestion. En effet, à titre d'exemple pour les poissons, le protocole CEN choisi ne tient compte ni des habitats en présence ni de leur état de conservation. Les données « lacs » issues de la DCE sont donc pour l'essentiel purement descriptives et ne permettront pas d'élucider les causes des dysfonctionnements et donc de proposer des solutions concrètes de réhabilitation.

Ainsi, afin de profiter d'une manière optimale des informations issues de la DCE, d'étendre cet état des lieux aux plans d'eau inférieurs à 50 hectares dont le droit de pêche est accordé à des Associations Agréées pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques (AAPMA) ou aux Fédérations pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques (FPPMA) du Doubs et du Jura et de répondre de par la même aux exigences du code de l'environnement tout en promouvant le loisir pêche, les deux fédérations précédemment citées ont décidé, dans le cadre du renouvellement en cours des plans de gestion piscicole, de s'associer et de s'intéresser activement aux 9 lacs naturels les plus importants de Franche-Comté :

- Département du Doubs : Les lacs de Remoray, Saint-Point et de l'Entonnoir.
- Département du Jura : les lacs de Clairvaux, Ilay, Chalain, Bonlieu, des Rousses et du Val.

Le présent document concerne le lac des Rousses.

## 2.2 Objectifs

Le présent projet d'étude se fixe les objectifs de réaliser un diagnostic intégré du fonctionnement des affluents et du lac des Rousses et de rédiger un programme d'actions hiérarchisées à cette même échelle.

Ceci passe par la mise en place de différents sous-objectifs plus opérationnels :

- décrire et analyser les pressions anthropiques présentes de manière actuelle ou passée sur le bassin versant concerné,
- décrire de façon synchronique et diachronique la qualité des peuplements biologiques intégrateurs (poissons et macroinvertébrés) du territoire concerné,
- interpréter ces résultats à l'aide de paramètres mésologiques, ce qui implique :
  - d'étudier la qualité morphologique et habitationnelle,
  - d'étudier la qualité physico-chimique de l'eau et des sédiments,
  - d'évaluer l'évolution quantitative de la ressource en eau,
- intégrer ces différents résultats dans un document de synthèse de type diagnostic, accompagné d'un Système d'Informations Géographiques (SIG),



## Principales observations

Les données collectées au cours de ce diagnostic, ainsi que ce rapport, ont été produits via le programme R (R CORE TEAM 2017) à travers RStudio (RSTUDIO TEAM 2017), couplés à différents packages (GROLEMUND et WICKHAM 2011; KAHLE et WICKHAM 2013; WICKHAM et OTHERS 2007; WICKHAM et OTHERS 2011; WICKHAM 2009; WICKHAM et al. 2017; SLOWIKOWSKI 2017; AUGUIE 2017; XIE 2017; BIVAND et LEWIN-KOH 2017; WICKHAM et BRYAN 2017; BIVAND, KEITT et ROWLINGSON 2017; MÜLLER et al. 2017; WICKHAM 2017a; WICKHAM et HENRY 2017; DAHL 2016; WICKHAM 2017b). QGIS a également été utilisé (QGIS DEVELOPMENT TEAM 2017).

### 3.1 Peuplements piscicoles

L'ichtyofaune constitue un outil indispensable à l'étude des milieux aquatiques, dont l'association d'espèces et leur densité est caractéristique d'un type de milieu et de son état général (VERNEAUX 1980). Ceci justifie l'intérêt d'étudier cette communauté en premier lieu, dans le lac à proprement parler, mais également dans ses tributaires et son émissaire.

#### 3.1.1 Méthodes d'investigation

Idéalement, 2 à 4 campagnes d'échantillonnage par lac devraient être réalisées pour suivre l'évolution des peuplements au fil des saisons. Toutefois, les coûts et la lourdeur de mise en place d'un tel dispositif d'échantillonnage sont trop élevés. C'est pourquoi l'échantillonnage complet de l'**ichtyofaune lacustre** s'est limité à une seule campagne, réalisée en fin de stratification estivale et hors période de reproduction. En effet, en été et au début de l'automne, l'activité de l'ichtyofaune bat son plein. L'ensemble des espèces présentes est donc susceptible d'être capturé par les techniques passives des filets maillants. En outre, cette période correspond à la phase critique de survie de l'ichtyofaune en cas de dysfonctionnement lacustre. Cet élément est primordial dans le cadre de la diagnose écologique du lac.

Trois protocoles d'échantillonnage piscicole sont à mettre en œuvre de manière simultanée concernant lac à proprement parler :

- Deux à **filets multi-maille** : le protocole DCE/CEN (AFNOR 2005), mis en œuvre par l'AFB, ainsi que le protocole dit des filets verticaux (DEGIORGI, RAYMOND et GRANDMOTTET 2003, voir figure 3.1), mis en œuvre par la Fédération

du Jura pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques (FJPPMA).

- Un par **pêche électrique de bordure** : pour la zone de profondeur inférieure à 1 mètre non prospectable au filet, des pêches électriques par ambiance sont réalisées par la FJPPMA, avec application du protocole dit « Échantillonnage Continu par Distance (ECD) ».

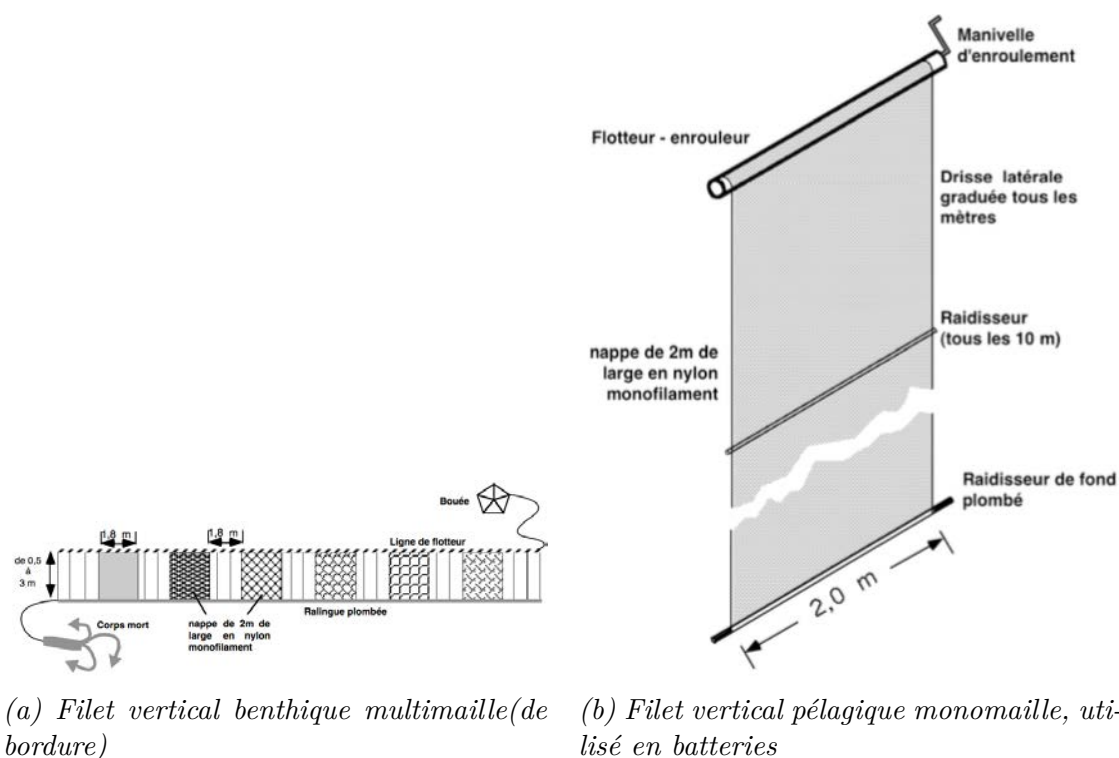


FIGURE 3.1 – Vue des types de filets utilisés

Un point essentiel est que le protocole dit des filets verticaux présente deux avantages par rapport au protocole CEN :

- C'est le protocole utilisé historiquement dans la région depuis plusieurs décennies, et mis en œuvre récemment sur les lacs de Chalain, de Bonlieu (39), de Saint-Point, de Remoray (25) et de Joux (Suisse) ainsi que de nombreux lacs suisses plus éloignés (ALEXANDER et al. 2015a ; ALEXANDER et al. 2015b).
- Il met en rapport les captures, et donc les peuplements piscicoles, avec les habitats de l'espace lacustre, ce qui permet de mieux comprendre la structuration spatiale de ces peuplements.
- Ces deux points permettent d'évaluer les évolutions spatiales et temporelles des peuplements piscicoles, en lien avec l'évolution des habitats disponibles.

Dans les faits et par temps calme, trois bateaux interviennent conformément à la stratégie d'échantillonnage prédéfinie d'une manière coordonnée :

- Un bateau adapté et spécialement équipé pour la pose de filet en grande profondeur (filets verticaux à proprement parler).
- Deux bateaux, adaptés pour la pose de filets de fond (araignées multi-maille) et la pêche électrique embarquée, destinés à prospecter les zones littorales.

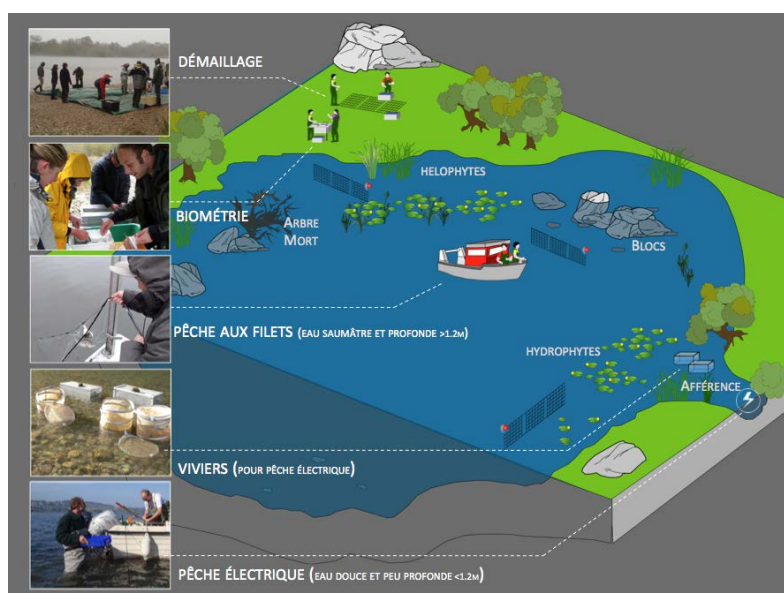


FIGURE 3.2 – Organisation des différents ateliers de travail des pêches lacustres

La pose des filets s'effectue en fin de journée et la relève à l'aube. À terre, une équipe rodée pour la biométrie, l'étiquetage et le conditionnement des échantillons est à pied d'œuvre dès que les premières captures sont rapatriées (voir figure 3.2).

Le peuplement pisciaire des **tributaires** et de l'**émissaire** a été inventorié par pêche électrique par le personnel fédéral compétent. L'inventaire se pratique par enlèvements successifs à deux passages, avec un nombre d'opérateurs variables en fonction de la largeur du cours d'eau. La figure 3.3 présente le schéma général du dispositif mis en place.

Un cours d'eau peut être généralement considéré selon un système linéaire (AMOROS et PETTS 1993). Celui-ci est régi par un gradient longitudinal des conditions du milieu et par des biocénoses aquatiques elles aussi organisées longitudinalement. Dès lors et suite à ces observations, plusieurs auteurs se sont attachés à démontrer l'existence de zonations écologiques (HUET 1949, HUET 1954, ILLIES et BOTOSANEANU 1963). Huet s'intéresse à la composition des ichtyocénoses et parvient à décrire cinq zones (zones à Truites, à Ombres, à Barbeaux, etc.), réparties successivement d'amont en aval, suivant des paramètres physiques tels la pente, la largeur et la profondeur. Toutefois, cette « règle des pentes » n'apparaît pas suffisante pour cerner totalement la typologie complexe d'un cours d'eau.

Verneaux propose donc, suite à ses travaux sur le réseau hydrographique du Doubs, une succession amont-aval de dix niveaux typologiques (B0 à B9) (VERNEAUX 1973, VERNEAUX 1976, VERNEAUX 1981b). Chaque niveau typologique correspond alors à une association d'espèces aux exigences écologiques proches et organisée selon la nature, l'effectif et l'abondance de chacune d'entre elles (VERNEAUX 1973, VERNEAUX et al. 2003, GRANDMOTTET 1983, DEGIORGI et RAYMOND 2000).

Cette biotypologie constitue un élément essentiel du diagnostic hydroécologique en permettant la détermination du potentiel écologique optimal et en proposant une base théorique pour une comparaison des inventaires piscicoles effectués sur un cours d'eau.

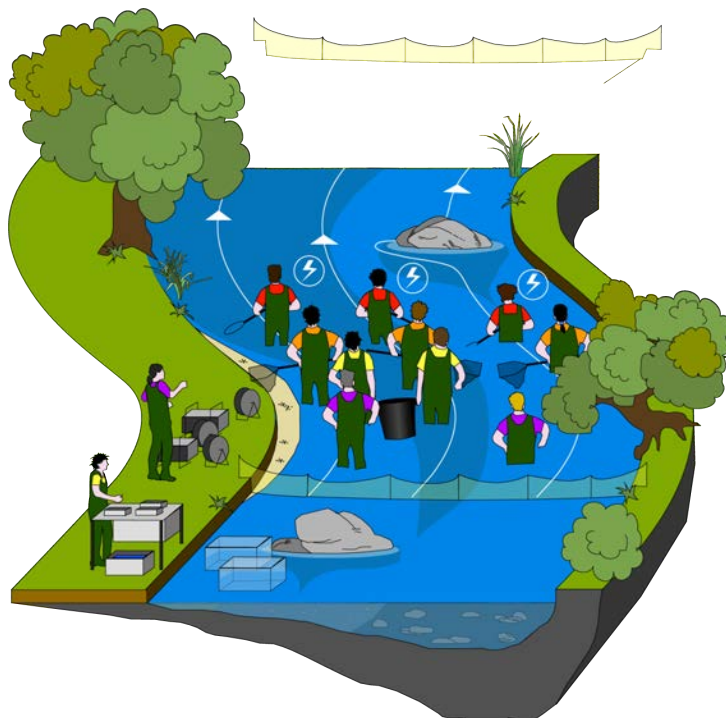


FIGURE 3.3 – Illustration d'une pêche exhaustive à 3 électrodes (Illustration : Michaël Goguilly)

Il est possible de déterminer le type stationnel théorique, approche simplifiée de la structure biotypologique, par le calcul du Niveau Typologique Théorique (NTT). Trois grands facteurs mésologiques permettent de prévoir le type écologique d'une station :

- Le facteur thermique (T1), dont le rôle est essentiel pour le développement biologique et physiologique de la vie aquatique, représente la Température Maximale Moyenne des 30 jours les plus chauds (TMM30j).
- Le facteur trophique (T2), représente la capacité nutritive du milieu par l'intermédiaire de la dureté calco-magnésienne (D en mg/l) et de la distance à la source (do en km).
- Le facteur hydrodynamique (T3), reflète de l'énergie développée dans le milieu liée à la section mouillée à l'étiage ( $S_m$  en  $m^2$ ), la largeur du lit mineur (L en m) et sa pente moyenne (P en ‰).

Les densités numériques et pondérales sont estimées d'après la méthode de De Lury (GERDEAUX 1987). La capacité de développement et de colonisation du milieu varie considérablement d'une espèce à l'autre (un effectif de 100 ablettes n'a pas la même signification qu'un effectif de 100 brochets) et rend malaisée les raisonnements sur les effectifs bruts de poissons. Pour cette raison, les densités sont exprimées sous forme de classe d'abondance numérique (effectif) et de classes d'abondance pondérale (biomasse) propre à chaque espèce. Ces classes sont celles définies par VERNEAUX 1973 et recalculées par DEGIORGI et RAYMOND 2000. Elles décrivent 6 niveaux d'abondance :

TABLE 3.1 – *Signification des classes d'abondance numériques et pondérales*

— 0,1 : présence sporadique	— 4 : forte densité
— 1 : très faible densité	— 5 : très forte densité
— 2 : faible densité	
— 3 : densité moyenne	

Les classes d'abondances sont différenciées en fonction des modes d'échantillonnages dont sont issues les données de densité. Les « classes d'abondance typologiques » sont utilisées pour « traduire » les données provenant d'un mode d'échantillonnage quantitatif (ex : De Lury, voir ci-dessus) et représentent la densité réelle des poissons dans le cours d'eau. Les classes d'abondances relatives aux pêches en ECD sont adaptées à ce mode d'échantillonnage semi-quantitatif et permettent de gommer les différences issues de la nature de l'effort de capture (pour simplifier, la moindre efficacité des pêches par ECD).

La classe d'abondance retenue pour l'expression des résultats et les représentations graphiques est, pour chaque espèce, la valeur la plus faible entre classe d'abondance numérique et classe d'abondance pondérale (prise en compte de l'équilibre de la structure de taille des populations).

Ces résultats sont ensuite comparés aux ichtyocénoses théoriques électives du NTT de chaque station d'étude et d'autres éléments biogéographiques (selon l'annexe .1.1, DEGIORGI et RAYMOND 2000). Les données élaborées obtenues sont transformées en données Indice Poisson Rivière (IPR) à partir des données du premier passage (ONEMA 2006). Un indice de qualité à dire d'expert est déduit de la première phase, l'IPR présentant dans certains cas quelques limites dans son résultat.

La répartition des actions de pêche de 2014 (poses de filets, pêches à l'électricité des habitats de bordure inventaires dans les affluents) est visible sur la figure 3.4. Les résultats récoltés par l'AFB et par la FJPPMA sont analysés globalement.

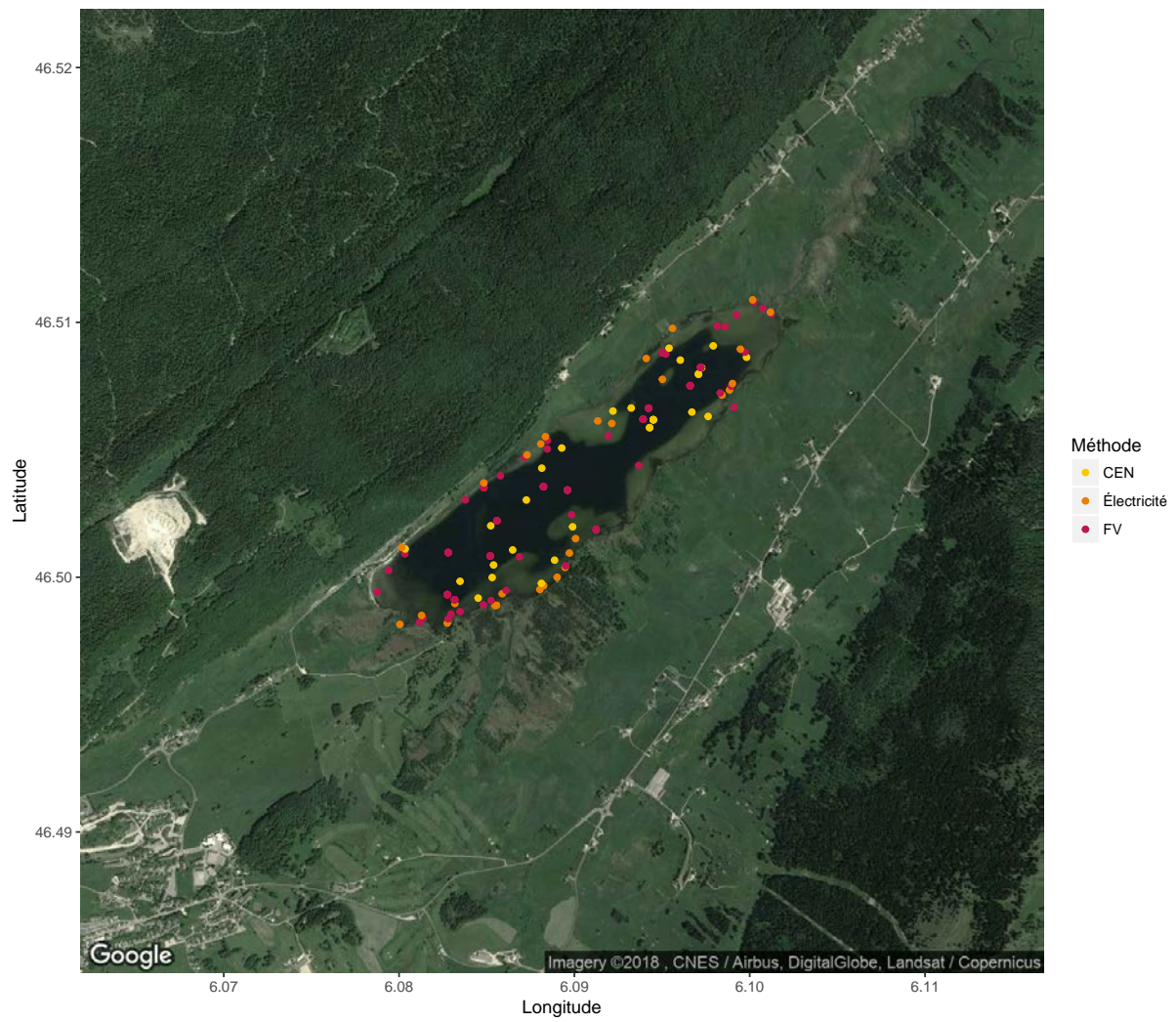


FIGURE 3.4 – Positions des échantillonnages réalisés en 2014

### 3.1.2 Évolution historique

Les différentes données disponibles et discutées ci-dessous sont issues :

- du premier échantillonnage scientifique réalisé conjointement par le Centre Technique du Génie Rural des Eaux et des Forêts (CTGREF) et l'Université de Besançon en 1975 (BARBE et al. 1976),
- d'un complément de cette première étude en 1980 (VERNEAUX 1981a),
- de travaux universitaires réalisés par des étudiants au cours de l'année 1987 (PENIL, HEIDMANN et RAYMOND 1987),
- d'un nouvel échantillonnage lourd, mis en œuvre par le Conseil Supérieur de la Pêche (CSP) en 2001 (RAYMOND 2002),
- du suivi réalisé par l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) en 2008 (ANONYME 2008),
- de la campagne d'échantillonnage piscicole réalisée dans le cadre de cette étude.

TABLE 3.2 – Type, nombre ( $n$ ) et surface ( $S$ ) de filets posés

Type de filets	1975		1980		1987		2001		2008		2014			
	S	n	S	n	S	n	S	n	S	n	S		n	
					FV	FV	FV	FV	CEN	CEN	CEN	FV	CEN	FV
Divers	8400	5	2675											
Benthique							756		1080	24	1080	1496	24	44
Pélagique					3468	62	2070		990	6	990	2167	6	84

L'effort de pêche déployé en 2014 est important dans sa globalité, avec un effort de pêche identique à celui de 2008 pour le protocole CEN et plus important pour les filets verticaux qu'en 2001 (tableau 3.2).

TABLE 3.3 – Liste et tendances d'évolution des espèces piscicoles observées au cours des différentes campagnes d'échantillonnage

Famille	Espèce	Nom latin	Code	1975	1980	1987	2001	2008	2014	Évolution
Cyprinidae	Carassin	Carassius carassius	CAR						✓	↗
	Carpe commune	Cyprinus carpio	CCO						✓	↘
	Chevesne	Leuciscus cephalus	CHE		✓	✓	✓	✓	✓	↔
	Gardon	Rutilus rutilus	GAR	✓	✓	✓	✓	✓	✓	↔
	Rotengle	Scardinius erythrophthalmus	ROT	✓	✓	✓	✓	✓	✓	↔
Esocidae	Tanche	Tinca tinca	TAN	✓	✓	✓	✓	✓	✓	↔
	Brochet	Esox lucius	BRO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	↔
Percidae	Perche	Perca fluviatilis	PER	✓	✓	✓	✓	✓	✓	↔
Salmonidae	Corégone	Coregonus lavaretus	COR	✓	✓	✓	✓	✓	✓	↔
	Truite fario	Salmo trutta fario	TRF	✓	✓					↘
Total				7	8	7	7	7	9	

On observe dans le tableau 3.3 que 2 espèces de plus ont été observées entre 2014 et 2008 avec l'apparition de la carpe commune et du carassin. Il est également à noter la capture d'écrevisses de l'espèce *Orconectes limosus* en 2014. Il faut également signaler la présence historique de la lote, citée par différents auteurs (RAYMOND 2002 ; VERGON et al. 2005).

La présence de ces deux espèces nouvellement observées en 2014 ne peut s'expliquer que par une introduction volontaire non-encadrée récente d'après la chronique disponible des empoissonnements (voir tableau 3.4). On observe en effet que seuls le brochet et le corégone ont fait l'objet d'introductions depuis 2007.

TABLE 3.4 – *Empoisonnements réalisés à partir de 1999 dans le lac des Rousses*

Date	Code	Espèce	Stade	Poids	Nombre
2015-12-15	BRO	Brochet	3	100	400
2015-05-05	COR	Corégone	2		80000
2014-12-18	BRO	Brochet	3	105	420
2013-09-18	BRO	Brochet	3	80	240
2013-04-24	COR	Corégone	2		30000
2012-12-16	COR	Corégone	2		60000
2012-01-20	BRO	Brochet	3	100	300
2011-08-12	COR	Corégone	2		40000
2011-03-15	BRO	Brochet	3	80	240
2010-10-21	COR	Corégone	2		40000
2010-09-22	BRO	Brochet	3	80	320
2009-10-07	COR	Corégone	2		40000
2009-09-08	BRO	Brochet	3	80	400
2008-12-06	COR	Corégone	2		40000
2008-07-13	BRO	Brochet	3	20	60
2007-06-03	COR	Corégone	2		40000
2006-08-28	TAC	Truite arc-en-ciel	2		2800
2006-06-03	COR	Corégone	2		40000
2005-10-11	COR	Corégone	2		40000
2004-12-16	COR	Corégone	2		40000
2003-12-06	BRO	Brochet	2		2000
2003-04-24	COR	Corégone	2		40000
2002-08-18	COR	Corégone	2		30000
2001-12-06	TRF	Truite fario	1		10000
2001-04-04	COR	Corégone	2		21000
2000-12-16	COR	Corégone	2		20000



Les Captures Par Unité d'Effort (CPUE) calculées à partir des captures sont visibles dans les tableaux 3.5 et 3.6. Les captures en nombre sont dominées par le gardon (GAR), la perche (PER) et le rotengle (ROT), ce qui avait déjà été observé en 2001. Le ROT était remplacé par le corégone (COR) lors des campagnes de 2008, 1987, 1980 et 1975. La répartition en biomasse est largement dominée par le ROT, la tanche (TAN) et le GAR, ce qui est également concordant avec les résultats de 2001. On observait le même équilibre en 1987, avec le GAR remplacé par le COR. Les biomasses étaient toutefois beaucoup plus équilibrées dans leur répartition en 1980 et 1975.

TABLE 3.5 – Répartition par espèce et par mode de capture des CPUE (nombre d'individus par 1000 m<sup>2</sup> de filet ou de surface de pêche électrique)

Code taxon	CEN bent.	CEN pelag.	P. elec.	FV bent.	FV pelag.
BRO	2	1	3	2	-
CAR	-	-	3	-	-
CCO	-	-	-	1	-
CHE	1	-	-	3	-
COR	2	3	-	1	3
GAR	298	154	-	21	21
OCL	18	-	-	5	6
PER	343	-	43	12	19
ROT	71	3	3	76	10
TAN	7	2	3	7	-
Total	742	163	56	128	59

TABLE 3.6 – Répartition par espèce et par mode de capture des CPUE (kg par 1000 m<sup>2</sup> de filet ou de surface de pêche électrique)

Code taxon	CEN bent.	CEN pelag.	P. elec.	FV bent.	FV pelag.
BRO	2.67	1.44	1.32	3.18	-
CAR	-	-	-	-	-
CCO	-	-	-	6.82	-
CHE	1.52	-	-	4.86	-
COR	1.16	1.70	-	0.40	1.54
GAR	10.55	2.05	-	2.86	1.45
OCL	0.31	-	-	0.07	0.08
PER	8.40	-	1.22	1.03	2.91
ROT	17.62	2.59	-	25.54	4.18
TAN	11.90	3.88	0.04	11.16	-
Total	54.13	11.66	2.58	55.92	10.16

La population de COR est représentée de manière hétérogène, avec principalement deux classes de taille. Ce constat, mis en rapport avec les déversements réguliers de juvéniles de l'espèce, traduit une difficulté pour celle-ci à se maintenir dans le milieu malgré ce soutien. La PER et le GAR présentent des structures de populations équilibrées. Des brochets (BRO) de toute taille ont été capturés.

La forte dynamique des juvéniles de PER, comme celle, plus modérée concernant les COR, avaient déjà été observées en 2008.

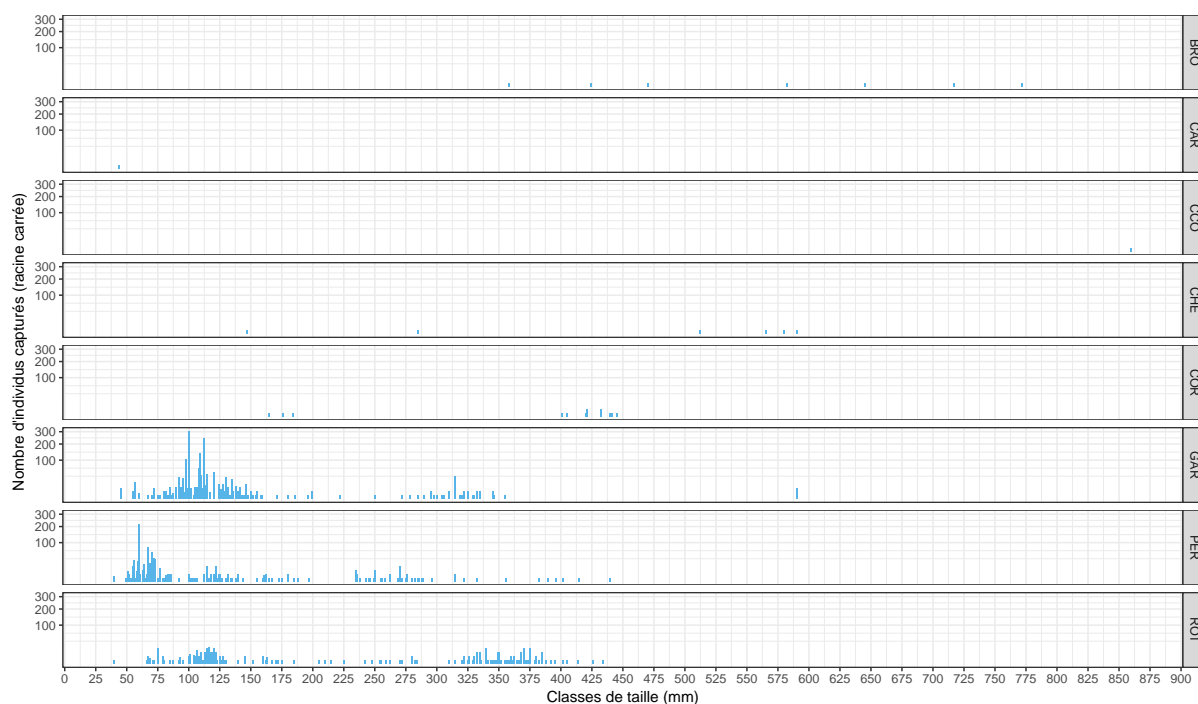


FIGURE 3.5 – Répartition taille/fréquence des captures sur le lac des Rousses pour l'ensemble des espèces

Il apparaît ainsi que l'ichtyofaune du lac des Rousses a peu évolué dans sa structure relative depuis 2008, tout en poursuivant sa dynamique de dégradation au fil des échantillonnages réalisées depuis 1975. On observe effectivement une évolution du peuplement, originellement structuré autour de la lote (LOT) et de la truite lacustre (TRL), espèces sensibles et exigeantes, vers le ROT et la TAN, espèces plus résistantes. Ces constats avaient déjà été faits en 2001 et 2008.

### 3.1.3 Répartition

La répartition verticale de l'effort d'échantillonnage et des CPUE est visible sur la figure 3.6. On remarque une répartition régulière des captures tout au long du gradient de profondeur.

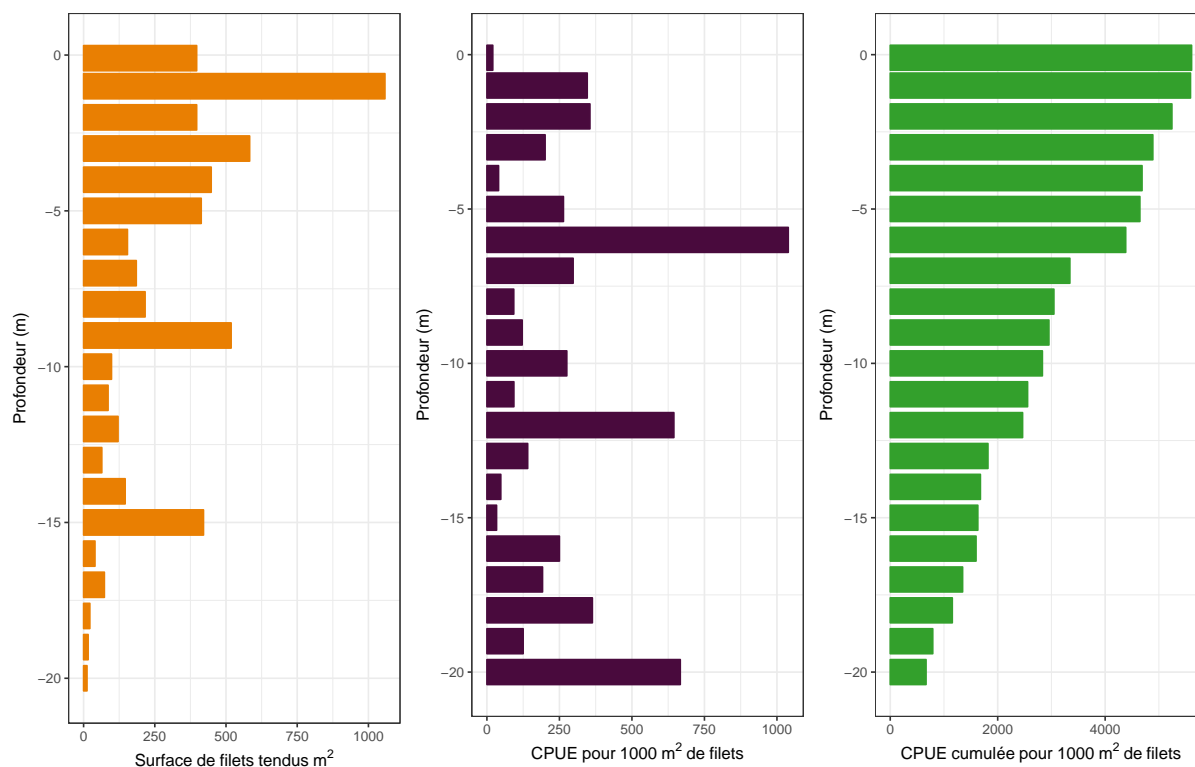


FIGURE 3.6 – Effort d'échantillonnage et CPUE en fonction de la profondeur

L'analyse plus fine de la répartition verticale des CPUE par espèce est visible sur la figure 3.7. On peut noter que c'est au sein de la zone profonde que la majorité des COR ont été capturés.

La répartition des captures en fonction des habitats (voir figure 3.8) fait état de situations contrastées :

- les AFFérence (AFF), les BLOcs (BLO), les BRAnchages (BRA), les Fonds Nus Minéraux (FNM), les HÉLophytes (HEL), les HYdrophytes Immergés (HYI) et les Zones sublittorales de Talus peu profond (TINF) sont les habitats les plus attractifs et ceux où la diversité observée est la plus importante ;
- l'EFFérence (EFF) et les LITières (LIT) présentent une colonisation beaucoup moins variée (chevesnes (CHE), ROT et TAN, espèces par ailleurs peu exigeantes d'un point de vue habitationnel - VERNEAUX 1981b).

Le rôle particulièrement structurant des habitats disponibles pour l'ichtyofaune est bien connu dans les lacs (SCHLUMBERGER et ÉLIE 2008) comme dans les cours d'eau (GRANDMOTTET 1983). On observe néanmoins ici des résultats médiocres pour les AFF et EFF, généralement pourtant très structurants.

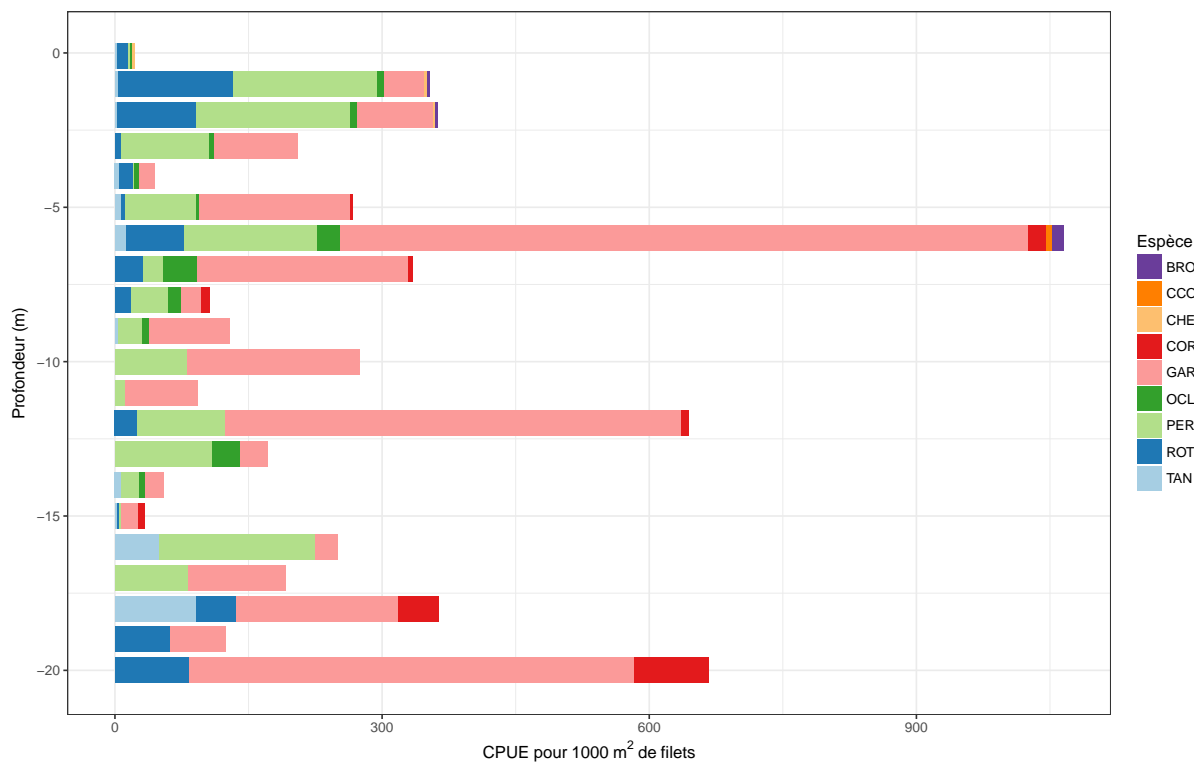


FIGURE 3.7 – CPUE par espèce en fonction de la profondeur

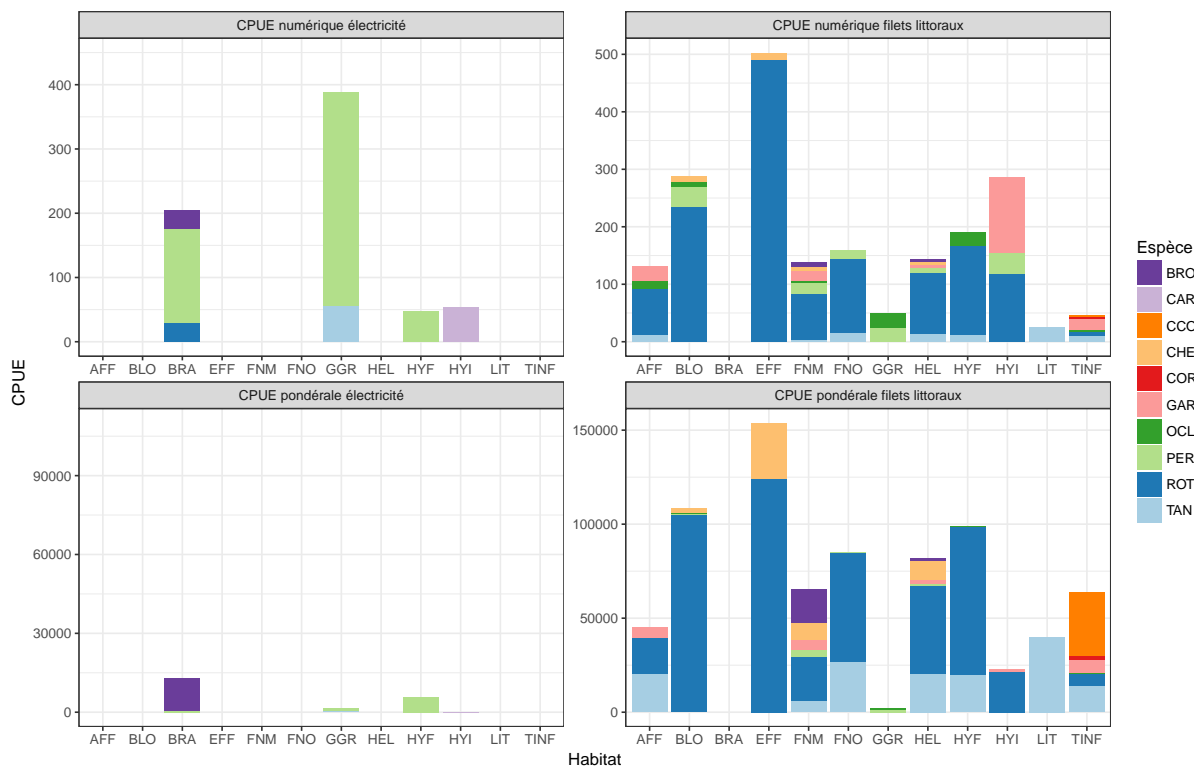


FIGURE 3.8 – CPUE par espèce et par mode de pêche en fonction des différents habitats littoraux

### 3.1.4 Afférences

Les espèces capturées dans les afférences et l'exutoire du lac des Rousses sont similaires à celles observées dans le lac, à l'exception notable de la truite fario, absente du lac (voir figure 3.9). Les abondances/biomasses observées au niveau des stations proches du lac font état de peuplements piscicoles altérés, avec la dominance d'espèces peu exigeantes. On constate toutefois la présence d'individus de brochets et de truites fario (juvéniles notamment), laissant une perspective de restauration de ces populations (voir détails des résultats en annexe .2 et dans LEYVAL 2014).

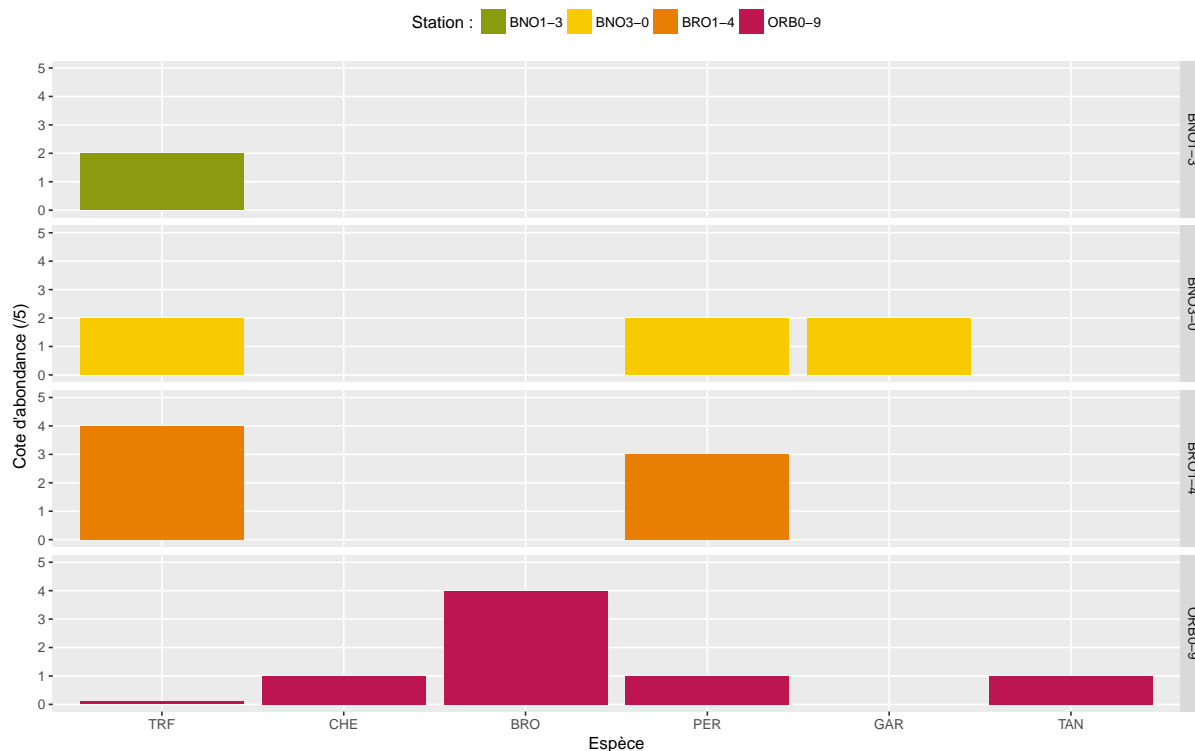


FIGURE 3.9 – Cote d'abondance des espèces piscicoles sur les affluents (BNO - Bief Noir, BRO - Bief des Rousses, BFE - Bief Février : sans capture car à sec) et l'exutoire du lac des Rousses (ORB : Orbe)

En conclusion, il apparaît que le peuplement piscicole du lac des Rousses est **destruc-turé**, avec la **progression d'espèces peu exigeantes**, thermophiles et appréciant les zones littorales envégétées (ROT, TAN et carpe commune (CCO)). Ceci pourrait traduire l'enrichissement organique du plan d'eau. Il présente également des **déficits quantitatifs** (biomasse et abondance). Les espèces repère historiques que sont la TRL et la LOT sont absentes, et le BRO présentent des effectifs faibles et n'exprime pas son plein potentiel.

## 3.2 Peuplements macrobenthiques

### 3.2.1 Méthodes d'investigation

L'échantillonnage a en premier été réalisé afin de satisfaire à la norme DCE (AFNOR 2009). Ainsi, 12 prélèvements sont réalisés. Ces 12 prélèvements sont ensuite complétés à 20 (voir plus si nécessaire) selon le protocole Macrobenthos Analyse Globale 20 prélèvements (MAG20) (DEGIORGI et DECOURCIÈRE 2000) en explorant si possible tous les couples substrats-supports/vitesses recensés sur la station, et ceci dans la classe de hauteur d'eau où le couple d'intérêt est le plus représenté.

Le protocole MAG20 présente l'avantage d'être plus exhaustif et/ou d'un niveau de précision supérieur aux méthodes indiciaires classiquement utilisées comme l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) (AFNOR 2004) ou le protocole du Réseau de Contrôle et de Surveillance (RCS) établi dans le cadre de la DCE (AFNOR 2009). L'échantillonnage est complété à 20 prélèvements. Si toutefois la variété des couples est inférieure à 20, les prélèvements sont dupliqués dans des classes de hauteur d'eau différentes pour les couples dominants.

Le MAG20 a pour finalité d'exposer une image du peuplement benthique en place, semi-quantitative et représentative de la station, pour une comparaison spatio-temporelle fine et robuste, ce qui est recherché ici. L'objectif est en effet, dans le cadre de l'évaluation de la fonctionnalité écologique d'un cours d'eau, de réaliser un diagnostic/état initial et non un suivi de routine, ce qui explique donc le choix du protocole MAG20. Ceci permettra en effet d'avoir la même image de l'ensemble des stations étudiées pour les invertébrés.

Les protocoles MAG20, IBGN et RCS imposent un échantillonnage du macrobenthos en étiage estival stabilisé, ce qui a été réalisé dans cette étude. Ceci prend tout son sens pour la méthode IBGN dont les indices sanctionnent plus spécialement la sensibilité de chaque famille aux phénomènes de désoxygénation, aggravés en période d'étiage estival.

### 3.2.2 Résultats

Les principaux résultats sont issus du travail de Quentin Leyval, stagiaire de Master 2 à la FJPPMA (LEYVAL 2014), complété par un travail direct de la FJPPMA à la demande du Parc Naturel Régional du Haut-Jura (PNRHJ).

Les principaux indicateurs synthétiques sont visibles dans le tableau 3.7, les résultats plus détaillés en annexe .3.1 et .3.2.

TABLE 3.7 – Principaux indicateurs issus des suivis macrobenthiques réalisés sur les affluents et l'exutoire du lac des Rousses (Total = abondance totale - TEP = abondance en Trichoptères, Éphéméroptères et Plécoptères - CO = abondance en Chironomidae et Oligochètes - GI = Groupe Indicateur pour l'IBGN - Var. IBGN = Variété au sens de l'IBGN - Variété = Variété générique totale - P = Variété en Plécoptères - T = Variété en Trichoptères - E = Variété en Éphéméroptères - C = Variété en Coléoptères - Note = Note IBGN)

Station	Date	Total	TEP	CO	GI	Var. IBGN	Variété	P	T	E	C	Note
BFE1-8	2014-05-20	1503	859	318	7	14	24	4	3	3	6	11
BNO1-3	2014-05-20	2255	250	1107	8	19	28	4	4	5	5	13
BNO3-0	2014-05-20	2669	404	416	6	18	25	1	2	2	3	11
BRO1-4	2014-05-20	5256	577	410	8	16	24	3	4	2	3	12
ORB0-9	2014-05-20	1391	362	515	7	21	28	1	5	5	2	13
ORB6-9	2014-08-25	5675	1962	579	8	21	28	4	5	4	6	14

Les résultats font état des résultats moyens à mauvais, avec des IBGN variant de 11 à 14. Cela s'explique par une combinaison de groupes indicateurs compris entre 6 et 8, mais de façon couplée à des variétés au sens de l'IBGN comprises entre 14 et 21 taxons, ce qui est faible pour un point comme pour l'autre.

Les abondances totales sont faibles à très faibles, avec parfois un déséquilibre important dans la répartition trophique des taxons, comme au niveau de la station BNO1-3 qui présente une sous-abondance de taxons sensibles (Trichoptères, Éphéméroptères et Plécoptères (TEP)) et une surabondance de taxons saprobiontes ().

Enfin, l'analyse de la composition taxonomique des listes faunistiques fait apparaître :

- pas ou très peu de taxons très exigeants : un seul individu de *Odontocerum*, 5 taxons de petits plécoptères mais aucun de grand plécoptère, quelques dizaines de Leptophlebiidae ;
- des abondances en *Gammarus* très faibles sur certaines stations, avec seulement 157 individus pour ORB0-9 et 242 pour BFE1-8 ;
- des effectifs majoritairement regroupés sur quelques taxons, avec la présence de taxons « satellites » présentant seulement quelques individus. Ceci traduit une faible régularité du peuplement.

En conclusion, il apparaît que les peuplements macrobenthiques des affluents et de l'exutoire du lac des Rousses présentent des **déficits qualitatifs et quantitatifs**. **Très peu d'individus** de taxons **très exigeants** ont été observés, laissant supposer une dégradation de la qualité de l'eau et/ou de l'habitat.

## 3.3 Étude des milieux

L'état des peuplements piscicoles décrit plus haut est la conséquence de la structuration du biotope lacustre et de ses afférences. Différents aspects de celui-ci ont été appréhendés au cours de ce diagnostic.

### 3.3.1 Morphologie des afférences

#### Méthodes d'investigation

La méthode proposée est destinée à travailler à une échelle large, celle du tronçon (MALAVOI 1989). Elle consiste à sectoriser le linéaire de la rivière en tronçon pour lesquels la géologie, les apports hydrologiques (confluences notamment), la géomorphologie et les contraintes anthropiques sont homogènes. À partir de cette délimitation, la « méthode tronçon » mise au point par la DR5 du CSP et finalisée par le bureau d'études Teleos (TÉLÉOS 2000) est mise en œuvre sur chaque segment défini précédemment et dont les limites réelles peuvent évoluer à la vue des résultats.

Le linéaire complet des systèmes étudiés est parcouru par un opérateur qui recense les facteurs favorables et défavorables à chacune des composantes fondamentales de la qualité physique.

Cette étape permet d'élaborer des scores synthétiques afin de faciliter l'interprétation :

- Le score d'hétérogénéité caractérise la variété des formes, des substrats/supports, des vitesses de courant et des hauteurs d'eau du lit d'étiage ; plus ce score est élevé, plus les ressources physiques sont diversifiées.
- Le score d'attractivité intègre la qualité des substrats, soit l'intérêt global des substrats/supports pour les poissons, la qualité et la quantité des caches et des abris ainsi que l'existence et la variété des frayères.
- Le score de connectivité caractérise la fonctionnalité de la zone inondable ainsi que la fréquence des contacts entre la rivière et les interférences emboîtées que constituent la ripisylve et le « lit moyen » ; il apprécie également le degré de compartimentation longitudinale par les barrages et les seuils, ainsi que les possibilités de circulation des poissons migrateurs ou « sédentaires ».
- Le score de stabilité des berges et du lit traduit l'importance des érosions régressives (fréquence des seuils), progressive et latérale (proportion de méandres instables), de l'état des berges (degré d'érosion), de l'incision, etc.

De manière parallèle à l'analyse globale du linéaire évoquée précédemment, une autre approche mise en œuvre consiste à qualifier et à quantifier l'intérêt de l'habitat pour les espèces aquatiques au niveau de la station par la méthode de l'Indice d'Attractivité Morphodynamique (IAM) (DEGIORGI, MORILLAS et GRANDMOTTET 2002).

L'IAM explore les trois composantes de l'habitat aquatique (vitesses de courant, profondeurs et substrats) et le décompose en une mosaïque de pôles d'attractions (surface ou placette possédant une même vitesse de courant, une même profondeur et un même substrat). Au final, on obtient une cartographie fine des habitats à l'échelle de la station afin d'appréhender leur diversité (essentielle au développement de la vie aquatique).



Cette méthode mesure la qualité de l'habitat par un score dépendant de la diversité des vitesses de courant, de la diversité des profondeurs et de la diversité des substrats pondérée par l'attractivité de ce substrat pour le poisson. Ce score peut ensuite être comparé à une référence établie sur des cours d'eau de gabarit équivalent.

## Résultats

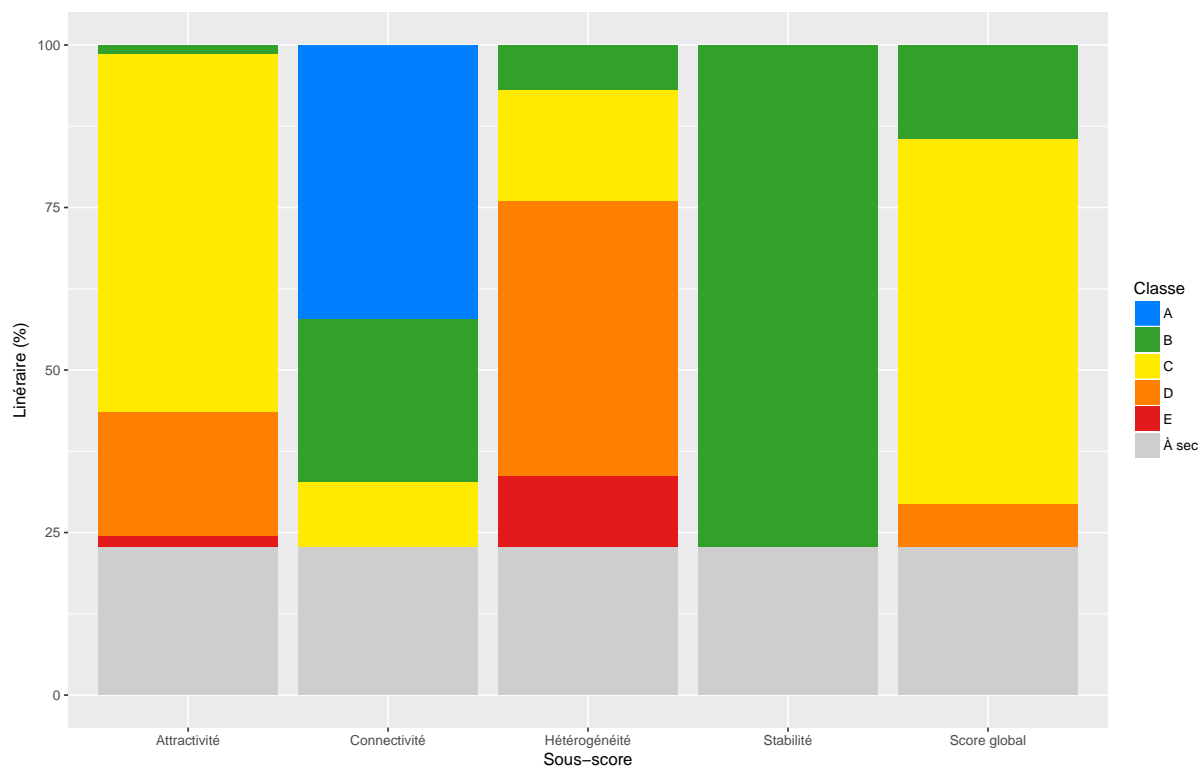


FIGURE 3.10 – Répartition des linéaires par classes de qualité par sous-score du protocole tronçon

On observe sur la figure 3.10 qu'environ **86 % du linéaire est à sec ou présente un score global moyen à mauvais** pour la faune piscicole (Classes C à E).

La répartition spatiale visible sur la figure 3.11 laisse apparaître que les seuls secteurs présentant l'écart à la référence le plus faible sont situés sur le Bief Noir, dans la partie apicale en eau et dans la partie basale, où la pente est quasi nulle. Les résultats complets sont visibles dans LEYVAL 2014.

**Plusieurs obstacles à la continuité écologique ont été observés**, également représentés sur la figure 3.11. On peut voir sur la figure 3.12a l'exemple d'un important obstacle située sur le Bief Noir au niveau du croisement avec la route départementale 29E1.

Ce type de constructions nuit voire gèle complètement les mouvements migratoires nécessaires à l'accomplissement du cycle de vie de certaines espèces électives et encore présentes sur les affluents (chabot, truite fario), mais surtout de la TRL qui ne peut se reproduire sans remontée depuis le lac vers les affluents (BAGLINIÈRE et MAISSE 1991).

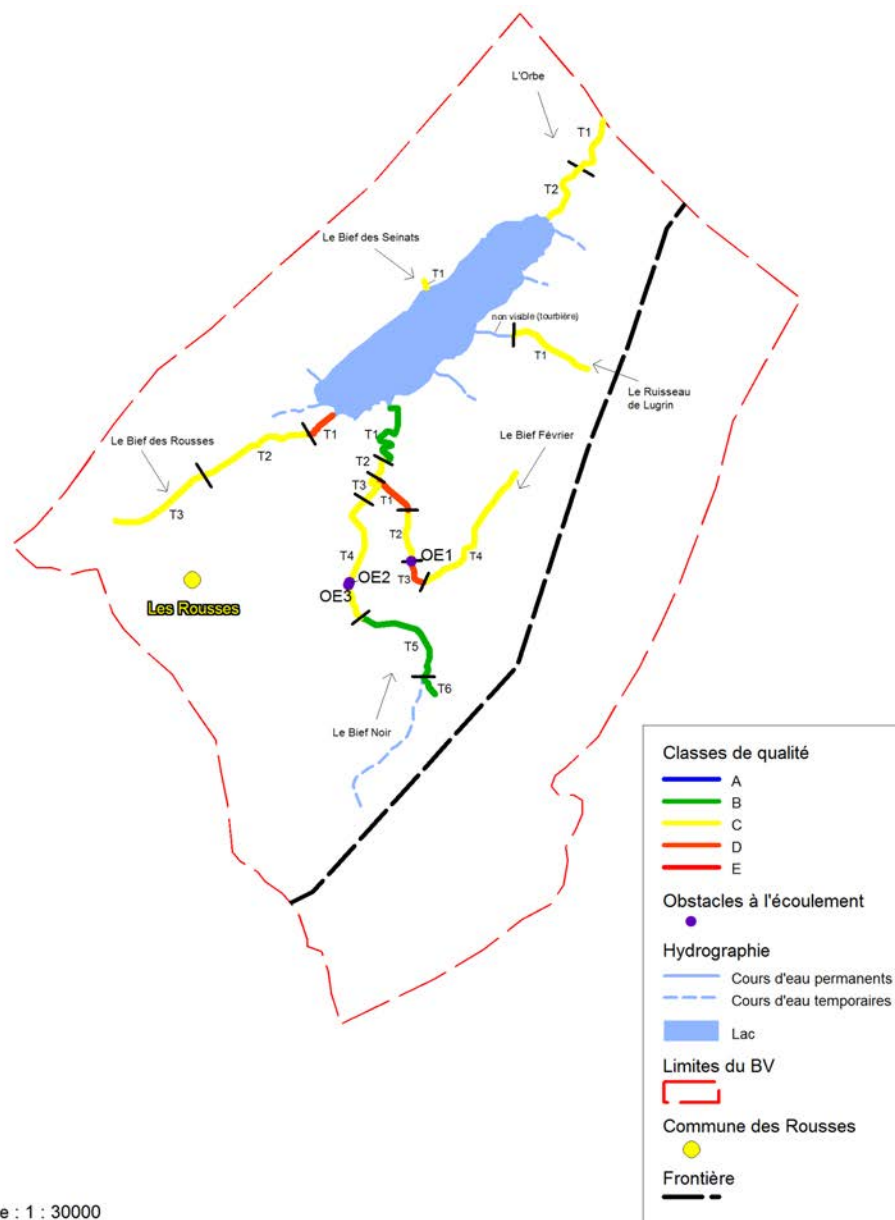
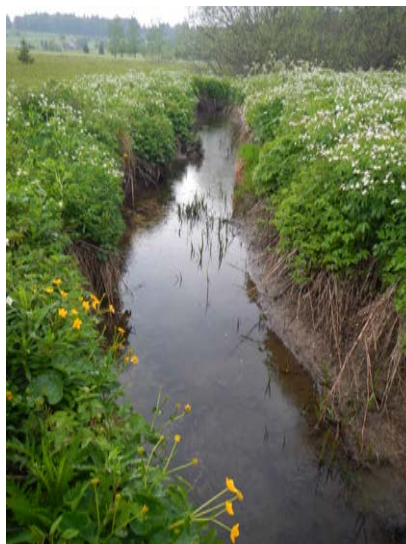


FIGURE 3.11 – Cartographie de la qualité physique à l'échelle globale, extrait de LEYVAL 2014



(a) *Obstacle à la continuité écologique, situé au niveau de la RD29E1*



(b) *Vue de la station BNO3-0*

FIGURE 3.12 – *Vues d'atteintes morphologiques sur le Bief Noir*

**La même problématique de continuité écologique est présente sur l'Orbe à l'aval du lac des Rousses, avec comme obstacles (depuis l'aval) :**

- le seuil de la station hydrométrique du Chenit (CH - partiellement franchissable) ;
- l'ouvrage des Scies Neuves, qui a toutefois été très récemment arasé et donc rendu franchissable par le PNRHJ ;
- l'ouvrage de la boissellerie de Bois d'Amont (voir figure 3.13) ;
- le seuil des Meuniers ;
- la Planche Paget (partiellement franchissable).



FIGURE 3.13 – *Vue de l'ouvrage dit de « la Boissellerie » à Bois d'Amont - Cliché P. Durllet*

La reproduction de truites lacustres est possible dans les lacs ne présentant pas d'affluents marqués via une dévalaison dans les exutoires si ceux-ci présentent de bonnes conditions (granulométrie et hydrodynamique notamment). Ceci est notamment le cas sur certains lacs suisses tels que Neuchâtel, Léman, Brienz, Thun, Sils (comm. pers. Guy Périat). **La levée des obstacles à la continuité écologique pourrait laisser envisager la reproduction de l'espèce**, effective dans le lac de Joux (PÉRIAT et VONLANTHEN 2013).

Les principaux indices issus des IAM (voir tableau 3.8) font état d'une **qualité habitationnelle à l'échelle de la station médiocre** pour 4 stations sur 5, la dernière présentant un score de 80 % de l'optimal lorsqu'elle est en eau, mais étant à sec en période estivale de manière récurrente.

TABLE 3.8 – *Principaux indicateurs issus des IAM réalisés sur les affluents et l'exutoire du lac des Rousses*

Station	Nb sub.	Nb vit.	Nb hau	Var. pôles	Ind. div.	IAM	IAM réf.	Ratio (%)
BFE1-8	5	3	3	22	0.86	1987	2476	80.3
BNO1-3	5	2	2	13	0.51	993	2651	37.5
BNO3-0	6	2	3	26	1.04	195	4029	4.8
BRO1-4	7	2	3	27	1.07	545	2878	18.9
ORB0-9	8	2	4	37	1.15	1956	7552	25.9

Ces indices synthétiques décrivent une **forte banalisation** et la dominance sur certaines stations de **substrats-soutiens très peu attractifs pour la faune aquatique** (dalles, fines/vases, graviers colmatés). Les **faciès d'écoulement** sont **homogènes** sur les stations BNO3-0 et BRO1-4, avec par ailleurs **une insicion nette** dans des secteurs pourtant de faible pente et donc à faible énergie (voir exemple sur la figure 3.12b). **Ces observations traduisent une action directe et active de l'Homme.**

### 3.3.2 Cartographie de l'espace lacustre

Une reconnaissance de la surface lacustre a été menée afin de cartographier la mosaïque des pôles d'attraction piscicoles (couple substrat/support et hauteur d'eau) ainsi que la bathymétrie du lac (voir figure 3.14).

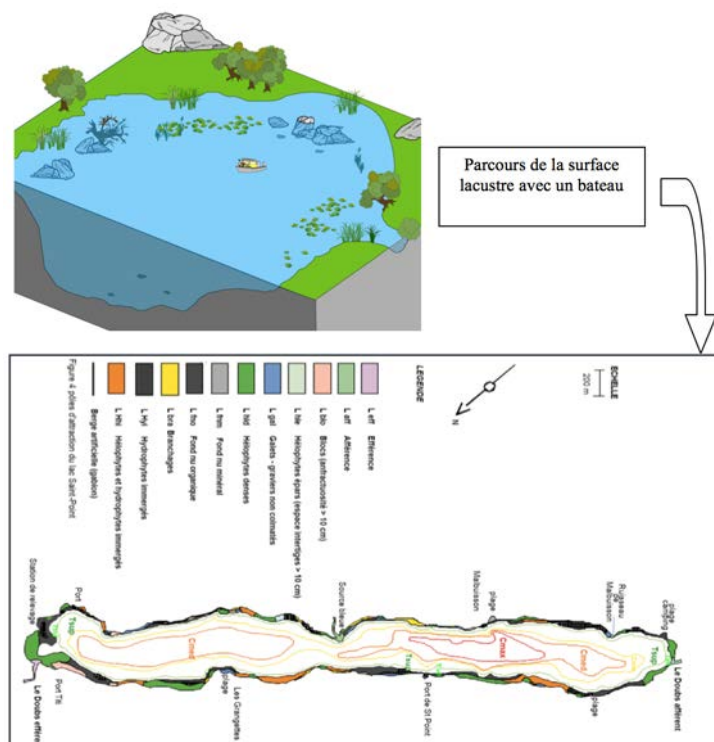


FIGURE 3.14 – Méthodologie concernant la bathymétrie et la cartographie des habitats

Le lac des Rousses présente une cuvette dont la morphologie est caractérisée par (voir figure 3.15) :

- une zone littorale très développée (environ un tiers de la surface lacustre),
- la présence de deux zones profondes, dont la plus importante se situe dans la partie aval du lac,
- une très forte domination des FNM et des zones HELophytiques.

Les observations habitationnelles globales réalisées à cette échelle sont semblables à celles de RAYMOND 2002. Une étude plus fine des peuplements végétaux a été réalisée par BAILLY et al. 2007, avec une comparaison à l'état de référence que constitue le travail de MAGNIN 1904, et dont sont ici reproduites quelques observations :

- « la conservation de *Potamogeton filiformis* exige des mesures strictes au niveau de la maîtrise des apports nutritifs (phosphore et azote essentiellement). La valeur patrimoniale de l'espèce caractéristique est très élevée. Le Lac des Rousses représente l'unique station du potamot filiforme en Franche-Comté (espèce protégée au niveau régional). **La principale menace active est l'eutrophisation du lac.** »
- la disparition de *Potamogeton lucens*, qui « contribue fortement à l'habitabilité des plans d'eau car elle constitue une excellente frayère pour certaines espèces de poissons, fournit une source d'alimentation pour les espèces piscicoles herbivores et

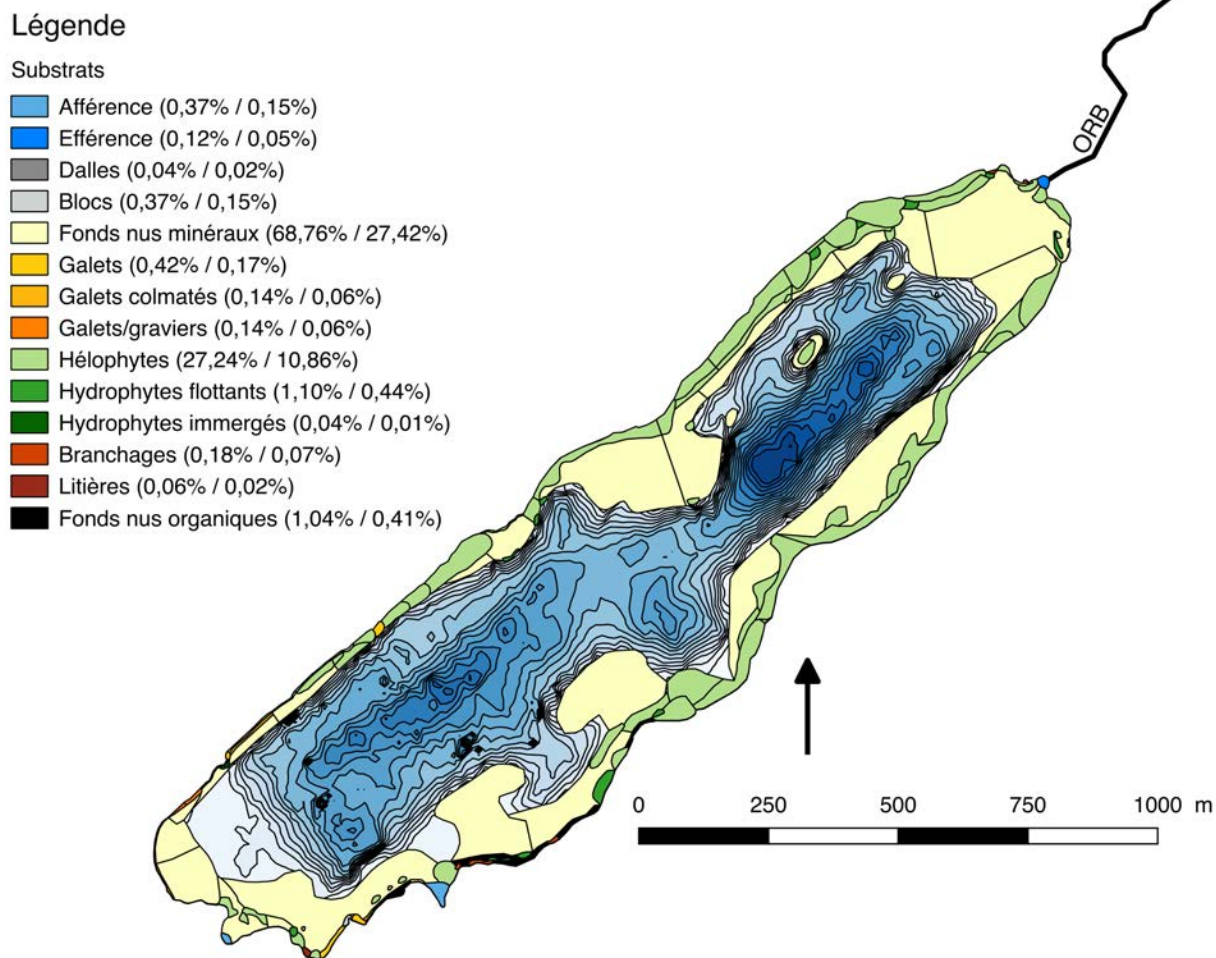


FIGURE 3.15 – Bathymétrie (pas de 1 mètre) et habitats répertoriés préalablement à la définition du protocole d'échantillonnage aux filets verticaux, avec leur répartition superficielles relatives et absolues

offre une niche écologique à un grand nombre d'espèces planctoniques végétales et animales consommées par la faune piscicole (MERIAUX, 1984 in VUILLEMENOT HANS, 2005) ». « Une **restauration du fonctionnement hydrique et une limitation des marnages excessifs sont préconisées** » [afin de remédier au problème].

- « La variante [du *Potamogeton pectinato-perfoliati*] à *Potamogeton compressus* des Rousses revêt un intérêt exceptionnel. Le Lac des Rousses est l'unique station en Franche-Comté du Potamo aplati, espèce protégée au niveau régional. Il s'agit probablement même, à l'heure actuelle, de la seule station dans tout le massif jurassien. La comparaison avec les données de MAGNIN 1904 fait apparaître la régression nette de la variante à *Potamogeton compressus*, que cet auteur avait repérée aussi dans la partie septentrionale du lac. La variante à *Potamogeton compressus* des Rousses est **menacée de disparition à court terme** : la population de cette espèce se limite désormais à environ 15 à 20 pieds localisés sur une surface de 1 000 mètres carrés (100 x 10 mètres), située à proximité du pôle touristique. »
- « La Massette à larges feuilles est une espèce pionnière, gourmande, indicatrice d'eutrophisation dans les milieux naturellement pauvres en nutriments. Dans les lacs mésotrophes, le développement du *Typhetum latifoliae* suppose et révèle généralement une **perturbation de l'équilibre écologique du site**. C'est le cas au lac des Rousses où la formation se développe à proximité d'un drain important (Schaefer, 2005). »

Il faut enfin noter qu'**une très importante partie des habitats naturels proches du lacs dans sa partie sud présentent**, d'après FERREZ et GUYONNEAU 2004, **un assèchement et un état de conservation moyen malgré un intérêt prioritaire de l'habitat**.

### 3.3.3 Variations du niveau du lac

La fonctionnalité écologique d'un habitat lacustre et de ses zones rivulaires associées est très fortement dépendante de l'évolution hydraulique du plan d'eau, c'est-à-dire des variations de son niveau (FAGOT 2011). Les fluctuations de la hauteur de la ligne d'eau sont ici sous l'influence :

- de la régularité et de l'intensité des entrées d'eau, par l'hydrologie des affluents et du bassin versant pour le lac des Rousses ;
- des volumes sortants, expliqués ici par :
  - l'hydrologie s'écoulant dans l'Orbe vers la Suisse, elle-même fixée par l'ouvrage dit de « la Planche Paget » (voir figure 3.16),
  - les volumes prélevés pour l'AEP par le SIE du Plateau des Rousses,
  - l'évaporation (3 à 5 L/s/ha en été - SCHLUMBERGER et GIRARD 2013), soit entre 270 L/s et 450 L/s environ. Cette valeur théorique semble néanmoins élevée et serait plus proche de 100 L/s en réalité (comm. pers. Pierre Durllet - PNRHJ).

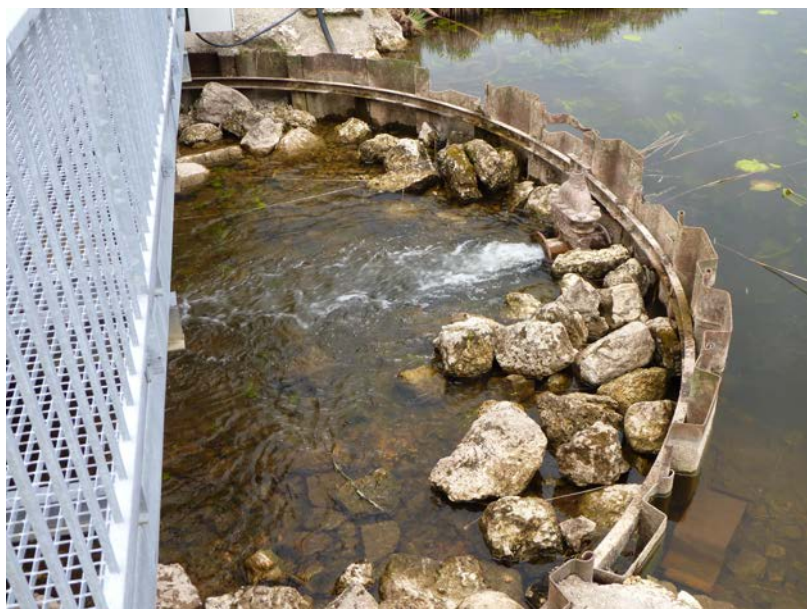


FIGURE 3.16 – *Vue de la l'ouvrage dit de « la Planche Paget » - Cliché P. Durllet*

Afin de suivre les variations de niveau du lac, un piézomètre a été installés au niveau de la station de pompage pour l'AEP par le PNRHJ, mais il ne fonctionne plus depuis 2014.

Cet instrument (voir figure 3.17) permettait de mesurer et d'enregistrer de manière autonome le niveau des nappes d'eau à travers la mesure de la pression exercée par les colonnes d'eau et d'air situées au-dessus. Il est donc également nécessaire de disposer d'un baromètre afin de soustraire les variations liées à la pression atmosphérique (autocompensation dans le cas du matériel installé).

Les résultats sont exprimés sur une échelle relative, calée topographiquement avec la hauteur de surverse au-dessus du créneau central de la Planche Paget. Il est donc possible de visualiser les variations du niveau du lac par lecture directe (voir figure 3.18).





FIGURE 3.17 – Exemple de piézomètre : Mini-Diver (diamètre de 22 mm et longueur de 90 mm)

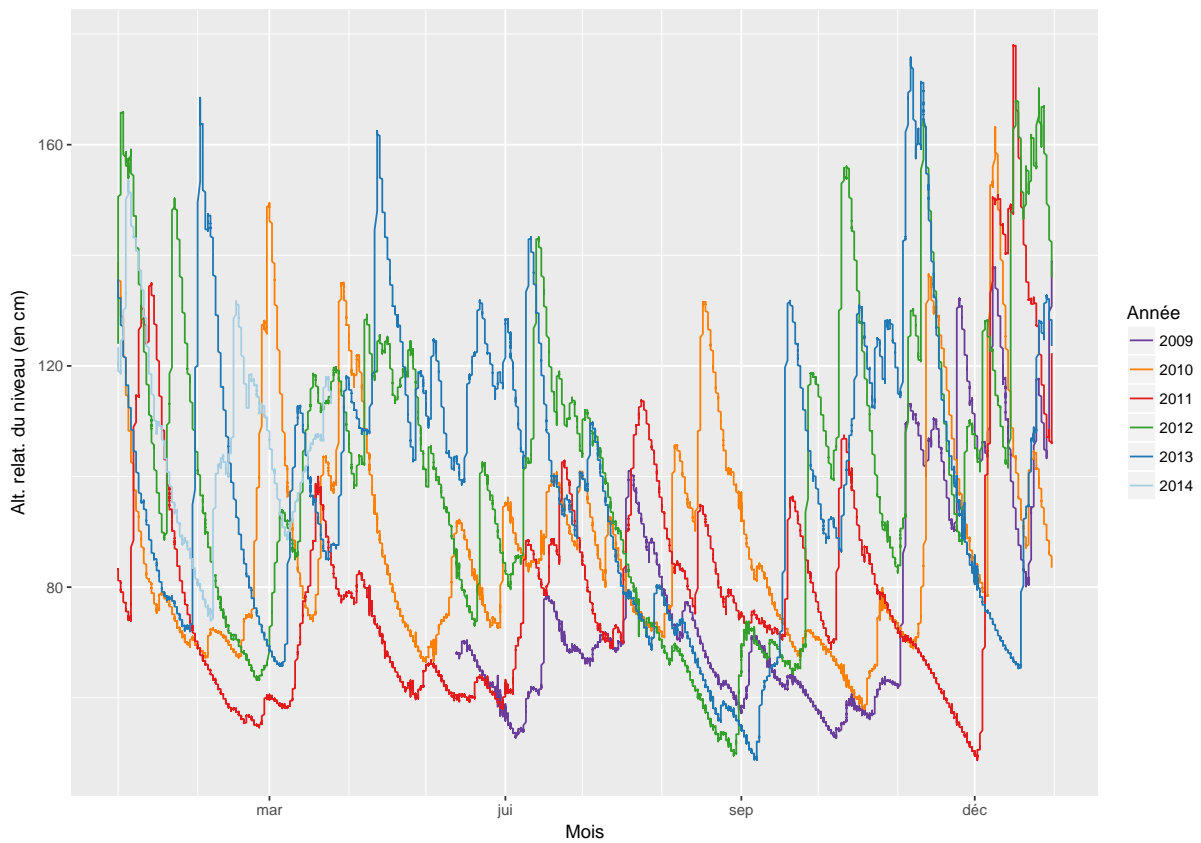


FIGURE 3.18 – Variations du niveau du lac des Rousses pour la période 2009-2014. Source des données : PNRHJ

L'observation des niveaux du lac des Rousses montre une **importante variabilité inter-annuelle** (figure 3.18). Il est néanmoins possible de dégager deux grandes tendances :

- des niveaux bas en fin de période estivale (septembre), sauf pour l'année 2010,
- des niveaux hauts en période hivernale (décembre à février).



FIGURE 3.19 – Amplitudes journalières (en centimètres) et sens des variations du niveau du lac des Rousses (Vert : variation montante du niveau - Orange : variation descendante du niveau)

TABLE 3.9 – Décompte des amplitudes des variations journalières **descendantes**

Classe d'amplitude de variation (en cm)	2009	2010	2011	2012	2013	2014
< 2	110	147	184	111	120	19
2-5	39	93	62	106	119	33
5-10	6	21	12	37	23	2
10-20			1		1	

Par ailleurs, la lecture de la figure 3.19 et du tableau 3.9 montre que les amplitudes journalières les plus importantes sont liées à des niveaux montants. Ceci s'explique par des épisodes pluvieux. À l'inverse, **les variations journalières descendantes présentent des écarts faibles**, avec seulement 2 journées avec plus de 10 cm à la descente (moins de 20 cm), et aucune valeur supérieure à 20 cm.

Néanmoins, une baisse de 10 cm de hauteur en une journée, correspond à une perte d'environ  $9 \times 10^4$  mètres-cubes d'eau, soit environ et en moyenne 1.042 mètres-cubes par seconde sur une durée de 24 heures.

Les variations de niveau du lac venant d'être observées résultent de l'hydrologie des afférences, donc de la pluviométrie sur le bassin versant et des éventuels transferts de bassin (d'eau potable et d'eaux usées). La conséquence de ces variations de niveau du lac est visible sur la chronique des débits mesurés au Chenit (CH). **L'ensemble de ces données n'est pas à ce jour disponible afin d'établir un bilan hydrologique précis**, ce qui aurait pourtant été nécessaire.

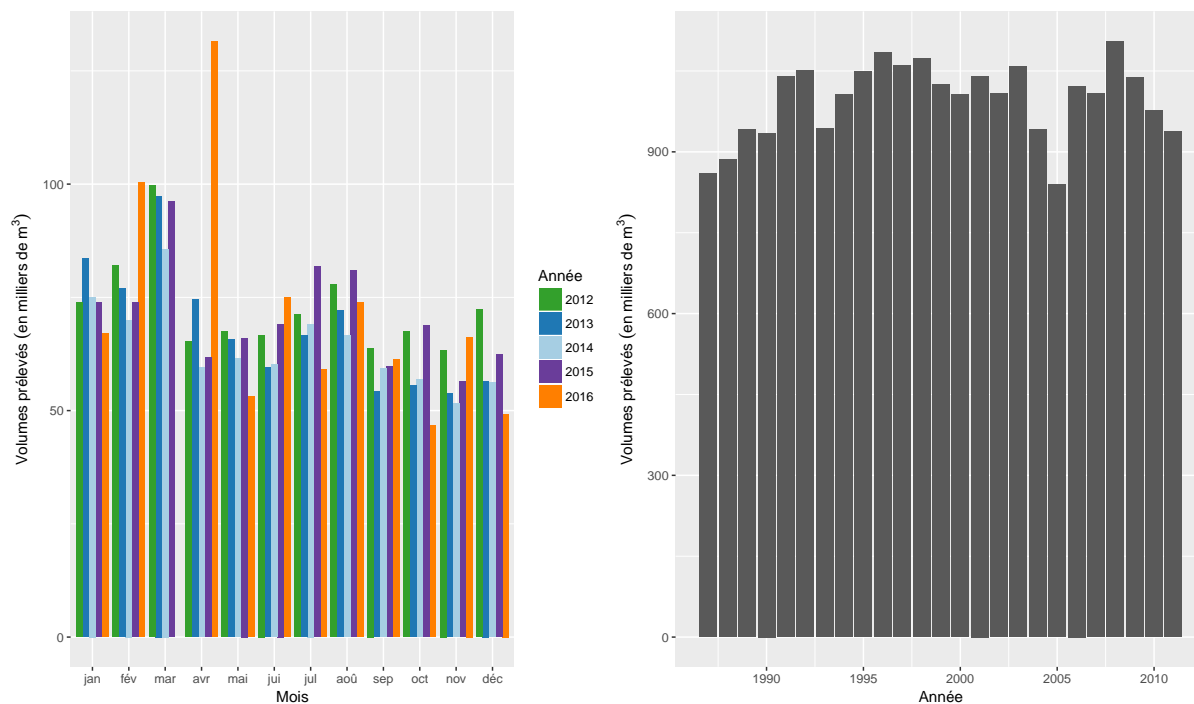


FIGURE 3.20 – Volumes captés pour l'AEP (mensuels et annuels) au niveau de la prise d'eau du lac des Rousses - Sources : données mensuelles : SIEPR via PNRHJ, données annuelles : SIERMC

Il est néanmoins possible d'observer l'évolution des volumes captés par le SIE du plateau des Rousses. La figure 3.20 fait état d'une variabilité saisonnière assez peu marquée, avec par ailleurs des volumes prélevés assez faibles lors de la période estivale, plus sensible concernant les débits généralement observés.

Les volumes captés sur la période 1987-2011 restent assez constants, variant d'environ 840 à 1105 milliers de mètres-cubes. **La pression exercée par l'AEP sur la ressource naturelle que constitue le lac des Rousses ne semble donc pas augmenter significativement sur cette période.**

En conclusion de cette tentative d'analyse des variations du niveau du lac des Rousses, il apparaît que :

- l'analyse succincte ici réalisée sur l'évolution journalière des hauteurs d'eau du lac des Rousses ne fait pas état de situations préoccupantes ;
- la **phénologie très irrégulières de ces marnages** pose question quant à son origine et ses conséquences sur la biodiversité ;

- une meilleure compréhension de cette phénologie doit passer par la réalisation d'un bilan hydrologique fin et intégré dans le temps ;
- ce **bilan hydrologique nécessite un nombre important de données manquantes ou pas assez précises** (pluviométrie, données de captage au pas de temps quotidien voir horaire, hydrologie de l'Orbe au Chenit, etc.) ;
- ce travail reste donc à poursuivre afin d'évaluer l'impact de cette pression sur le lac des Rousses à proprement parler, mais également sa connectivité avec ses tributaires et émissaires, ainsi que du bon fonctionnement de la zone aval, dans notre cas trans-frontalière et à fort enjeu environnemental (Site Natura2000 FR4301308 « Lac et tourbières des Rousses, vallée de l'Orbe »).

---

Les tributaires du lac des Rousses présentent une **morphologie altérée du fait d'actions directes de l'Homme** (drainages, curages, rectifications, etc.). Ces habitats présentent par ailleurs une **mauvaise connectivité** entre eux et avec les milieux humides adjacents, **réduisant d'autant leur résilience comme celle du lac** à proprement parler.

Les **effets de ces dégradations physiques sont interdépendants de l'hydrologie du bassin versant. Un drainage par le lac des milieux humides et tourbeux adjacents** peut s'exercer en **fonction de la gestion du niveau du lac** au vu des dimensions de leur drains, **accélérant potentiellement le transfert de polluants.**

---

### 3.3.4 Physico-chimie des eaux

#### Méthodes d'investigation

Un suivi de la qualité physico-chimique des eaux des émissaires du lac des Rousses et de l'Orbe a été réalisé sur 2 campagnes, dont la localisation des stations de prélèvement est visible sur la figure 3.21.

Un certain nombre de données concernant la nature physico-chimique de l'eau ne peuvent être acquises que sur le terrain, ces valeurs pouvant en effet évoluer très rapidement dans les échantillons prélevés. Les paramètres mesurés in situ seront les suivants :

- pH,
- Oxygène dissous,
- Taux de saturation en oxygène,
- Température (eau),
- Conductivité.

Les analyses ont été confiées au Laboratoire Départemental d'Analyses du Jura (LDA39) (eau) et au Laboratoire Départemental d'Analyses de la Drôme (LDA26) (sédiments). Les paramètres analysés sur l'eau sont visibles dans le tableau 3.10.

TABLE 3.10 – Paramètres physico-chimiques analysés par le LDA39 sur les eaux des affluents du lac des Rousses et de l'Orbe

Paramètres	Fréquence	Paramètre	Fréquence
Conductivité		TAC	
MEST		Dureté	
DBO5 à 20 ° C		Chlorures	
COD (Carbone Organique Dissous)		Sulfates	
Azote ammoniacal	2 campagnes	Calcium	2 campagnes
Azote Kjeldahl		Magnésium	
Nitrites		Sodium	
Nitrates		Potassium	
Orthophosphates			
Phosphore total			

Les résultats obtenus sur l'eau ont fait l'objet d'une interprétation en fonction de la grille de qualité selon NISBET et VERNEAUX 1970. L'interprétation en fonction du Système d'Évaluation de l'État des Eaux (SEEE) (COLLECTIF 2016) figure dans LEYVAL 2014. Ceux concernant les sédiments ont été interprétés en fonction du SEQ-Eau V2 (ANONYME 1999) et d'une grille d'analyse des sédiments québécoise (ENVIRONNEMENT CANADA 2007).

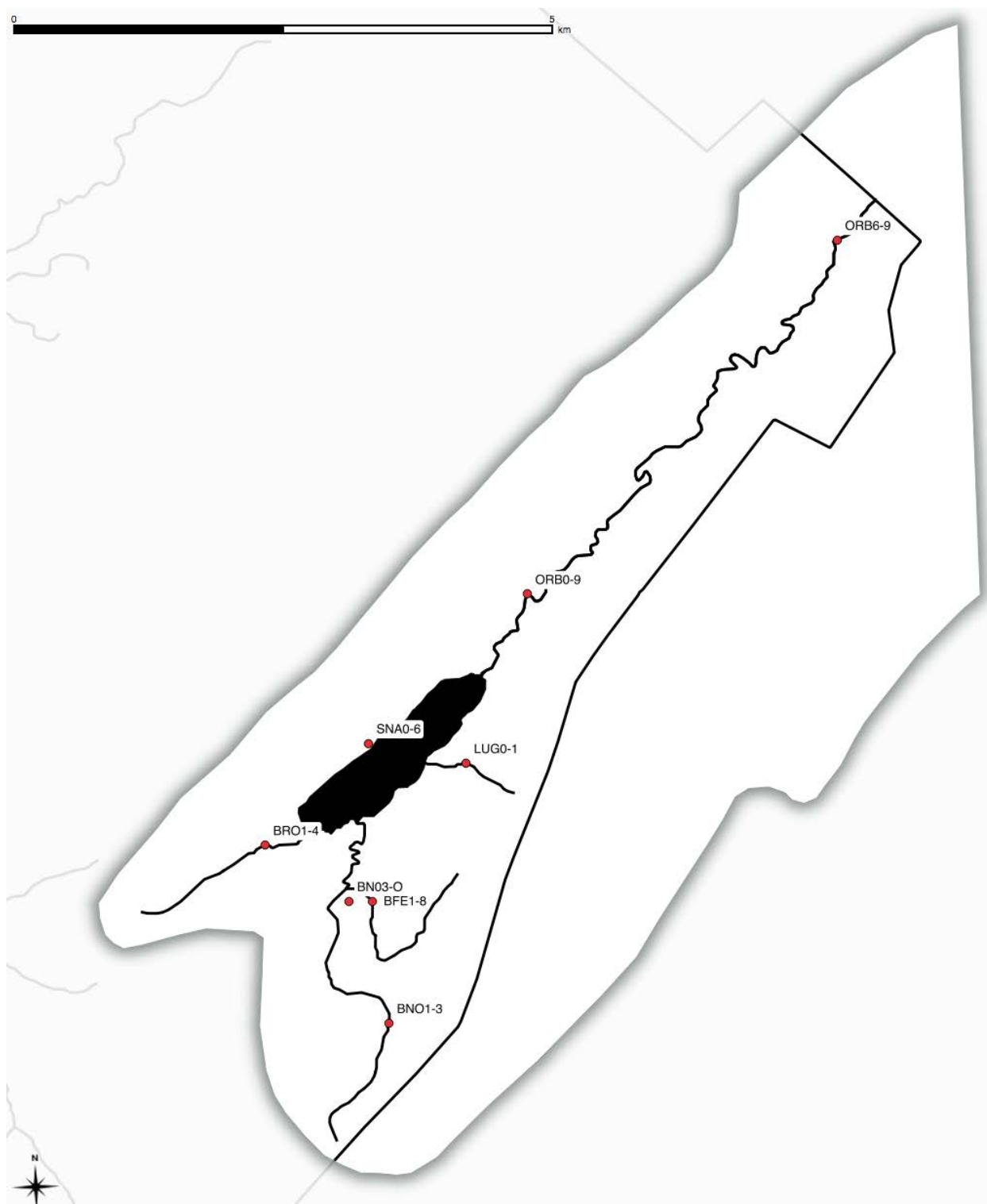


FIGURE 3.21 – Localisation des stations de suivi physico-chimique.

## Résultats

Les principaux résultats obtenus sur les affluents et l'émissaire du lac des Rousses sont issus du travail de Quentin Leyval, stagiaire de Master 2 à la FJPPMA (LEYVAL 2014), complétés par un travail direct de la FJPPMA à la demande du PNRHJ. Ils sont visibles au sein des tableaux 3.11 et 3.12.

TABLE 3.11 – Résultats du suivi physico-chimique réalisé le 24/06/2014 (0,18 m<sup>3</sup>/s au Chenit - CH) selon la grille de qualité selon Nisbet et Verneaux, 1970. Une valeur absente indique une absence de mesure ou une valeur inférieure au seuil de quantification

Paramètre	BFE1-8	BNO1-3	BNO3-0	BRO1-4	LUG0-1	ORB0-9	ORB6-9	SNA0-6
Ammonium	0.085	0.047	0.037	0.031	0.057	0.062	0.057	0.022
Azote Kjeldahl	1							
Azote total	1.73	0.85	0.91	1.11	1.39	0.55	0.78	0.58
Calcium	72	94	93	79	93	62	66	66
Carbone organique dissous	5.47	2	2.59	2.22	3.74	3.04	3	1.4
Chlorures	7.5	5.1	14	24	19	20	11	2.1
Conductivité corrigée à 25°C	385	453	483	475	542	328	363	355
DBO5	2.7	1.4	1.6	1.6	1.8	1.2	1.5	1.1
Dureté	18.6	23.9	23.8	20.9	24.6	16.1	17.2	18.4
Magnésium	1.6	1.2	1.5	2.8	3.5	1.5	1.8	4.7
MeS	4.6		4.4		6.6	4	4.2	8
N-Ammonium	0.07	0.04	0.03	0.02	0.04	0.05	0.04	0.02
N-Nitrates	0.7	0.52	0.68	0.56	0.5			0.36
N-Nitrites	0.03		0.01		0.01		0.01	
Nitrates	3.1	2.3	3	2.5	2.2			1.6
Nitrites	0.09	0.01	0.03		0.02	0.01	0.02	
Oxygène dissous (saturation)	118	101	96	98.5		100.5		
pH	7.75	8.7	8	8		8.5		
Phosphates	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03
Phosphore total	0.16	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12	0.11	0.09
Potassium	0.93		0.5		0.71			
Sodium	7.3	2.3	12	13	1.2	5.8	6.1	1.3
Sulfates	2	1.8	2.1	2.4	2.9	2.5	2.1	1.6
TAC	18.3	23.3	23.1	20.5	25.8	16	17	18.3
Température	12.6	9.1	12.4	11.4		11.7		

Les résultats mettent en évidence, sur les deux campagnes d'observation, des eaux de qualité assez bonne, bien que certaines observations appellent à la vigilance :

- la présence de **chlorures en quantité assez importantes** traduit une **pollution** (NISBET et VERNEAUX 1970) ;
- la **présence de nitrites et d'ammonium**, même en faibles quantités, indique la présence de formes réduites de l'azote, ce qui ne devrait pas être le cas dans des cours d'eau oxygénés. Ce point laisse donc également supposer la **présence d'eaux usées**.
- L'observation directe de nombreux détritits au niveau d'un poste de relevage montre un **important dysfonctionnement du réseau d'assainissement**, avec pour conséquence le déversement d'importantes quantités d'eaux usées non traitées dans les affluents et donc dans le lac des Rousses (voir figure 3.22).

TABLE 3.12 – Résultats du suivi physico-chimique réalisé le 27/05/2015 (0,17 m<sup>3</sup>/s au Chenit - CH) selon la grille de qualité selon Nisbet et Verneaux, 1970. Une valeur absente indique une absence de mesure ou une valeur inférieure au seuil de quantification

Paramètre	BFE1-8	BNO1-3	BNO3-0	BRO1-4	LUG0-1	ORB0-9	ORB6-9	SNA0-6
Ammonium	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.04	0.13	0.03
Azote global	0.27	0.47	0.63	0.5	0	0.11	0.32	1.2
Azote Kjeldahl								
Calcium	96	85	96	89	86	65	66	64
Carbone organique				1.33				
Carbone organique dissous	3.42	1.43	2.28		2.67	3.37	3.72	1.17
Chlorures	5.3	2.5	9.4	15	7.7	8.7	10	9.8
Conductivité corrigée à 25°C	409	400	465	453	397	325	336	354
DBO	0.99	1.2	0.95	0.79	0.88	0.9	1.4	0.75
Débit	0.002	0.001	0.013	0.006	0.001	0.117	0.155	0.001
Dureté	24.8	21.6	24.6	23.6	22.8	16.8	17.2	18.1
Magnésium	2	0.99	1.5	3.3	3.2	1.5	1.8	5.3
MeS				4.2				18
N-Ammonium	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.1	0.02
N-Nitrates		0.47	0.41	0.5			0.29	0.43
N-Nitrites							0.03	
Nitrates		2.1	1.8	2.2			1.3	1.9
Nitrites							0.11	
Oxygène dissous	11.41	11.6	9.55	10.22	10.29	8.41	11.4	9.5
Oxygène dissous (saturation)	117.6	108.1	90.6	109.3	109.1	88.6	128.9	96.7
pH	8.6	7.9	6.1	8.3	8.4	7.2	8.4	8.3
Phosphates				0.02				
Phosphore total	0.02	0.17	0.02	0.05	0.02	0.01	0.05	0.06
Potassium	2.3	0.29	0.68	0.48	0.45	0.65	0.62	0.6
Sodium	4.9	1.5	5.9	8.2	5.3	5	5.8	6.4
Sulfates	1.2	1.2		1.7	1.8	1.2	1.8	1.4
TAC	21.6	21.2	23.4	21.8	21.1	16.2	16.8	17.7
Température	11.1	6.6	7.6	13.1	12.7	12.3	15.7	11



FIGURE 3.22 – Poste de relevage situé au sein d'un golf et ayant débordé récemment (6 juin 2014)



Les sédiments des afférences du lac des Rousses et l'Orbe ont également fait l'objet de recherches de 290 molécules toxiques (liste complète en annexe .4).

Les couples molécule-stations ayant fait l'objet de détection sont visibles dans les tableaux 3.13, 3.14 et 3.15, dont les résultats sont confrontés à la grille de qualité SEQ-Eau V2 (ANONYME 1999) et les critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec (ENVIRONNEMENT CANADA 2007).

TABLE 3.13 – Résultats du suivi des toxiques (ETM) sur sédiments réalisé le 23/06/2014 selon la grille de qualité selon le SEQ-EAU V2. Une valeur absente indique une absence de mesure ou une valeur inférieure au seuil de quantification. En mg/kg MS

Paramètre	BFE1-8	BNO1-3	BRO1-4	LUG0-1	ORB0-9	SNA0-6
Arsenic (As)	19.9	11.7	2.5	20.5	9	13.8
Cadmium (Cd)	0.5	0.2		0.7	0.5	
Chrome (Cr)	36.5	22.1	11.1	51.3	26.3	21.5
Cuivre (Cu)	7	4.2	2.7	13.5	12.4	2.5
Mercure (Hg)	0.04	0.02		0.07	0.09	
Nickel (Ni)	17.4	6.9	2.5	20.9	12.3	7.9
Plomb (Pb)	11.9	6.8	4.7	22	17	6.9
Zinc (Zn)	66.3	34.7	17.7	119.9	82.4	20.2

TABLE 3.14 – Résultats du suivi des toxiques (ETM) sur sédiments réalisé le 23/06/2014 selon les critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec. Une valeur absente indique une absence de mesure ou une valeur inférieure au seuil de quantification. En mg/kg MS

Paramètre	BFE1-8	BNO1-3	BRO1-4	LUG0-1	ORB0-9	SNA0-6
Arsenic (As)	19.9	11.7	2.5	20.5	9	13.8
Cadmium (Cd)	0.5	0.2		0.7	0.5	
Chrome (Cr)	36.5	22.1	11.1	51.3	26.3	21.5
Cuivre (Cu)	7	4.2	2.7	13.5	12.4	2.5
Mercure (Hg)	0.04	0.02		0.07	0.09	
Nickel (Ni)	17.4	6.9	2.5	20.9	12.3	7.9
Plomb (Pb)	11.9	6.8	4.7	22	17	6.9
Zinc (Zn)	66.3	34.7	17.7	119.9	82.4	20.2

TABLE 3.15 – Résultats du suivi des toxiques (HAP) sur sédiments réalisé le 23/06/2014 selon la grille de qualité selon le SEQ-EAU V2. Une valeur absente indique une absence de mesure ou une valeur inférieure au seuil de quantification. En µg/kg MS

Paramètre	BFE1-8	BNO1-3	BRO1-4	LUG0-1	ORB0-9	SNA0-6
Acénaphthène				36		
Anthracène	21	25		20		22
Benzo (a) Anthracène	21	69		29		80
Benzo (a) Pyrène	35	86		63		122
Benzo (b) Fluoranthène	39	90		84		119
Benzo (ghi) Perylène	22	58		88		115
Benzo (k) Fluoranthène	20	45		32		61
Chrysène		69				88
Fluoranthène	91	197		117		244
Indéno (1,2,3-cd) Pyrène		25		13		75
Phénanthrène		75		77		105
Pyrène	58	135		86		167

On peut remarquer la seule détection d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et d'Éléments Traces Métalliques (ETM) alors qu'aucun pesticide n'a été quantifié (herbicide, insecticide, nématicide, fongicide, etc.). Il faut néanmoins rappeler que seuls les sédiments superficiels, et donc récemment mobilisés, ont fait l'objet d'une analyse. De plus, le prélèvement était ponctuel et non intégré dans le temps.

Les quantifications réalisées font état d'une quantité assez importante de HAP, problématique régionale (BOURCEREAU 2009). La présence de nombreux axes routiers coupant les affluents du lac pourrait être une éventuelle explication. Néanmoins ces résultats sont difficiles à interpréter, par exemple dans le cas des stations BNO1-3, présentant des valeurs notables, tandis que BNO3-0 n'en présente aucune (pas de gradient amont-aval). La situation de cette dernière en zone de tourbière ne permet pas d'expliquer cette absence (cas contradictoire de BFE1-8, avec des concentrations toutefois moindres).

La charge métallique est dans des gammes de valeurs non référentielles, notamment pour l'Arsenic (As), le Cadmium (Cd) et le Chrome (Cr). La quantité d'As observée peut être liée à l'usage de produits phytosanitaires, comme des lombricides par exemple, possibilité déjà évoquée sur le secteur en 2003 (MORILLAS 2003), ou encore dans le traitement du bois sous forme de complexe Cuivre (Cu), Cr, As (CCA) (LA ROCCA, HOUËIX et ANDRES 2010). Il peut également trouver son explication dans le fond géochimique, pouvant parfois en contenir des teneurs non négligeables dans le massif jurassien.

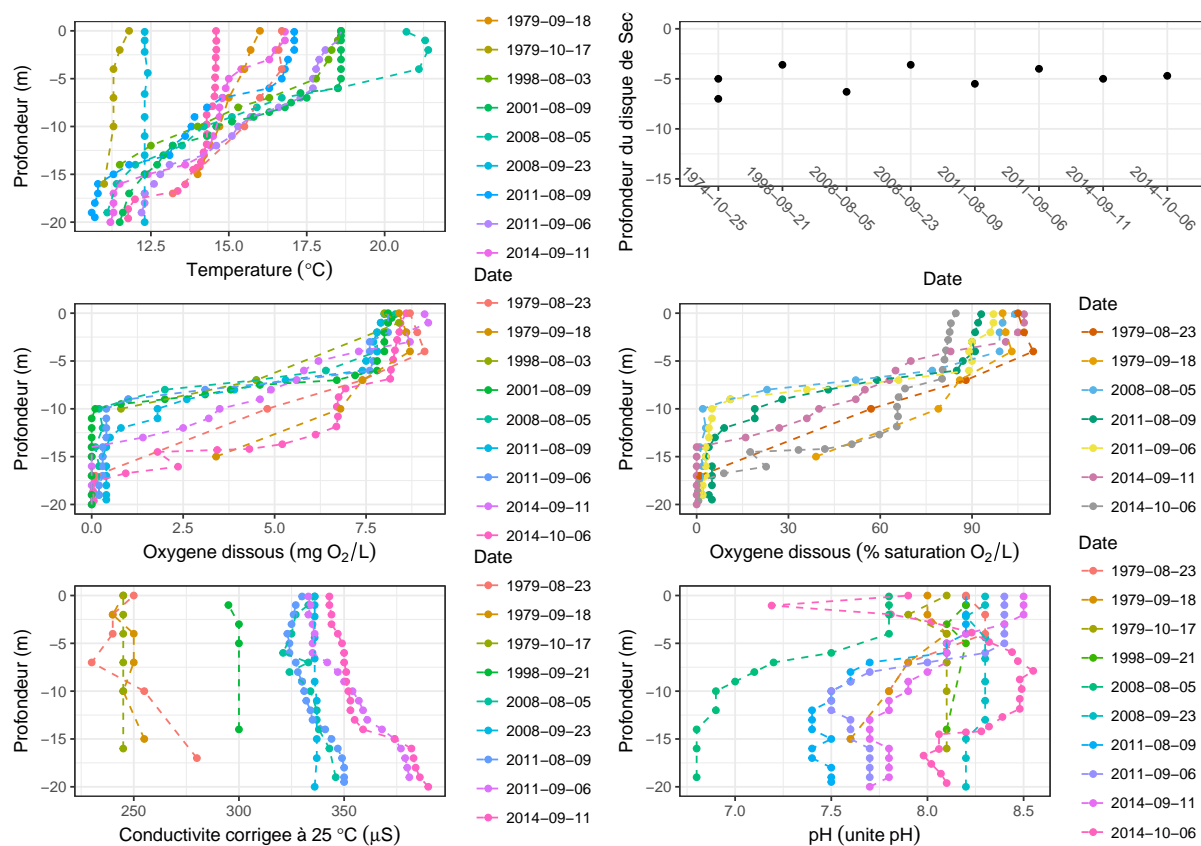


FIGURE 3.23 – Profils verticaux réalisés dans le lac des Rousses au point de plus grande profondeur en fin de période de stratification estivale

La synthèse des profils de mesures physico-chimiques réalisées lors des différentes campagnes de suivi du lac des Rousses (figure 3.23) permet de tirer quelques observations (données historiques issues de BARBE et al. 1976, VERNEAUX 1981a, BARBE et al. 1999, DIREN DE FRANCHE-COMTÉ 2000, RAYMOND 2002, MORILLAS 2003, S.T.E. - SCIENCES ET TECHNIQUES DE L'ENVIRONNEMENT 2009, BOUVET 2013, BOURGEOT, OLIVETTO et PROMPT 2015), FAGOT 2017a, ESSERT 2017) :

- On ne peut pas conclure à une évolution de la profondeur d'extinction du disque de Secchi.
- Le spectre des **conductivités** observées (fourchette entre valeurs minimales et maximales) présente des valeurs en **nette augmentation** entre les campagnes de 1979, 1998, celles des années 2000 et celles des années 2010. La même tendance à l'augmentation a été observée sur de nombreux lacs du massif jurassien (FAGOT 2013, GEFFROY 2015, FAGOT 2016 et ESSERT 2017).
- Les **faibles valeurs d'oxygénation estivale en profondeur** observées au cours de ces suivis sont récurrentes sur l'ensemble des chroniques, avec une tendance à l'**instensification au cours des dernières décennies** bien que la lac soit polymictique.
- « La demande en oxygène est très importante au niveau de l'hypolimnion pour dégrader la matière organique accumulée dans le sédiment. Cette situation peut être expliquée en partie par des causes naturelles : apports de sédiments d'origine tourbeuse difficilement assimilables, conditions climatiques régionales rigoureuses ralentissant le processus de dégradation de la matière organique » (BOURGEOT, OLIVETTO et PROMPT 2015). La tourbe est présente depuis plus de 5000 ans (BICHET et CAMPY 2009), et les conditions climatiques sont moins rigoureuses qu'il y a 150 ans (BICHET et al. 2015). La dérive constatée depuis quelques dizaines d'années ne peut donc pas uniquement s'expliquer par le contexte naturel précédemment cité.
- « De nombreux **HAP** ont été quantifiés dans les sédiments, dont certains en **concentrations non négligeables** », ainsi que deux PCBs (BOURGEOT, OLIVETTO et PROMPT 2015).
- Parmi les micropolluants organiques, du formaldéhyde (fongicide) a été observé dans la colonne d'eau au cours de chaque campagne de suivi DCE en 2011. **Des résidus d'herbicides et de fongicides ont été quantifié à plusieurs reprises entre 2012 et 2014 par l'ARS** dans le cadre du suivi des eaux brutes captées pour l'AEP (comm. pers. Franck Kron - Données 2012-2017). Il faut noter la détection de résidus de **dinitrocrésol, pesticide appartenant depuis février 1999 à la liste de substances actives de produits phytopharmaceutiques interdites par l'Union européenne** (règlement CE N° 1272/2008).



FIGURE 3.24 – *Vue de la rive Est le 21 mars 2014 - On peut remarquer les traces d'un épandage agricole récent, en présence de traces de neige.*

---

La qualité physico-chimique des afférences, de l'exutoire et du lac des Rousses présentent des situations contrastées :

- Les mesures physico-chimiques réalisées sur l'eau des **afférences** font état d'une **qualité d'eau douteuse** d'un point de vue organique. Les données historiques laissent apparaître des pollutions organiques plus importantes, mais tout ne semble pas résolu.
  - Ces observations concernant les pollutions organiques convergent avec celles réalisées sur les **pollutions toxiques**. On observe la présence d'HAP et surtout d'ETM, pour certains en **quantités très anormales** (arsenic notamment), dont l'origine anthropique est très probable (arrivée directe par utilisation de traitements phytosanitaires et/ou par érosion des sols en lien avec les changements de pratiques agricoles).
  - Les observations de **débordements du réseau d'assainissement** sont une preuve de contaminations organiques et toxiques des milieux aquatiques.
  - Les **épandages agricoles** d'amendements organiques constatés près du lac en période de dégel (voir figure 3.24), **avant la période de développement végétatif**, représentent également une contrainte forte en termes de pollutions organiques et potentiellement toxiques (traitements phytosanitaires pouvant être réalisés sur le bétail à l'origine de ces déjections).
  - Ces constats réalisés à l'échelle du bassin versant et des afférences du lac des Rousses se traduisent dans la physico-chimie du lac, à travers une **forte désoxygénation** de celui-ci malgré son caractère polymictique, une **augmentation pré-occupante de sa minéralisation**, mais également par une **contamination toxique**.
-

## États des lieux

Les constats réalisés précédemment sont à mettre en relation. Le bassin versant du lac des Rousses est utilisé par l'Homme depuis très longtemps, avec une évolution des usages : initialement très agricole, puis de plus urbanisé (développement urbain, tourisme, etc.) (MAGNY et RICHARD 1990 ; DANET et PAVAT 2017). Le bassin d'alimentation apporte des nutriments et des matières organiques grossières dans le lac. La contiguïté du lac avec plusieurs tourbières drainées accentue ce phénomène. Ces dépôts tendent à s'accumuler au fond du lac, qui ne présente pas des capacités intrinsèques suffisantes de dégradation de ces matériaux malgré son caractère polymictique, favorisant le brassage et donc l'oxygénation des eaux. Ce système lacustre est dans une **phase d'évolution rapide** depuis plusieurs décennies (VERNEAUX 1981a), c'est-à-dire dont la vitesse d'évolution observée **à long terme** est très supérieure à celle devant se produire naturellement.

Un processus de dégradation a néanmoins lieu dans le sédiment via des bactéries consommatrices d'oxygène. La stratification thermique estivale du lac entraîne un blocage des circulations verticales des eaux, et donc une forte désoxygénation du fond. Ceci induit un blocage partiel de l'absorption de la matière organique, mais surtout des conditions fortement limitante pour la faune (la flore étant, en zone profonde, naturellement limitée par les conditions de luminosité). Ainsi, les conditions d'oxygénation sont très défavorables en zone profonde, comme on peut le voir sur la figure 3.23. La désoxygénation du fond du lac (entre le tiers et la moitié de la colonne d'eau) étant stable depuis plusieurs décennies, **la répartition des peuplements pisciaires dans la masse d'eau s'en trouve donc fortement limitée.**

La répartition verticale des CPUE, visible sur la figure 3.7, montre que la majorité des captures de la zone profonde sont des gardons, des rotengles et des perches. Ces espèces, au moins pour les deux premières, sont ubiquistes et peu sensibles aux dégradations du milieu (VERNEAUX 1981b). La population de corégones doit faire l'objet d'un soutien de repeuplement afin de se maintenir. Cette espèce pélagique souffre certainement des **conditions estivales excessivement limitantes**, avec une « fenêtre de survie » très mince (quelques mètres de colonne d'eau tout au plus). Le corégone nécessite en effet :

- une oxygénation supérieure à 7 mg/L (SCHLUMBERGER et ÉLIE 2008), généralement disponible sur le lac des Rousses entre la surface et environ 8 mètres de profondeur ;
- une température d'eau inférieure à 16 °C (BRUSLÉ et QUIGNARD 2013 ; SCHLUM-

BERGER et ÉLIE 2008), généralement disponible sur le lac des Rousses entre le fond et environ 7 mètres de profondeur.

La réintroduction de la truite lacustre et surtout la possibilité d'accomplissement de son cycle biologique se trouvent confrontés à la même problématique. Enfin, les faibles effectifs de brochets (toute classe d'âge confondues) témoignent de difficultés de l'espèce. Les résultats obtenus sur l'Orbe en aval immédiat du lac font néanmoins état de **potentialités intéressantes**.

Il est aujourd'hui scientifiquement établi que nous évoluons dans un contexte de dérèglement climatique planétaire. Ceci engendre forcément des modifications sur le territoire étudié, contribuant pour partie aux évolutions observées mais surtout à des évolutions futures sur lesquelles nous ne pourrons pas agir directement. Les constats précédemment cités trouvent néanmoins en partie leur origine dans d'autres observations locales sur lesquelles **il est techniquement possible d'agir**.

Le fonctionnement des systèmes d'assainissement collectifs et non-collectifs doit être effectif, tant dans les réseaux que dans les systèmes de traitement. **Aucun déversement d'eaux usées non traitées dans les affluents ou directement dans le lac n'est acceptable**. Ce point n'est pas effectif à ce jour, comme en témoignent les observations directes et la qualité des peuplements macrobenthiques des afférences. La question des apports en nutriments se pose également concernant les **amendements** pouvant être réalisés sur le territoire, notamment d'un point de vue agricole. **Le lac des Rousses n'est pas en mesure d'assimiler la moindre surcharge en nutriments**. Les **dosages en arsenic réalisés dans les affluents posent des lourdes questions**. La figure 4.1 montre que certaines de ces mesures sont les plus élevées parmi les 203 mesures ayant été réalisées sur le département du Jura. L'apport anthropique direct ou suite à la mobilisation du fond géochimique par une éventuelle évolution des pratiques culturales doit être précisé, afin de limiter ces arrivées, comme celle d'autres toxiques par ailleurs, qui inhibent l'activité biologique de dégradation de la matière organique, ainsi que les capacités de développement de nombreuses espèces.

La morphologie des afférences est dégradée, notamment dans leur partie moins pentues proches du lac (hors delta). **La continuité écologique n'est par ailleurs que rarement assurée dans son intégralité** (montaison et dévalaison). Ces zones devraient jouer plusieurs rôles vis-à-vis du lac :

- accomplissement du cycle biologique de certaines espèces (truite lacustre, brochet, lote, etc.),
- migration de juvéniles des afférences vers le lac,
- autoépuration des eaux,
- rétention d'eau dans la nappe d'accompagnement.

**Ces fonctionnalités sont globalement défaillantes sur les Biefs Noir, Février et des Rousses du fait d'une morphologie et/ou d'une hydrologie altérée(s)**. Leur reconquête doit permettre la restauration fonctionnelle de ces services écosystémiques.

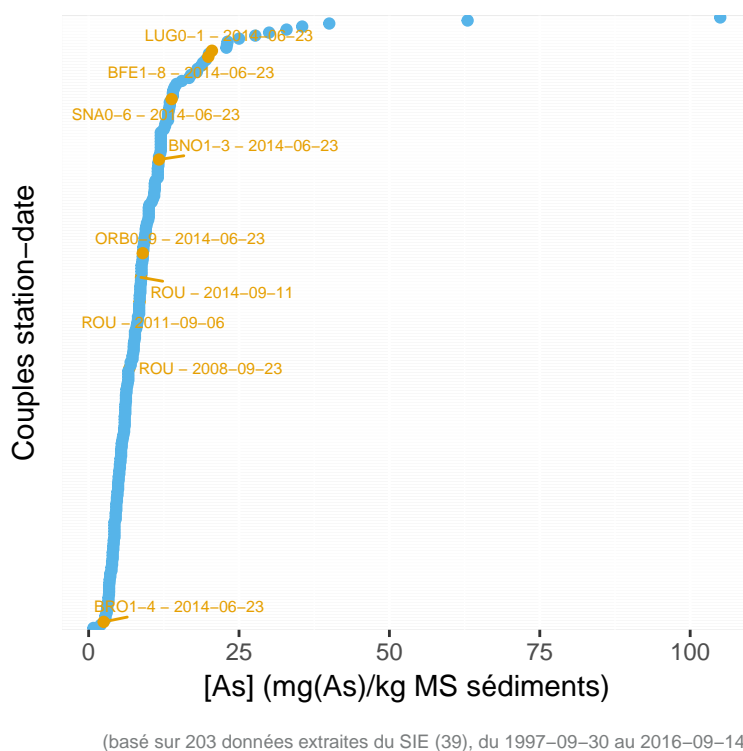


FIGURE 4.1 – Résultats classés des suivis de l'arsenic sur sédiments au sein du département du Jura, et identification des suivis de cette étude

Ces atteintes morphologiques entraînent également une **capacité de drainage des milieux humides environnants bien supérieure** (c'était d'ailleurs l'objectif recherché des travaux historiques de curage et de rectification). Les variations globalement importantes des hauteurs d'eau du lac (amplitude totale de l'ordre d'un mètre) engendrent un **drainage important des milieux humides environnant**, contribuant à leur assèchement régulier et donc à leur banalisation et leur attractivité moindre. Ce phénomène engendre également une **forte migration des matières organiques tourbeuses vers le lac**, aspect problématique à double titre (pour le lac et pour la tourbière).

L'ouvrage de la Planche Paget permet le maintien d'un débit minimal dans l'Orbe en aval en cas d'étiage. La hauteur de la ligne d'eau ainsi établie, donc l'état de mise en eau des habitats aquatiques et humide amont et aval, sont également sous l'influence des pompages destinés à l'AEP. L'écoulement aval de l'Orbe, comme la qualité de l'eau, font l'objet de discussions depuis de nombreuses années (MASSON 1986). Le caractère trans-frontalier de l'hydrosystème [Orbe - Lac des Rousses - Afférences (avec le bourg de La Cure) - bassin versant] implique une **gestion concertée, globale et également internationale de l'ensemble des enjeux**. Le statut de « **captage prioritaire** » établi par le SDAGE 2016-2021, les dégradations écologiques ici observées ainsi que la **préservation du patrimoine naturel et paysager de premier ordre** que constitue la haute vallée de l'Orbe montre également la nécessité d'une **gestion concertée, partagée et internationale**.



## Propositions d'action

L'ensemble de ces constats doit mener à des **actions visant à améliorer le fonctionnement de ces milieux naturels**.

### 5.1 Aménagement

Les principales mesures doivent permettre la réapparition d'habitats attractifs, diversifiés et épurateurs, ainsi que la réduction des apports de matières organiques depuis la tourbière :

- La mesure majeure à entreprendre doit être une **restauration morphologique des parties aval des afférences du lac**. Ces opérations, en réhaussant la cote de fond du lit et en rétablissant la continuité écologique, permettraient d'atteindre différents objectifs :
  - **rendre accessibles** certains linéaires de ces cours d'eau, aujourd'hui cloisonnés ;
  - **reconstituer les habitats** de ces cours d'eau, en favorisant la recréation d'une hétérogénéité et d'une attractivité favorables aux espèces (poissons, macroinvertébrés, etc.) ;
  - **tamponner les variations hydrologiques** en réduisant les vitesses de drainage par ces cours d'eau et les drains du secteur (qui seraient comblés), ce qui permettrait de maintenir des habitats en eau fraîche sur des durées plus importantes ;
  - **réhausser les lignes d'eau** des cours d'eau, donc des tourbières et milieux humides environnants, ce qui permettrait de favoriser leur biodiversité spécifique ;
  - **supprimer les effets de chasse** vers le lac de matières d'origine organique de la tourbière, minéralisées par l'absence d'ennoyage, et favorisés par les variations de niveau et les drainages.
- La **restauration de la continuité écologique** sur l'ensemble du linéaire de l'Orbe offrirait des possibilités migratoires et donc de colonisation exceptionnelles aux espèces piscicoles (brochet notamment).
- D'éventuels **aménagement restauratoires des tourbières** (comblement de drains, déboisement, aménagements, etc.) pourraient être envisagés en même temps, en fonction des objectifs de gestion de ces espaces.

Une partie de ce travail est actuellement réalisée par le PNRHJ à travers le rétablissement de la continuité écologique au niveau du barrage des Scies Neuves ou encore la démarche de restauration des Biefs Noir et Février dans la zone de tourbière. **Cette démarche doit être poursuivie et complétée pour l'ensemble des problématiques morphologiques :**

- Qualité morphologique du Bief des Rousses,
- Qualité morphologique du Bief Noir dans les golfs,
- Oblitération systématique des fossés de drainage arrivant dans le lac,
- Franchissabilité de la RD29E1,
- Suppression du plan d'eau et du seuil de l'ancienne scierie sur le Bief Février,
- Franchissabilité du seuil de la Boisellerie de Bois d'Amont,
- Franchissabilité du seuil des Meuniers (voir figure 5.1),
- Franchissabilité permanente de la Planche Paget.



FIGURE 5.1 – Vue du seuil dit de « des Meuniers » - Cliché P. Durllet

## 5.2 Usages sur le bassin versant

- Des **arrivées d'eaux usées non traitées** ont un impact négatif sur la qualité des eaux des affluents et du lac des Rousses. L'identification de leur origine et l'aménagement des réseaux et/ou des assainissements non collectifs (côté français mais également suisse - La Cure) doivent faire l'objet d'actions ambitieuses et rapides. Le Syndicat Mixte du Canton de Morez est actuellement en train de se saisir de ces problématiques.
- Le Diagnostic Territorial des Pressions Agricoles (DTPA) qui a récemment été réalisé sur l'Aire d'Alimentation du Captage (AAC) (DANET et PAVAT 2017) met en évidence une **évolution nécessaire et partiellement en cours des pratiques agricoles sur le territoire**, ceci dans un contexte climatique difficile, international et de moyenne montagne, principalement concernant les points suivants :
  - Réalisation régulières (en routine) et sur l'ensemble du territoire de l'AAC d'analyses d'herbes, de sols et d'effluents ;
  - Diminution de la « fertilisation réalisée sur certaines parcelles » (avec un éventuel accompagnement via des Mesures Agro-Environnementales (MAE)) ;
  - Pas d'augmentation de l'effort de traitement phytosanitaire ;

- Aménagement de clôtures et de zones d'abreuvement visant à éviter le piétinement, les apports de déjections directes et faciliter l'abreuvement du bétail ;
- L'AEP, dont le SIE du Plateau des Rousses a la responsabilité, doit tirer avantage du classement en captage prioritaire au titre du SDAGE 2016-2021. Le **rendement du réseau de distribution** de 68,3 % observé en 2010 (source : site internet eaufrance) **devrait être exemplaire** au regard des autres usages et doit donc **progresser** afin de réduire au maximum les pertes. Il pourrait également être intéressant que le SIE, seul ou en lien avec les collectivités locales, poursuive une démarche d'**acquisition foncière** des terrains stratégiques pour la préservation de la ressource en eau, avec ensuite la mise à disposition aux agriculteurs via des baux ruraux environnementaux. Cette approche pourrait s'inscrire dans une démarche plus globale visant à aller au-delà des prescriptions réglementaires relatives à l'AEP afin de restaurer de manière ambitieuse la qualité de la ressource.
- Les modalités de mise en œuvre d'éventuels **traitements des bois** lors de stockages, d'exploitations et/ou de transports sont à préciser avec les gestionnaires de forêts publiques et privées.

## 5.3 Gestion

- La **gestion piscicole du lac et des afférence** serait à faire évoluer en phase avec les capacités du milieu, dans l'attente d'une restauration à long terme des conditions mésologiques :
  - Le corégone dispose d'un volume utilisable très réduit. On peut donc s'interroger sur la **viabilité de l'espèce corégone** sur ce plan d'eau.
  - Les conditions mésologiques difficiles n'offrent que très peu d'espoir en l'état d'observer une population de truites lacustres dans le lac, notamment sans restauration des afférences, même si c'est vers cet objectif que l'ensemble des mesures doivent tendre. Le **retour de la truite lacustre serait en effet un très bon indicateur du retour d'un fonctionnement optimal du lac**. La truite lacustre était présente, rappelons-le, dans le lac des Rousses au moins jusque dans les années 80.
  - Une gestion patrimoniale orientée vers la **favorisation des brochets** serait plus en phase avec les conditions observées à l'heure actuelle. La restauration des habitats de reproduction proposée précédemment irait dans le même sens.
  - L'introduction d'espèces fouisseuses est à proscrire, afin de ne pas faire augmenter la turbidité sachant l'état actuel des sédiments (très riches en matière organique).
- La localisation à l'échelle du bassin versant des principales zones d'érosion pourrait permettre d'envisager une évolution de leur contexte afin de limiter ce transport de particules de sols, sur lesquelles sont potentiellement adsorbées le phosphore ainsi que de nombreux polluants toxiques.

## 5.4 Suivi

- La poursuite d'un **suivi physico-chimique** du lac, a minima sommaire, en fin de période de stratification estivale et idéalement hivernale, permettrait d'avoir une chronique de l'évolution de la désoxygénation de la zone profonde. Ce suivi est actuellement partiellement mené par le Conseil Départemental du Jura (CD39) et la FJPPMA. Cette action est réalisée en complément du suivi DCE réalisé par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse (AERMC).
- Un **suivi thermique de la colonne d'eau à différentes profondeurs** permettrait de préciser un éventuel « approfondissement de la strate superficielle d'eau chaude » (RAYMOND 2002).
- Le suivi et l'entretien d'un **dispositif piézométrique** en remplacement de celui du PNRHJ ne fonctionnant plus permettrait de constituer une chronique fiable quant à la hauteur du lac. Ce capteur aurait intérêt à être complété par un dispositif plus ambitieux au niveau de certains secteurs de tourbières et de zones humides attenantes, permettant ainsi d'avoir un suivi plus précis des mesures de restauration envisagées.
- Un **suivi physico-chimique et biologique des affluents du lac et de l'Orbe** de routine doit être réalisé régulièrement afin d'évaluer la réponse des écosystèmes aux mesures de gestion et de restauration qui seront entreprises. La station des Scies Neuves, en amont de la frontière franco-suisse, a intégré le Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO) animé par l'AERMC depuis quelques années.
- La **contamination par des molécules toxiques** (organiques et métalliques) doit également faire l'objet de **suivis spécifiques**, grâce notamment à l'utilisation de capteurs passifs pour les premiers (WALTHER 2017), et sur sédiments ou bryophytes pour les seconds.

## 5.5 Connaissance

- La réalisation d'un Indice Biotique Lacustre (IBL) permettrait d'établir un **état des lieux de la faune benthique** du lac.
- Un prélèvement d'une **carotte de sédiments** a été précédemment réalisé par l'Université de Franche-Comté. Cette approche a permis de faire évoluer la connaissance du fonctionnement trophique de lacs jurassiens (Narlay notamment, grand Maclu) (BELLE et al. 2014; BELLE et al. 2015; BELLE et al. 2016b; BELLE et al. 2016a). Le même type d'analyse a été réalisé concernant le prélèvement du lac des Rousses. Un **travail d'interprétation fine à l'échelle du lac de ce travail de paléolimnologie** permettrait de faire avancer la connaissance du fonctionnement passé et actuel du plan d'eau (aujourd'hui seule une analyse globale entre plusieurs dizaines de plans d'eau est réalisée - Comm pers. Laurent Millet).
- Un travail ambitieux mais nécessaire est de préciser et quantifier les **flux hydrologiques au sein du bassin versant** de l'Orbe jusqu'à la frontière :
  - Évolution des entrées (climatologie notamment, éventuelles délimitations imprécises du bassin versant, etc.),

- Usages du grand cycle de l'eau au sein du territoire (volumes pompés par l'AEP, pertes le long des réseaux, transferts de bassin, retour par l'assainissement, etc.),
- Bilan des sorties (évapotranspiration, évolution du niveau du lac, régulation au niveau de la Planche Paget, débit transitant au Chenit (CH), etc.).
- Le **suivi piscicole** serait à renouveler a minima dans la prochaine décennie, idéalement après 5 années, temps de renouvellement approximatif du peuplement piscicole.
- L'**amélioration des connaissances** quant à la nature, la localisation, les quantités et l'origine des **contaminations toxiques** observées dans le lac et les afférences permettrait d'en préciser l'origine, facilitant d'autant leur traitement.

## 5.6 Synthèse

Le tableau 5.1 établi une synthèse des actions à entreprendre et détaillées dans les sections précédentes.

TABLE 5.1 – Synthèse des actions à entreprendre

Type	Thématique	Objectif	Action
Aménagements	Habitats et hydrologie  Continuité écologique	Restauration morphologique des parties aval des afférences  Aménagement d'ouvrages	- Bief des Rousses  - Bief Noir dans les golfs - Oblitération des fossés de drainage - RD29E1  - Plan d'eau et seuil de l'ancienne scierie sur le Bief Février - Seuil de la Boissellerie - Seuil des Meuniers - Planche Paget
Usages	Assainissement  Agriculture  AEP  Exploitation sylvicole	Stopper les arrivées d'eaux usées non traitées  Fertilisation  Traitements phytosanitaires Réduction du piétinement  Amélioration des rendements Maîtrise foncière Connaître et améliorer si nécessaire les pratiques	- Identification des origines  - Aménagement des réseaux - Contrôles des ANC - Analyses d'herbes, de sols et d'effluents - Diminution de la fertilisation apportée à certaines parcelles - Pas d'augmentation, voire diminution - Aménagement de clôtures  - Aménagement d'abreuvement
Gestion	Gestion piscicole	Objectif de retour de la truite lacustre Gestion patrimoniale	- Restauration des habitats de reproduction du brochet

	Érosion	Limitation des transferts de polluants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas d'introduction d'espèces fouisseuses</li> <li>- Identification des zones de transfert de particules de sols</li> </ul>
Suivi	Eau du lac  Eau des affluents	Physico-chimie  Hauteurs d'eau Biologie Physico-chimie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poursuite d'un suivi en fin de périodes de stratification hivernale et estivale</li> <li>- Suivi thermique de la colonne d'eau</li> <li>- Suivi piézométrique</li> <li>- Suivi régulier courant</li> <li>- Suivi régulier courant</li> <li>- Amélioration des connaissances sur la contamination toxique (suivis intégrateurs)</li> </ul>
Connaissance	Eau du lac  Sédiments  Bassin versant	Biologie  Historique  Hydrologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IBL</li> <li>- Renouvellement du suivi piscicole</li> <li>- Analyse et interprétation des carottes de sédiments</li> <li>- Évaluations quantitatives et répartition</li> <li>- Amélioration des connaissances sur la contamination toxique</li> </ul>

Le contexte mésologique du lac des Rousses présente plusieurs limitations. Des nutriments et des matières organiques sont présents en quantités importantes dans les eaux et les sédiments du lac. La qualité physico-chimique fait état d'une désoxygénation assez importante en période de stratification, en lien avec une tendance à l'augmentation de la conductivité des eaux.

D'anciens travaux de curage et de réaménagement de certaines afférences ont engendré une très forte dégradation physique, ainsi qu'un abaissement très probable des lignes d'eau en période d'étiage. Ceci entraîne un assèchement des tourbières et zones humides annexes au lac, donc une banalisation de leur biodiversité ainsi qu'une minéralisation de la matière organique, nouvellement exposée à l'oxygène. Ce matériel aura ensuite tendance à s'écouler vers le lac par drainage, continuant de surcharger les fonds du lac.

La rupture de la continuité écologique le long du continuum Orbe-lac-affluents conduit à une limitation des domaines vitaux de certaines espèces piscicoles lacustres, brochet et truite lacustre en particulier.

Afin de restaurer le fonctionnement écologique de cet ensemble de milieux naturels (lac, tourbière, cours d'eau), il apparaît indispensable d'engager un ambitieux programme de travaux de reconquête. Cette démarche doit passer par un éventail d'opérations complémentaires telles que l'optimisation du fonctionnement du réseau d'assainissement, la restauration physique de cours d'eau, l'évolution de certaines pratiques agricoles et/ou d'aménagements de l'espace.

Ces actions opérationnelles doivent être accompagnées par la mise en œuvre et/ou par la poursuite de mesures d'acquisition de connaissance, de suivi et de gestion, afin de pouvoir en contrôler l'efficacité et les éventuelles limitations.

C'est seulement à travers ces opérations complémentaires et nécessairement concertées que l'environnement du lac des Rousses avancera vers une amélioration écologique, donc paysagère et sociale.



## Bibliographie

- AESCHBACHER, Agnès et al. (1983). « Poissons Des Lacs : Écologie. Essai de Cartographie Piscicole Appliquée Aux Lacs Du Jura : L'Abbaye, Clairvaux, Les Rousses, Saint-Point ». Mémoire de DESS "Eaux Continentales". Besançon : Université de Franche-Comté.
- AFNOR (2004). *NF T90-350 : Qualité de l'eau - Détermination de l'indice Biologique Global Normalisé (IBGN)*.
- (2005). *NF EN 14757 T90-366 : Qualité de l'eau - Échantillonnage Des Poissons à l'aide de Filets Maillants*.
- (2009). *XP T90-333 : Prélèvement Des Macro-Invertébrés Aquatiques En Rivières Peu Profondes*.
- ALEXANDER, T. J. et al. (2015a). « Estimating Whole-Lake Fish Catch per Unit Effort ». In : *Fisheries Research* 172, p. 287-302.
- ALEXANDER, Timothy J. et al. (jan. 2015b). « Evaluating Gillnetting Protocols to Characterize Lacustrine Fish Communities ». In : *Fisheries Research* 161, p. 320-329. ISSN : 0165-7836. DOI : 10.1016/j.fishres.2014.08.009.
- AMOROS, C. et G E PETTS (1993). *Hydrosystèmes Fluviaux*. Sous la dir. de MASSON.
- ANONYME (juin 1925). « Les Rousses ». In : *L'Illustration Économique et Financière*. "Numéro Spécial : Le Jura, Supplément Au N° de Juin 1925", p. 106.
- ANONYME (1986). *Le Lac Des Rousses*. Rapp. tech. Besançon : Centre Universitaire d'Études Régionales, p. 20.
- (1998). *Diagnose Rapide Du Lac Des Rousses - Campagne 1998*. Rapp. tech. CEMA-GREF, p. 13.
- ANONYME (1999). « Système d'évaluation de La Qualité Des Cours d'eau, Rapport de Présentation SEQ-Eau (Version 2) ». In : *Les études des Agences de l'Eau* 64.64, p. 59.
- (mar. 2000). *Lac Des Rousses*. Rapp. tech. Conseil Général du Jura, p. 47.
- (2002). *Le Lac Des Rousses et Son Bassin Versant - Synthèse Des Données*. Rapp. tech. Conseil Général du Jura, p. 47.
- (2008). *Résultats de l'échantillonnage Piscicole Du Lac Des Rousses - Campagne 2008*. Rapp. tech. Dijon : ONEMA, p. 2.
- ANONYME (2009). *Évaluation Quantitative et Qualitative de l'Orbe Supérieure - Lac Des Rousses - Lac de Joux*. Rapp. tech. Fribourg : Canton de Vaud, p. 28.
- AUBERT, Daniel et al. (2000). *Val d'Orbe, Vallée de Joux. Deux Communautés Se Partagent Un Site Haut-Jurassien*. Lons-le-Saunier : Éditions Arts et Littérature.
- AUGUIE, Baptiste (2017). *gridExtra : Miscellaneous Functions for "Grid" Graphics*.

- BAGLINIÈRE, Jean-Luc et Gérard MAISSE (1991). *La Truite : Biologie et Écologie*. Editions Quae. ISBN : 978-2-7380-0338-6.
- BAILLY, Gilles et al. (avr. 2007). *Étude et Cartographie de La Flore et de La Végétation de Dix Lacs Du Massif Jurassien. Petit et Grand Lacs de Clairvaux (Jura), Lac Du Vernois (Jura), Lac Du Fioget (Jura), Lac de Malpas (Doubs), Lac de Remoray (Doubs), Lac de Saint-Point (Doubs), Lacs de Bellefontaine et Des Mortes (Jura et Doubs) et Lac Des Rousses (Jura)*. Rapp. tech. Besançon : Conservatoire botanique de Franche-Comté, p. 132.
- BARBE, Jacques et al. (1976). *Diagnose Écologique Du Lac Des Rousses*. Rapp. tech. Besançon : CTGREF, p. 21.
- BARBE, Jacques et al. (1999). *Diagnose Du Lac Des Rousses*. Rapp. tech. Lyon : CEMAGREF, p. 23.
- BELLE, Simon et al. (août 2014). « Temporal Changes in the Contribution of Methane-Oxidizing Bacteria to the Biomass of Chironomid Larvae Determined Using Stable Carbon Isotopes and Ancient DNA ». en. In : *Journal of Paleolimnology*, p. 1-14. ISSN : 0921-2728, 1573-0417. DOI : 10.1007/s10933-014-9789-z.
- BELLE, Simon et al. (fév. 2015). « Assemblages and Paleo-Diet Variability of Subfossil Chironomidae (Diptera) from a Deep Lake (Lake Grand Maclu, France) ». en. In : *Hydrobiologia*, p. 1-16. ISSN : 0018-8158, 1573-5117. DOI : 10.1007/s10750-015-2222-4.
- BELLE, Simon et al. (avr. 2016a). « 20th Century Human Pressures Drive Reductions in Deepwater Oxygen Leading to Losses of Benthic Methane-Based Food Webs ». In : *Quaternary Science Reviews* 137, p. 209-220. ISSN : 0277-3791. DOI : 10.1016/j.quascirev.2016.02.019.
- BELLE, Simon et al. (2016b). « Climate and Human Land-Use as a Driver of Lake Narlay (Eastern France, Jura Mountains) Evolution over the Last 1200 Years : Implication for Methane Cycle ». English. In : *Journal of Paleolimnology* 1.55, p. 83-96. ISSN : 0921-2728, 1573-0417. DOI : 10.1007/s10933-015-9864-0.
- BELLE, Simon et al. (avr. 2016c). « Increase in Benthic Trophic Reliance on Methane in 14 French Lakes during the Anthropocene ». en. In : *Freshwater Biology*, n/a-n/a. ISSN : 1365-2427. DOI : 10.1111/fwb.12771.
- BERNARD, M. et al. (1985). « Recherches Sur Les Sédiments de Six Lacs de Franche-Comté. Études Des Paramètres Physico-Chimiques Des Sédiments ». Mémoire de DESS "Eaux Continentales". Université de Franche-Comté.
- BERTHET, Bernard (1946). « Esquisses de Sociologie Française : Deux Villages Du Jura ». In : *Annales, économies, sociétés, civilisation*, p. 178-182.
- BERTHET, Marc. « Deux Aspects Du Jura : Chateau-Chalon et Les Rousses ». In : *Tableau de l'activité... de 1959 à 1964. Résumé... Des Mémoires*. Société d'émulation du Jura, p. 84-94.
- BICHET, Vincent et Michel CAMPY (2009). *Montagnes du Jura : géologie et paysages*. français. Besançon, France : Néo-éditions. ISBN : 978-2-914741-61-3.
- BICHET, Vincent et al. (nov. 2015). *Histoire du climat en Franche-Comté : Du Jurassique à nos jours*. Français. Pontarlier : Editions du Belvédère. ISBN : 978-2-88419-384-9.
- BIDAUT, Françoise et al. (1983). « Recherche Sur Les Sédiments et La Faune Benthique de Quatre Lacs Du Jura : Saint-Point, Clairvaux, l'Abbaye, Les Rousses ». Mémoire de DESS "Eaux Continentales". Université de Franche-Comté.
- BIVAND, Roger, Tim KEITT et Barry ROWLINGSON (2017). *Rgdal : Bindings for the Geospatial Data Abstraction Library*.

- BIVAND, Roger et Nicholas LEWIN-KOH (2017). *Maptools : Tools for Reading and Handling Spatial Objects*.
- BONNEFOY, Lucien (Avril-Juin 2014). « Les Rousses En 1900. I, Le Plateau Des Rousses et Sa Flore ». In : *La Racontotte* 99, p. 41-43.
- BORDERELLE, Anne-Laure et al. (2009). « Influence of Watershed's Anthropogenic Activities on Fish Nitrogen and Carbon Stable Isotope Ratios in Nine French Lakes ». In : *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystem* 392, p. 1-13.
- BOURCEREAU, Laurence (2009). *Accumulation Des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) Dans Les Sédiments de La Rivière Doubs - Rapport Final*. Rapp. tech. Besançon : CG25/Université de Franche-Comté, p. 49.
- BOURGEOIT, François, Arnaud OLIVETTO et Philippe PROMPT (oct. 2015). *Surveillance de La Qualité Des Plans d'eau Des Bassins Rhône Méditerranée Corse – Suivi 2014 – Rapport de Données et d'interprétation – Lac Des Rousses (Jura)*. Rapp. tech. 2805FB15. Agence de l'eau RMC, p. 44.
- BOUVET, Nathalie (2006). *Propositions Pour Un Schéma Opérationnel d'aménagement Du Bassin Versant Du Lac Des Rousses*. Rapp. tech. NBCE.
- (2013). *Suivi Des Paramètres Physiques de Quatres Lacs Utilisés à Des Fins d'alimentation En Eau Potable : Lacs de l'Abbaye, de Bellefontaine, Des Rousses et Du Trouillot*. Rapp. tech. Besançon : Parc Naturel Régional du Haut-Jura, p. 153.
- BRELOT, Jean, Gustave DUHEM et Marc BERTHET (1963). *À travers les villages du Jura*. fr. Impr. M. Declume.
- BRUSLÉ, Jacques et Jean-Pierre QUIGNARD (juil. 2013). *Biologie des poissons d'eau douce européens*. Français. 2e édition. Paris : Tec & Doc Lavoisier. ISBN : 978-2-7430-1496-4.
- BUISSON, Sandrine (2004). *Utilisation de La Paléolimnologie Pour La Détermination d'un État de Référence (Au Sens de La Directive-Cadre Européenne Sur l'Eau) Dans Les Lacs Du Bassin Rhône Méditerranée Corse*. Rapp. tech. Lyon : Agence de l'eau RMC, p. 79.
- CAPT, Gilbert et al. (2012). *Les Eaux Capricieuses de La Vallée de Joux*. L'Orient - Suisse : Edition Imprimerie Baudat.
- CBNFC (août 2004). *Cartographie Des Habitats Selon La Typologie Corine Biotores Du Site Natura 2000 de La Vallée de l'Orbe (Partie Sud) - Document de Travail*.
- CHAVETNOIR, Béatrice (1988). « L'économie d'un Village de Montagne : Les Rousses, Haut-Jura, Aux XVIIe et XVIIIe Siècles ». Mémoire de Maîtrise. Besançon : Université de Franche-Comté.
- (1990). « Population et Économie d'une Zone Frontière d'altitude : La Haute Vallée de l'Orbe Aux XVIIe et XVIIIe Siècles ». Mémoire de DEA. Besançon : Université de Franche-Comté.
- COLLECTIF (mar. 2016). *Guide Technique Relatif à l'évaluation de l'état Des Eaux Continentales (Cours d'eau, Canaux, Plans d'eau)*. Rapp. tech. La Défense : Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, p. 106.
- COPPIN, Hervé et Sylvain MEISERMANN (2012). *Étude Des Plans d'eau Du Programme de Surveillance Des Bassins Rhône-Méditerranée et Corse - Rapport de Données Brutes et Interprétation - Lac Des Rousses - Suivi Annuel 2011*. Rapp. tech. 08-283/2012-PE2011-19. Le Bourget du lac : AERMC, p. 39.
- COUDERCHET, Hervé (1990). « Recherches Sur Les Paysages de La Région Des Rousses, Jura ». Mémoire de Maîtrise. Besançon : Université de Franche-Comté.
- CRAPLET, Pascal (oct. 2001). *Prise d'eau Du Lac Des Rousses - Commune Des Rousses - Arrêté Portant Déclaration d'utilité Publique de La Dérivation Des Eaux Superficielles*

- et de l'instauration Des Périmètres de Protection - Arrêté Portant Autorisation de Distribuer Au Public de l'eau Destinée à La Consommation Humaine - Arrêté Portant Autorisation de Prélèvement Au Titre de La Loi Sur l'eau.*
- DAHL, David B. (fév. 2016). *Xtable : Export Tables to LaTeX or HTML*.
- DANET, Thomas et Jean-Louis PAVAT (avr. 2017). *Diagnostic Territorial - Volet Agricole - Année 2016 - Recensement Des Risques de Pollutions Présents Dans Le Périmètre de Protection Éloigné Du Captage*. Rapp. tech. Syndicat Intercommunal des eaux du plateau des Rousses, p. 74.
- DEGIORGI, François (1994). « Étude de l'organisation spatiale de l'ichtyofaune lacustre - Prospection multisaisonnière de 6 plan d'eau de l'Est de la France à l'aide de filets verticaux ». français. Thèse de doctorat. Besançon : Université de Franche-Comté.
- DEGIORGI, François et Hervé DECOURCIÈRE (2000). *Protocole d'analyse Semi-Quantitative Des Communautés Benthiques : Le MAG20*. Rapp. tech. Téléos, p. 3.
- DEGIORGI, François, Norbert MORILLAS et Jean-Pierre GRANDMOTTET (2002). *Méthode Standard d'analyse de La Qualité de l'habitat Aquatique à l'échelle de La Station : L'IAM*. Rapp. tech. Téléos, p. 7.
- DEGIORGI, François et Jean-Claude RAYMOND (2000). *Utilisation de l'ichtyofaune Pour La Détermination de La Qualité Globale Des Écosystèmes d'eau Courante*. Rapp. tech. Bron : Conseil Supérieur de la Pêche, p. 223.
- DEGIORGI, François, Jean-Claude RAYMOND et Jean-Pierre GRANDMOTTET (2003). *Analysis of Quantitative Structures of the Lake Ichthyofauna by Standard Use of Vertical Nets*. Rapp. tech., p. 13.
- DELEBECQUE, André (1898). *Les lacs français*. français. Typographie Chamerot et Renouard. Paris.
- DESCOMBES, Guy (déc. 1965). « Sports de Neige. Le Ski Français Serait-Il Sur La Mauvaise Pente? [Le Point à Métabief. Le Point Aux Rousses. Les Petites Stations Du Doubs et Du Jura] ». In : *Revue Franche Comté. Revue Haut-Doubs Jura* 12, p. 24-27.
- Directive 2000/60/CE Du Parlement Européen et Du Conseil Du 23 Octobre 2000 Établissant Un Cadre Pour Une Politique Communautaire Dans Le Domaine de l'eau* (oct. 2003).
- DIREN DE FRANCHE-COMTÉ (déc. 1999). « Le Lac Des Rousses (Appelé Autrefois Lac Quinsonnet, Quintenois) ». In : *Les Lacs Du Département Du Jura et Leur Bassin Versant*. Besançon, p. 173-188.
- (2000). *Le Lac Des Rousses - Diagnose Rapide*. Rapp. tech. Lons-le-Saunier : Conseil Général du Jura, p. 37.
- DOREAU, Daniel (2001). « Suivi En Continu Des Alevins Du Lac Des Rousses (Jura) : Abondance, Croissance et Répartition Spatiale - Juin à Août 2001 ». Mémoire de DESS "Qualité et Traitement Des Eaux et Des Bassins Versants". Lons-le-Saunier : Université de Franche-Comté.
- DUMONT, Alain (1970). « Evolution Économique et Sociale : Commune Des Rousses (Jura) ». Mémoire de Maîtrise. Besançon : Université de Franche-Comté.
- DURLET, Pierre (oct. 2011). *Fonctionnement de l'ouvrage de La Planche Paget - Compte-Rendu de Réunion - 4 Octobre 2011 à La Mairie Des Rousses*.
- ENVIRONNEMENT CANADA (2007). *Critères Pour l'évaluation de La Qualité Des Sédiments Au Québec et Cadres d'application : Prévention, Dragage et Restauration*. Rapp. tech. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, p. 39.

- ESSERT, Valentin (2017). « Synthèse et Analyse de Données Physico-Chimiques Sur Les Lacs Du Département Du Jura ». Mémoire de Travail d'Étude et de Recherche. Lons-le-Saunier : Université de Franche-Comté.
- FAGOT, Jean-Baptiste (2011). *Impacts de La Gestion Du Niveau Des Lacs Sur Leur Métabolisme et Sur Leurs Capacités Biogènes - Synthèse Bibliographique*. Rapp. tech. Besançon : Université de Franche-Comté, p. 34.
- (2013). *Diagnose Piscicole Du Lac de Chalain*. Rapp. tech. Lons-le-Saunier : Fédération du Jura pour la pêche et la protection du milieu aquatique, p. 50.
- (juil. 2016). *Diagnostic Piscicole et Propositions d'actions - Lac de Bonlieu (39)*. Rapp. tech. Lons-le-Saunier : Fédération du Jura pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, p. 44.
- (jan. 2017a). *Lacs Du Département Du Jura - Observations Physico-Chimiques (2014)*. Rapp. tech. Lons-le-Saunier : Fédération du Jura pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, p. 35.
- (fév. 2017b). *Lacs Du Département Du Jura - Observations Physico-Chimiques (2016)*. Rapp. tech. Lons-le-Saunier : Fédération du Jura pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, p. 43.
- FERREZ, Yorick et Julien GUYONNEAU (2004). *Typologie et Cartographie Des Habitats Naturels et Semi-Naturels et Des Habitats d'espèces Du Site Natura 2000 "Lac et Tourbières Des Rousses, Vallée de l'Orbe"*. Rapp. tech. Besançon : Conservatoire botanique de Franche Comté, p. 46.
- FRANCHE-COMTÉ, DIREN (oct. 1998). *Les Lacs Du Département Du Jura et Leur Bassin Versant - Synthèse Des Données - Propositions de Gestion*. Rapp. tech. Conseil Général du Jura - Agence de l'eau RMC - DIREN de Franche-Comté, p. 90.
- (avr. 2004). *Fiche Natura2000 "Lac et Tourbières Des Rousses - Vallée de l'Orbe"*.
- FRANZONI, Adeline (2012). *Contribution à l'identification Des Cortèges Entomologiques d'Éphéméroptères, Trichoptères et Plécoptères En Franche-Comté - Rapport de Restitution Des Investigations 2011*. Rapp. tech. Besançon : Conservatoire botanique de Franche Comté - Observatoire Régional des Invertébrés.
- GEFFROY, Sixtine (juin 2015). *Bilan Des Connaissances Sur l'état Écologique Du Lac de Remoray et de Son Bassin Versant*. Rapp. tech. Besançon : Réserve naturelle du lac de Remoray - Laboratoire Chrono-Environnement, p. 76.
- GERDEAUX, Daniel (1987). « Revue Des Méthodes d'estimation de l'effectif d'une Population Par Pêches Successives Avec Retrait. Programme d'estimation d'effectif Par La Méthode de Carle et Sturb ». In : *Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture* 304, p. 13-21.
- GIMARET, Hervé (1988). « Bilan de La Macrofaune Benthique Récoltée Dans 14 Lacs Du Jura. Analyse En Fonction de La Profondeur ». Mémoire de DUEHH. Université de Franche-Comté.
- GOMPEL, Éric (sept. 1986). « Point Zéro Hydrogéologique de La Tourbière Des Rousses ». Mémoire de DEA d'Hydrologie "Sciences de l'eau et Aménagement". École Nationale Supérieure des Mines de Paris - Université de Franche-Comté - Université du Languedoc (Montpellier) - Université Pierre et Marie Curie (Paris 6).
- GOMPEL, Éric, Pierre CHAUBE et Jean MANIA (1990). « Hydrologie de La Tourbière Des Rousses ». In : *Etude d'un Pays Comtois : Le Haut-Jura*. Publications du CUER, Centre universitaire d'études régionales 7. CUER, p. 3-32.

- GRANDMOTTET, Jean-Pierre (1983). « Principales Exigences Des Téléostéens Dulcicoles Vis-à-Vis de l'habitat Aquatique ». In : *Annales scientifiques de l'Université de Franche-Comté* 4ème série, Fascicule 4, p. 3-25.
- GROLEMUND, Garrett et Hadley WICKHAM (2011). « Dates and Times Made Easy with Lubridate ». In : *Journal of Statistical Software* 40.3, p. 1-25.
- GUERY, Corinne et al. (1987). « Contribution à l'étude Des Sédiments Des Lacs Juras-siens (Abbaye, Clairvaux, Les Rousses) ». Mémoire de DESS "Eaux Continentales". Besançon : Université de Franche-Comté.
- HUET, Marcel (1949). « Aperçu Des Relations Entre La Pente et Les Populations Pis-cicoles Des Eaux Courantes ». In : *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie* 11.3-4, p. 332-351. ISSN : 0036-7842. DOI : 10.1007/BF02503356.
- (1954). « Biologie, Profils En Long et En Travers Des Eaux Courantes ». In : *Bulletin Français de Pisciculture* 175, p. 41-53. ISSN : 0373-0514. DOI : 10.1051/kmae:1954001.
- ILLIES, J. et L. BOTOSANEANU (1963). « Problèmes et Méthodes de La Classification et de La Zonation Écologique Des Seaux Courantes, Considérées Surtout Du Point de Vue Faunistique ». In : *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew Limnol.* 12, p. 1-57.
- INPN (jan. 2014). *Fiche INPN Natura2000 "FR4301308 - Lac et Tourbières Des Rousses, Vallée de l'Orbe"*.
- IRZ, Pascal, Christine ARGILLIER et Thierry OBERDORFF (juil. 2004). « Native and In-troduced Fish Species Richness in French Lakes : Local and Regional Influences ». en. In : *Global Ecology and Biogeography* 13.4, p. 335-344. ISSN : 1466-8238. DOI : 10.1111/j.1466-822X.2004.00109.x.
- KAHLE, David et Hadley WICKHAM (2013). « Ggmap : Spatial Visualization with Gg-plot2 ». In : *The R Journal* 5.1, p. 144-161.
- LA ROCCA, B., N. HOUEIX et S. ANDRES (2010). *INERIS - Fiche de Données Toxi-cologiques et Environnementales Des Substances Chimiques - Arsenic et Ses Dérivés Inorganiques*. Rapp. tech. INERIS, p. 124.
- LAFONT, M., J. JUGET et G. ROFES (1991). « Un Indice Biologique Lacustre Basé Sur l'examen Des Oligochètes ». In : *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science* 4.2, p. 253-268.
- LAFONT, Michel et J. JUGET (1981). « Les Oligochètes de Quelques Lacs Jurassiens et Leur Utilisation Pour Apprécier l'état Biologique Des Sédiments Profonds ». In : *Annales Scientifiques de l'Université de Franche-Comté - Biologie animale* 4.2, p. 47-57.
- LAMAIRESSE, Pierre-Eugène (1873). *Études hydrologiques sur les monts Jura, mémoire*. français. Paris, France : Dunod.
- LAMBERT, Jean-Pierre (1993). « Les Rousses : Naissance d'un Village Du Haut-Jura ». In : *Généalogie franc-comtoise* 54, p. 57-58.
- LAVRIEUX, Marlène et al. (mar. 2017). « From Medieval Land Clearing to Industrial De-velopment : 800 Years of Human-Impact History in the Joux Valley (Swiss Jura) ». en. In : *The Holocene*, p. 0959683617693892. ISSN : 0959-6836. DOI : 10.1177/0959683617693892.
- LEYVAL, Quentin (sept. 2014). « Diagnose Écologique Des Affluents et de l'émissaire Du Lac Des Rousses ». Mémoire de Master 2 Gestion Des Milieux Aquatiques Restauration et Conservation. Lons-le-Saunier : Université de Lorraine.
- Loi 2006-1772 Du 30 Décembre 2006 Sur l'eau et Les Milieux Aquatiques* (déc. 2006).

- MAGNIN, Antoine (1904). *Les lacs du Jura t.4 : Monographies botaniques de 74 lacs jurassiens : suivies de considération générales sur la végétation lacustre*. français. Paris, France : P. Klincksieck.
- MAGNY, Michel (1992). « Holocene Lake-Level Fluctuations in Jura and the Northern Subalpine Ranges, France : Regional Pattern and Climatic Implications ». In : *Boreas* 21.4, p. 319-334.
- (1993). « Une Nouvelle Mise En Perspective Des Sites Archéologiques Lacustres : Les Fluctuations Holocènes Des Lacs Jurassiens et Subalpins ». In : *Gallia préhistoire* 35.1, p. 253-282. ISSN : 0016-4127. DOI : 10.3406/galip.1993.2088.
- MAGNY, Michel et Hervé RICHARD (1990). « Le Lac Des Rousses : Histoire d'un Paysage Du Haut-Jura Depuis 20 000 Ans ». In : *Le Parc Naturel Du Haut-Jura : Son Milieu Naturel, Son Histoire et Ses Activités*. Besançon, p. 39-58.
- MALAVOI, Jean-René (1989). « Typologie Des Faciès d'écoulement Ou Unités Morphodynamiques Des Cours d'eau à Haute Énergie ». In : *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 315, p. 22. DOI : 10.1051/kmae:1989003.
- MAMET, Bernard (mai 2004). *SIE Du Plateau Des Rousses - Compte-Rendu de La Réunion Du 7 Mai 2004*.
- MARTIN, C. *Distribution et Évolution Des Nitrates Dans Les Lacs Jurassiens - Exploitation Des Suivis Physico-Chimiques*. Rapp. tech. Besançon : Laboratoire d'hydrobiologie du Centre Pluridisciplinaire d'Etude des Eaux Continentales de l'Université de Besançon, p. 16.
- (1993). « Analyse Comparative Du Seston Estival de 9 Lacs Du Jura Français ». In : *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 29.03, p. 365-381. DOI : 10.1051/limn/1993029.
- (1994). « Lacs de Franche-Comté (Massif Du Jura). Recherches Sur Le Seston, plus Particulièrement Sur Le Trypton Organique ». Thèse de Doctorat. Université de Franche-Comté.
- MASSON, J.-P. (avr. 1986). *Lac Des Rousses - Débit et Qualité de l'Orbe*. Rapp. tech. Besançon : SRAE de Franche-Comté, p. 11.
- MERLIN, Marc (août 1990). *Alimentation Collective En Eau Potable - Ouvrage de Régulation Du Lac Des Rousses - Avant-Projet Détaillé*. Rapp. tech. Lyon : Syndicat Intercommunal des eaux du plateau des Rousses, p. 13.
- MONEK, G., D. LOMBARD-FLAMMIER et J. MAILLOT (déc. 1993). *Les Rousses - Étude Préventive de Protection Des Eaux Du Lac - Sondages et Analyses Préliminaires*. Rapp. tech. Besançon : Syndicat des Eaux du plateau des Rousses, p. 13.
- MOREAU, H. (1922). « Les Forces Hydrauliques Dans Le Département Du Jura ». In : *Société d'émulation du Jura* 11è série.1er volume, p. 91-106.
- MORILLAS, Norbert (2003). *Le Lac Des Rousses - Suivi Physico-Chimique Du Lac et Analyse Biologique de Ses Principaux Tributaires - 2003*. Rapp. tech. Lons-le-Saunier : Fédération du Jura pour la pêche et la protection du milieu aquatique - CSP, p. 24.
- (2004). *Le Lac Des Rousses - Suivi Hydrobiologique et Toxicologique Couplé à La Recherche Des Causes de Dysfonctionnement - Cahier Des Charges (Propositions - Document Non Définitif)*. Rapp. tech. Lons-le-Saunier : Fédération du Jura pour la pêche et la protection du milieu aquatique, p. 8.
- MOUTHON, J. (jan. 1986). « Principes Généraux Pour Une Méthode d'appréciation de La Qualité Globale Des Sédiments Lacustres à l'aide d'une Analyse Simplifiée Des Malacocénoses ». In : *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 22.03, p. 209-217. ISSN : 2100-000X. DOI : 10.1051/limn/1986019.

- MOUThON, J. (1989). « Analyse de La Distribution Des Malacocénoses de 23 Lacs Français ». In : *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 25.03, p. 205-213. DOI : 10.1051/limn/1989021.
- (1992a). « Peuplements Malacologiques Lacustres En Relation Avec La Physico-Chimie de l'eau et Des Sédiments. II. Les Espèces ». In : *Annales de Limnologie* 28.2, p. 109-119.
- (1993). « Un Indice Biologique Lacustre Basé Sur l'examen Des Peuplements de Mollusques ». In : *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 331, p. 397-406. ISSN : 0767-2861. DOI : 10.1051/kmae:1993005.
- MOUThON, Jacques (1981). « Les Mollusques Des Lacs de l'Abbaye et Des Rousses ». In : *Annales Scientifiques de l'Université de Franche-Comté - Biologie animale* 4e série.Fascicule 2, p. 1-15.
- (oct. 1992b). « Snail and Bivalve Populations Analysed in Relation to Physico-Chemical Quality of Lakes in Eastern France ». en. In : *Hydrobiologia* 245.3, p. 147-156. ISSN : 0018-8158, 1573-5117. DOI : 10.1007/BF00006155.
- MÜLLER, Kirill et al. (2017). *RSQLite : SQLite Interface for R*.
- MUNCH, Laetitia et Jean-Claude RAYMOND (juil. 2015). *Contribution à l'évaluation de l'altération Hydromorphologique Des Plans d'eau Des Bassins Rhône-Méditerranée et Corse - Application Des Protocoles ALBer et CHaRLi - Rapport Final*. Rapp. tech. Thonon-les-Bains : ONEMA.
- NEDJAI, Rachid (2010). *Investigation Géochimique Des Sédiments Du Lac Des Rousses Dans Le Jura*. Rapp. tech. Commune des Rousses.
- NICOLE, Jacques David (1841). *Recueil historique sur l'origine de la vallée du Lac-de-Joux*. fr. M. Ducloux.
- NISBET, M et Jean VERNEAUX (1970). « Composantes Chimiques Des Eaux Courantes - Discussion et Proposition de Classes En Tant Que Bases d'interprétation Des Analyses Chimiques ». In : *Annales de Limnologie* 6.2, p. 161-190.
- ONEMA (2006). *L'Indice Poisson Rivière (IPR)*.
- ONEMA (2011). *Suivi Des Plans d'eau Des Bassins Rhône-Méditerranée et Corse En Application de La Directive Cadre Sur l'Eau - Note Synthétique d'interprétation Des Résultats - Les Rousses - Campagnes 2008*. Rapp. tech. AERMC - ONEMA, p. 17.
- ONEMA (déc. 2012). *Suivi Des Plans d'eau Des Bassins Rhône-Méditerranée et Corse En Application de La Directive Cadre Sur l'Eau - Note Synthétique d'interprétation Des Résultats - Les Rousses - Campagnes 2011*. Rapp. tech. AERMC - ONEMA, p. 20.
- PAVAT, Jean-Louis (fév. 2002). *Étude Des Lacs Du Jura - Étude Agricole : Analyse et Propositions - Lac Des Rousses*. Rapp. tech. Lons-le-Saunier : Chambre d'agriculture du Jura, p. 9.
- PENIL, Caroline, François HEIDMANN et Jean-Claude RAYMOND (1987). « Recherches Sur l'échantillonnage Pisciaire Lacustre ». Mémoire de DESS "Eaux Continentales". Université de Franche-Comté.
- PÉRIAT, Guy et Pascal VONLANTHEN (2013). *Étude Du Peuplement Pisciaire Des Lacs de Joux et Brenet*. Rapp. tech. EAWAG, p. 41.
- PRAICHEUX, Jean (1972). « Aménagement et protection de la nature : l'exemple franc-comtois ». fr. In : *Revue Géographique de l'Est* 12.4, p. 351-376. ISSN : 0035-3213. DOI : 10.3406/rgest.1972.1231.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM (avr. 2017). *QGIS Geographic Information System*.
- R CORE TEAM (mar. 2017). *R : A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienne, Autriche.



- RAVEN, Theodoor (1932). *Etude géologique de la région de Morez-les-Rousses (Jura)*. français, néerlandais ; flamand. Travaux du Laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de Lyon, ISSN 0371-912X 17. Lyon, France : Laboratoire de géologie de l'Université de Lyon, Faculté des sciences.
- RAYMOND, Jean-Claude (oct. 2002). *Le Lac Des Rousses - État Du Peuplement Piscicole - Campagne 2001*. Rapp. tech. Bron : CSP, p. 63.
- RSTUDIO TEAM (2017). *RStudio : Integrated Development for R*. RStudio. Boston, MA.
- SALOMON, Daniel (juin 2011). *Lac Des Rousses - Réglage de La Vanne de Contrôle Du Débit de l'Orbe*. Rapp. tech. Bremondans : Parc Naturel Régional du Haut-Jura, p. 14.
- SCHAEFER, O (2005). *Cartographie Des Groupements Végétaux Aquatiques et Des Zones Humides Adjacentes Des Lacs Jurassiens, Lacs de Clairvaux et Lac Des Rousses (39)*. Rapp. tech. Besançon : Conservatoire botanique de Franche Comté, p. 120.
- SCHLUMBERGER, Olivier et Pierre ÉLIE (2008). *Poissons des lacs naturels français : écologie et évolution des peuplements*. français. Versailles : Quae. ISBN : 978-2-7592-0030-6.
- SCHLUMBERGER, Olivier et Patrick GIRARD (2013). *Mémento de pisciculture d'étang*. français. 5ème édition. Versailles : Éditions Quae. ISBN : 978-2-7592-1895-0.
- SLOWIKOWSKI, Kamil (2017). *Ggplot2 : Repulsive Text and Label Geoms for 'Ggplot2'*.
- S.T.E. - SCIENCES ET TECHNIQUES DE L'ENVIRONNEMENT (2009). *Etude Des Lacs Du Réseau de Contrôle de Surveillance Du District Rhône - Méditerranée - Lac Des Rousses - Qualité Physicochimique (Synthèse 2008) - Qualité Hydrobiologique et Hydromorphologique - Compte Rendu Des Campagnes d'investigations de 2008*. Rapp. tech. 06-184/ 2009-08. Le Bourget du lac : AERMC, p. 60.
- TÉLÉOS (2000). *Méthode Standard d'analyse Globale de La Qualité de l'habitat Aquatique, Dite "Méthode Tronçon"*. Rapp. tech.
- THIEBAUT, Jean (1996). *Étude Préventive de Protection Des Eaux Du Lac Des Rousses - Analyses d'eau et de Sols - Campagne 1996*. Rapp. tech. Besançon : Syndicat Intercommunal des eaux du plateau des Rousses, p. 13.
- TISSOT, Bruno, Jean-Luc LAMBERT et Marc MONTADERT (mar. 2004). *Suivi Entomologique (Odonates et Rhopalocères Diurnes) Du Site Natura2000 "Lac et Tourbières Des Rousses et Vallée de l'Orbe"*. Rapp. tech. Labergement-Sainte-Marie : Parc Naturel Régional du Haut-Jura, p. 9.
- VANDELLE, Bernard (1982). *La Vie Au Village Des Rousses, 1733-1900*.
- VENET, Cécilia (2006). « Réalisation d'un Indice Biologique Lacustre Sur Le Lac Des Rousses (39) et Étude de Faisabilité d'un Sous-Échantillonnage Du Macrobenthos ». Mémoire de Travail d'Étude et de Recherche. Besançon : Université de Franche-Comté.
- VERGON, Jean-Paul (1981). « Observations Sur Le Régime Alimentaire Des Corégones Du Lac Des Rousses (Massif Du Jura) ». In : *Annales Scientifiques de l'Université de Franche-Comté - Besançon - Biologie animale* 4ème série.Fascicule 2, p. 43-45.
- VERGON, Jean-Paul, Jacques BARBE et J.-P. MASSON (1977). « Observations et Données Écologiques Récentes Sur Quelques Lacs Du Jura Central ». In : *Bulletin de la Fédération des Sociétés d'histoire naturelle de Franche-Comté* 78, p. 51-63.
- VERGON, Jean-Paul et al. (2005). *Les poissons, amphibiens et reptiles de la montagne jurassienne*. français. Besançon, France : Néo-typo. ISBN : 2-914741-22-7.
- VERNEAUX, J. et al. (1991). « Particules Organiques et Rapport C/N Des Sédiments Des Lacs Du Jura ». In : *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 27.02, p. 175-190. DOI : 10.1051/limn/1991014.

- VERNEAUX, Jean (1973). « Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs : essai de biotypologie ». français. Thèse. Besançon : Université de Franche-Comté.
- (1976). « Biotypologie de l'écosystème « Eau Courante » - La Structure Biotypologique ». In : *Comptes-Rendu de l'Académie des sciences, Paris, Série D* 283, p. 1663-1666.
- (1980). « Fondements Biologiques et Écologiques de l'étude de La Qualité Des Eaux Continentales. Principes et Méthodes ». In : *La Pollution Des Eaux Continentales*. Gauthiers-Villards, p. 289-345.
- (1981a). *Étude Écologique Du Lac Des Rousses*. Rapp. tech. Besançon : Université de Franche-Comté, p. 20.
- (1981b). « Les Poissons et La Qualité Des Cours d'eau ». In : *Annales scientifiques de l'université de Franche-Comté - Besançon* 4, p. 33-41.
- VERNEAUX, Jean et al. (1987). « Caractères Généraux Des Sédiments de 10 Lacs Juras-siens ». In : *Revue des Sciences de l'Eau* 6, p. 107-128.
- VERNEAUX, Jean et al. (2003). « Assessing Biological Orders of Rivers Sites and Bio-logical Structures of Watercourses Using Ecological Traits of Aquatic Insects ». In : *Hydrobiologia* 519, p. 39-47.
- VIRIEUX, J. (1916). *Annales de biologie lacustre. Recherches sur le plancton des lacs du Jura central*. français. T. Tome VIII (1914-1915). Extrait des "Annales de Biologie lacustre". Bruxelles, Belgique : Breuer.
- WALTHER, Jean-Louis (mar. 2017). *Qualité Du Doubs Franco-Suisse - Profil de Micro-polluants - Prélèvements Par Capteurs Passifs*. Rapp. tech. Pro Natura, p. 156.
- WICKHAM, Hadley (2009). *Ggplot2 : Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer New York. ISBN : 978-0-387-98140-6.
- (2017a). *Scales : Scale Functions for Visualization*.
- (2017b). *Tidyverse : Easily Install and Load 'Tidyverse' Packages*.
- WICKHAM, Hadley et Jennifer BRYAN (2017). *Readxl : Read Excel Files*.
- WICKHAM, Hadley et Lionel HENRY (2017). *Tidyr : Easily Tidy Data with Spread () and Gather () Functions*.
- WICKHAM, Hadley et OTHERS (2007). « Reshaping Data with the Reshape Package ». In : *Journal of Statistical Software* 21.12, p. 1-20.
- (2011). « The Split-Apply-Combine Strategy for Data Analysis ». In : *Journal of Sta-tistical Software* 40.1, p. 1-29.
- WICKHAM, Hadley et al. (2017). *Dplyr : A Grammar of Data Manipulation*.
- XIE, Yihui (2017). *Knitr : A General-Purpose Package for Dynamic Report Generation in R*.

**.1 Répartition qualitative et quantitative des espèces piscicoles en fonction de la biotypologie**



## .2 Résultats bruts des effectifs et des biomasses capturés

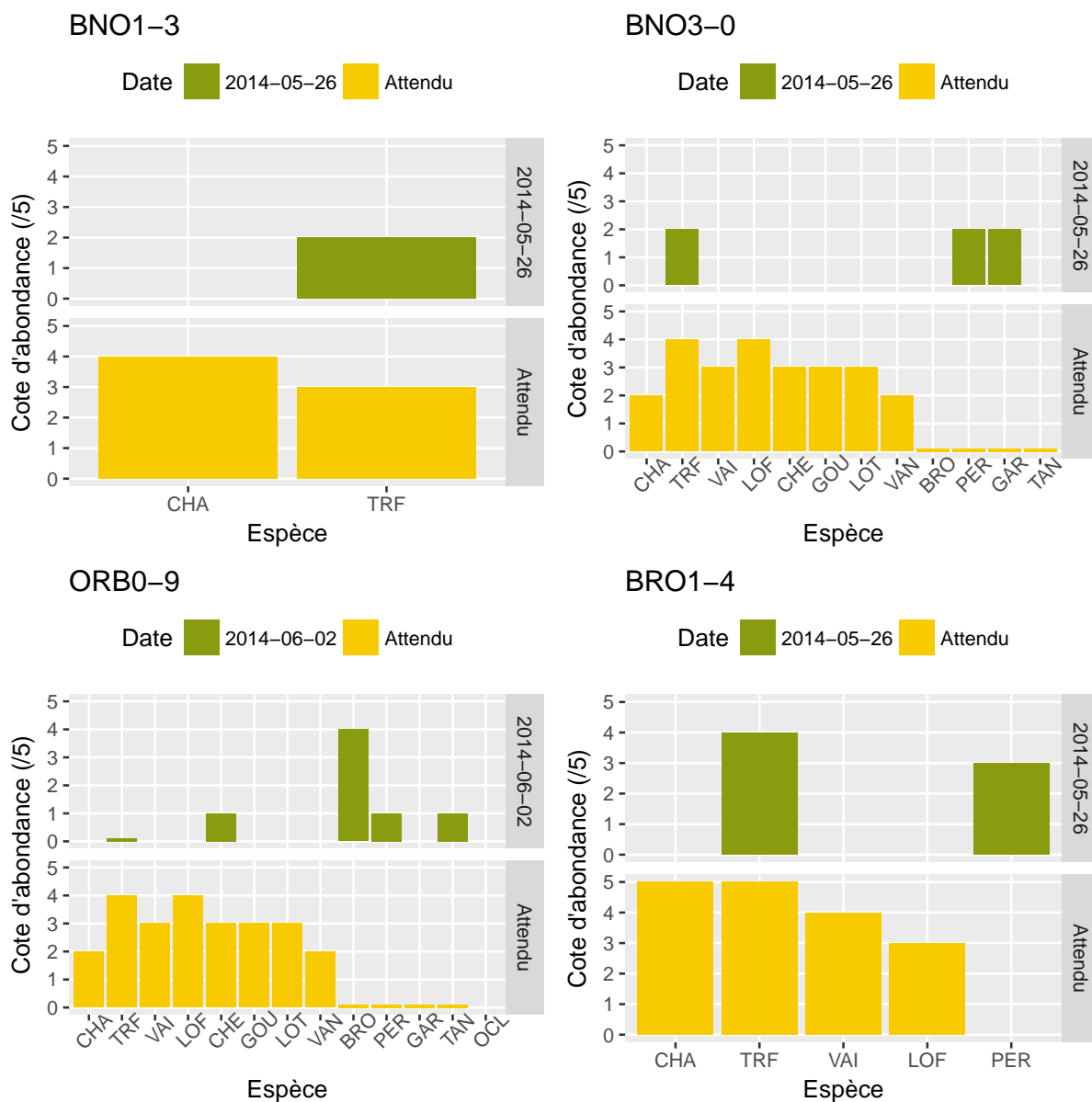


TABLE .2.3 – Expertise des inventaires piscicoles réalisés

Station	Date	État	Details
BFE1-8	2014-05-26	État très mauvais	La station était à sec lors de l'opération. L'origine de cette limitation sera à préciser.

BNO1-3	2014-05-26	État moyen	La truite fario est la seule espèce observée. Son abondance est plus faible que celle attendue, ce constat pouvant s'expliquant par une faible abondance de caches sur le secteur prospecté. La question de la persistance d'un écoulement d'eau tout au long d'années sèches se pose, pouvant également limiter la population. Par ailleurs, les faibles températures observées sur cette station entraînent également une croissance faible, conduisant naturellement à des individus de plus petite taille.
BNO3-0	2014-05-26	État très mauvais	Les espèces en présence (truite, gardon et perche) traduisent un peuplement assez profondément dégradé, notamment du fait de leur faible abondance. Ce ne sont à chaque fois que quelques individus de chaque espèce qui ont été capturés, probablement erratiques du fait de l'absence totale de structure habitationnelle et d'un très fort recouvrement de particules fines. Ces très fortes atteintes du milieu génèrent des écoulements très lents et donc de très forts échauffements, en plus de drainer les tourbières attenantes.
BRO1-4	2014-05-26	État moyen	Les résultats de cette station montrent que ce secteur joue un rôle de nurserie tant pour la truite que pour la perche, sans toutefois présenter d'abondances exceptionnelles. De nombreux individus de brochets ont par ailleurs déjà été capturés dans ce système par le passé, montrant son potentiel de zone de reproduction de l'espèce. Néanmoins, la mauvaise qualité physique de la station et son enfoncement sont des facteurs nettement limitant sur lesquels il faudra intervenir.
ORB0-9	2014-06-02	État moyen	Cette station présente une biomasse nettement dominée par le chevesne, espèce ubiquiste peu exigeante. La station, située à l'aval de la Planche Paget, constitue une zone d'interface avec le lac des Rousses en amont. Ceci explique notamment la présence de tanches, perches et brochets. Cette dernière espèce est représentée par plusieurs juvéniles, illustrant le potentiel relictuel de ce secteur comme zone de nurserie de l'espèce. La restauration de ces pleines capacités constitue un objectif ambitieux.

TABLE .2.1 – Synthèse des résultats bruts de pêche

Station	Date	Espèce	P1	P2	Effectif estimé	Ind.10a	kg.Ha	IC	CAN	CAP	CAR
BNO1-3	2014-05-26	TRF	13	2	15	174.8	49.8	0.0	3.0	2.0	2.0
BNO3-0	2014-05-26	GAR	101	7	108	1263.2	45.4	0.0	4.0	2.0	2.0
BNO3-0	2014-05-26	PER	9	4	14	163.7	4.4	345.5	5.0	2.0	2.0
BNO3-0	2014-05-26	TRF	4	3	8	93.6	43.2	203.2	2.0	2.0	2.0
BRO1-4	2014-05-26	PER	11	2	13	188.4	8.4	0.0	5.0	3.0	3.0
BRO1-4	2014-05-26	TRF	50	7	57	826.1	145.2	0.0	5.0	4.0	4.0
ORB0-9	2014-06-02	BRO	6	1	7	25.5	34.8	0.0	4.0	5.0	4.0
ORB0-9	2014-06-02	CHE	3	1	4	14.5	155.0	0.0	1.0	5.0	1.0
ORB0-9	2014-06-02	OCL	3	1	4	14.5	2.3	0.0	-1.0	-1.0	-1.0
ORB0-9	2014-06-02	PER	5	1	6	21.8	2.6	0.0	4.0	1.0	1.0
ORB0-9	2014-06-02	TAN	1	0	1	3.6	34.9	0.0	1.0	5.0	1.0
ORB0-9	2014-06-02	TRF	1	0	1	3.6	9.6	0.0	0.1	1.0	0.1

TABLE .2.2 – Scores IPR des inventaires piscicoles réalisés

Station	Code SIE	Altitude	Date	Classe	Score	Qualité
BNO1-3		1101	2014-05-26	2	15.3	Bonne
BNO3-0		1060	2014-05-26	5	43.3	Très Mauvaise
BRO1-4		1062	2014-05-26	2	13.5	Bonne
ORB0-9		1059	2014-06-02	5	51.1	Très Mauvaise

### .3 Macroinvertébrés

TABLE .3.1 – Principaux indicateurs issus des suivis macrobenthiques réalisés sur les affluents et l'exutoire du lac des Rousses

Station	Date	Total	TEP	CO	Tot.DCE	Tot.A	Tot.B	Tot.C	TotalEqIBGN	TotalIBGN	GI	Var. IBGN	Var.	Var. Fam	P	T	E	C	Note
BFE1-8	16210	1503	859	318	1194	234	421	539	655	655	7	14	24	17	4	3	3	6	11
BNO1-3	16210	2255	250	1107	1254	297	533	424	830	904	8	19	28	21	4	4	5	5	13
BNO3-0	16210	2669	404	416	1872	892	398	582	1290	1290	6	18	25	20	1	2	2	3	11
BRO1-4	16210	5256	577	410	3350	1009	1052	1289	2061	2280	8	16	24	20	3	4	2	3	12
ORRB0-9	16210	1391	362	515	858	199	313	346	512	484	7	21	28	25	1	5	5	2	13
ORRB6-9	16307	5675	1962	579	3867	1237	1684	946	2921	2881	8	21	28	21	4	5	4	6	14



TABLE 3.2 – Principaux indicateurs issus des suivis macrobenthiques réalisés sur les affluents et l'écruteur du lac des Rousses

Ordre	Famille	Genre	Espèce	Taxon	CodeSANDRE	BFEI-8	BNOI-3	BNO3-0	BROI-4	ORB0-9	ORB6-9
Plécoptères	Capniidae	Capnia	-	Capnia	116	3	94	-	11	-	1
	Leuctridae	Leuctra	-	Leuctra	69	6	-	-	-	-	52
	Nemouridae	Amphinemura Nemoura	-	Amphinemura Nemoura	21 26	1 159	1 4	-	-	-	-
Trichoptères	-	Protonemura	-	Protonemura	46	2	12	-	4	-	-
	Taeniopterygidae	Brachyptera	-	Brachyptera	3	3	-	-	-	-	8
	Hydropsychidae	Hydropsyche	-	Hydropsyche	212	-	-	-	-	-	201
	Leptoceridae	Mystacides	-	Mystacides	312	-	-	-	-	3	-
	Limnephilidae	Halesus	-	Halesus	3186	-	-	-	-	-	11
	-	Limnephilus	-	Limnephilus	280	337	28	264	413	14	-
-	Odontoceridae	Odontocerum	-	Odontocerum	339	-	-	-	-	30	
-	Polycentropodidae	Neureclipsis	-	Neureclipsis	236	-	-	-	61	-	
-	-	Plectrocnemia	-	Plectrocnemia	228	25	7	2	5	-	-
-	-	Polycentropus	-	Polycentropus	231	-	-	-	-	45	-
-	-	Tinodes	-	Tinodes	245	-	-	-	1	-	-
-	Psychomyiidae	Rhyacophila	-	Rhyacophila	183	6	12	-	1	-	50
-	Rhyacophilidae	Notidobia	-	Notidobia	325	-	-	-	-	1	-
-	Sericostomatidae	Sericostoma	-	Sericostoma	332	-	3	-	-	-	1
-	-	Baetis	-	Baetis	364	257	61	5	36	9	1326
Éphéméroptères	Baetidae	Centropilum	-	Centropilum	383	54	1	64	6	30	5
-	-	Caenis	-	Caenis	457	-	-	-	-	9	-
-	Caenidae	Ephemerella	-	Ephemerella	450	-	-	-	-	-	72
-	Ephemerellidae	Serratella	-	Serratella	450	-	-	-	-	-	203
-	-	Ephemera	-	Ephemera	502	-	-	-	-	34	-
-	Heptageniidae	Ecdyonurus	-	Ecdyonurus	421	-	2	-	-	-	-
-	Leptophlebiidae	Habrophlebia	-	Habrophlebia	491	10	20	-	-	-	-
-	-	Paraleptophlebia	-	Paraleptophlebia	481	-	5	-	-	18	-
Coléoptères	Dytiscidae	-	-	Colymbetinae	2395	23	-	-	-	-	-
-	-	-	-	Dytiscinae	2396	1	-	-	-	-	-
-	Elmidae	Elmis	-	Elmis	618	-	-	3	-	-	129
-	-	Esolus	-	Esolus	619	-	2	-	-	-	2
-	-	Limnius	-	Limnius	623	2	1	-	20	2	21
-	-	Normandia	-	Normandia	624	1	-	2	-	12	-
-	-	Oulininus	-	Oulininus	622	45	141	11	25	1	7
-	-	Riolus	-	Riolus	625	-	-	-	-	-	12
-	-	Stenelmis	-	Stenelmis	617	-	14	-	-	-	-
-	Helophoridae	Helophorus	-	Helophorus	604	1	-	-	-	-	-
-	Hydraenidae	Hydraena	-	Hydraena	608	-	8	-	3	-	-
Diptères	Athericidae	-	-	Athericidae	838	-	-	-	-	-	2
-	Ceratopogonidae	-	-	Ceratopogonidae	819	-	-	1	-	10	-
-	Chironomidae	-	-	Chironomidae	807	281	1105	408	404	495	455
-	Empididae	-	-	Empididae	831	-	18	-	-	1	-
-	Limoniidae	-	-	Limoniidae	757	5	5	63	27	1	3
-	Psychopterygidae	-	-	Psychopterygidae	789	-	-	-	27	-	-
-	Simuliidae	-	-	Simuliidae	801	-	55	1	69	316	515
-	Stratiomyidae	-	-	Stratiomyidae	824	-	2	-	2	-	5
Hétéroptères	Aphelocheiridae	Aphelocheirus	-	Aphelocheirus	721	-	-	-	-	-	-
-	Corixidae	Cymatia	-	Cymatia	718	-	-	-	1	-	-
-	Notonectidae	-	-	Notonectidae	728	-	3	-	-	-	-
-	Velidae	-	-	Velidae	743	1	-	-	-	-	-
Odonates	Calopterygidae	Calopteryx	-	Calopteryx	650	-	-	-	-	1	-
-	Platycnemididae	Platycnemis	-	Platycnemis	657	-	-	-	-	3	-
Mégaloptères	Sialidae	Sialis	-	Sialis	704	-	1	5	13	3	-
Amphipodes	Gammaridae	Gammarus	-	Gammarus	892	242	519	1471	3730	157	2420
Décapodes	Canaburidae	Orconectes	-	Orconectes	871	-	-	-	-	1	-
Achètes	Erpobdellidae	Erpobdella	-	Erpobdella	929	-	-	-	-	-	3
-	-	Orconectes limosus	-	Orconectes limosus	928	-	-	10	-	-	-
-	Glossiphoniidae	Helobdella	-	Helobdella	912	-	-	-	-	-	3
Triclades	-	-	-	Glossiphoniidae	908	3	-	19	-	-	-
-	Dugesidae	-	-	Dugesidae	1055	-	-	9	-	-	-
-	Planariidae	-	-	Planariidae	1061	-	-	14	53	1	-
Gastéropodes	Hydrobiidae	Bythinella	-	Bythinella	992	-	-	1	-	-	-
-	-	Potamopyrgus	-	Potamopyrgus	1009	-	-	1	-	-	-
-	Planorbidae	-	-	Planorbidae	1043	1	-	11	2	-	-
-	Sphaeriidae	Pisidium	-	Pisidium	1044	1	-	205	297	26	-
Oligochaeta	-	Sphaerium	-	Sphaerium	933	37	2	8	6	8	124
Hydracarina	-	-	-	Hydracarina	906	-	-	-	-	5	-

## **.4 Physico-chimie**

RAPPORT D'ANALYSE

DOSSIER : 140624 014806 01  
Bordereau : 1  
N° travail : 041662  
Date d'édition : 09/07/2014

Client	
Nom	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
Commune	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

Date de prélèv. : 24/06/2014	Date de réception : 24/06/2014	Date de début d'analyse : 25/06/14
Préleveur : CLIENT		Acheminé par : CLIENT
Remarques : Préleveur : Leyval Quentin		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief Noir Amont - P3 041662 Eau résiduaire	Bief Février P2 041663 Eau résiduaire	
MES totales NF EN 872	< 4	4,6	mg/L
DBOn NF EN 1899-2	1,4	2,7	mg O2/L
Azote Kjeldahl NF EN 25663	< 1	1,0	mg N/L
Nitrates (NO3) NF EN ISO 10304-1	2,3	3,1	mg NO3/L
Nitrates (N- NO3) NF EN ISO 10304-1	0,52	0,7	mg N/L
Nitrites (NO2) NF EN 26777	0,01	0,09	mg NO2/L
Nitrites (N-NO2) NF EN 26777	< 0,003	0,03	mg N/L
Azote global (NTK+NO2+NO3) Calcul	0,85	1,73	mg N/L
Phosphore total NF EN ISO 6878	0,12	0,16	mg P/L
Orthophosphates NF EN ISO 6878	0,05	0,06	mg P/L
Conductivité corrigée à 25°C NF EN 27888	453	385	µS/cm
Température de mesure Electrométrie	23,2	23,1	°C
COD (Carbone Organique Dissous) NF EN 1484	2,00	5,47	mg C/L
Sulfates NF EN ISO 10304-1	1,8	2,0	mg SO4/L
Sodium NF T 90-020	2,3	7,3	mg Na/L

**RAPPORT D'ANALYSE**

DOSSIER : 140624 014806 01  
Bordereau : 1  
N° travail : 041662  
Date d'édition : 09/07/2014

Client	
Nom	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
Commune	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

Date de prélèv. : 24/06/2014	Date de réception : 24/06/2014	Date de début d'analyse : 25/06/14
Préleveur : CLIENT	Acheminé par : CLIENT	
Remarques : Préleveur : Leyval Quentin		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief Noir Amont - P3 041662 Eau résiduaire	Bief Février P2 041663 Eau résiduaire	
<input checked="" type="checkbox"/> Potassium NF T 90-020	<0.2	0.93	mg K/L
<input checked="" type="checkbox"/> TAC-(Titre alcalimétrique complet) NF EN ISO 9963-1	23.3	18.3	°f
<input checked="" type="checkbox"/> Calcium NF EN ISO 7980	94	72	mg Ca/L
<input checked="" type="checkbox"/> Magnesium NF EN ISO 7980	1.2	1.6	mg Mg/L
Titre Hydrotimétrique (calcul Ca+Mg) Calcul	23.9	18.6	°f
<input checked="" type="checkbox"/> Chlorures NF EN ISO 10304-1	5.1	7.5	mg Cl/L
<input checked="" type="checkbox"/> Azote ammoniacal (NH4) NF T 90-015-2	0.047	0.085	mg NH4/L
<input checked="" type="checkbox"/> Azote ammoniacal (N-NH4) NF T 90-015-2	0.04	0.07	mg N/L

= paramètre accrédité (e.c.) = en cours d'analyse N.M. = non mesuré

= analyse effectuée par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification.

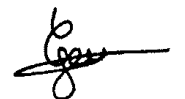
**Commentaires :**

Les MES sont analysées avec des filtres Millipore AP40

Copie à :

Validé le 09/07/2014

Deborah GEISKOPP



Technicienne habilitée

**RAPPORT D'ANALYSE**

DOSSIER : 140624 014806 01  
Bordereau : 1  
N° travail : 041662  
Date d'édition : 09/07/2014

Client	
Nom	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
Commune	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

Date de prélèv. : 24/06/2014	Date de réception : 24/06/2014	Date de début d'analyse : 25/06/14
Préleveur : CLIENT		Acheminé par : CLIENT
Remarques : Préleveur : Leyval Quentin		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief Noir Amont - P3 041662 Eau résiduaire	Bief Février P2 041663 Eau résiduaire	
MES totales <i>NF EN 872</i>	< 4	4.6	mg/L
DBOn <i>NF EN 1899-2</i>	1.4	2.7	mg O2/L
Azote Kjeldahl <i>NF EN 25663</i>	<1	1.0	mg N/L
Nitrates (NO3) <i>NF EN ISO 10304-1</i>	2.3	3.1	mg NO3/L
Nitrates (N- NO3) <i>NF EN ISO 10304-1</i>	0.52	0.7	mg N/L
Nitrites (NO2) <i>NF EN 26777</i>	0.01	0.09	mg NO2/L
Nitrites (N-NO2) <i>NF EN 26777</i>	<0.003	0.03	mg N/L
Azote global (NTK+NO2+NO3) <i>Calcul</i>	0.85	1.73	mg N/L
Phosphore total <i>NF EN ISO 6878</i>	0.12	0.16	mg P/L
Orthophosphates <i>NF EN ISO 6878</i>	0.05	0.06	mg P/L
Conductivité corrigée à 25°C <i>NF EN 27888</i>	453	385	µS/cm
Température de mesure <i>Electrométrie</i>	23.2	23.1	°C
COD (Carbone Organique Dissous) <i>NF EN 1484</i>	2.00	5.47	mg C/L
Sulfates <i>NF EN ISO 10304-1</i>	1.8	2.0	mg SO4/L
Sodium <i>NF T 90-020</i>	2.3	7.3	mg Na/L

RAPPORT D'ANALYSE

DOSSIER : 140624 014806 01  
Bordereau : 1  
N° travail : 041662  
Date d'édition : 09/07/2014

Client	
Nom	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
Commune	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

Date de prélèv. : 24/06/2014	Date de réception : 24/06/2014	Date de début d'analyse : 25/06/14
Préleveur : CLIENT	Acheminé par : CLIENT	
Remarques : Préleveur : Leyval Quentin		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief Noir Amont - P3 041662 Eau résiduaire	Bief Février P2 041663 Eau résiduaire	
<input checked="" type="checkbox"/> Potassium <i>NF T 90-020</i>	<0.2	0.93	mg K/L
<input checked="" type="checkbox"/> TAC-(Titre alcalimétrique complet) <i>NF EN ISO 9963-1</i>	23.3	18.3	°f
<input checked="" type="checkbox"/> Calcium <i>NF EN ISO 7980</i>	94	72	mg Ca/L
<input checked="" type="checkbox"/> Magnesium <i>NF EN ISO 7980</i>	1.2	1.6	mg Mg/L
Titre Hydrotimétrique (calcul Ca+Mg) <i>Calcul</i>	23.9	18.6	°f
<input checked="" type="checkbox"/> Chlorures <i>NF EN ISO 10304-1</i>	5.1	7.5	mg Cl/L
<input checked="" type="checkbox"/> Azote ammoniacal (NH4) <i>NF T 90-015-2</i>	0.047	0.085	mg NH4/L
<input checked="" type="checkbox"/> Azote ammoniacal (N-NH4) <i>NF T 90-015-2</i>	0.04	0.07	mg N/L

= paramètre accrédité (e.c.) = en cours d'analyse N.M. = non mesuré

= analyse effectuée par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification.

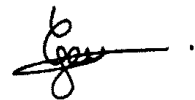
**Commentaires :**

Les MES sont analysées avec des filtres Millipore AP40

Copie à :

Validé le 09/07/2014

Deborah GEISKOPP



Technicienne habilitée

**RAPPORT D'ANALYSE**

DOSSIER : 140624 014806 01  
Bordereau : 2  
N° travail : 041664  
Date d'édition : 09/07/2014

Client	
Nom	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
Commune	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

Date de prélèv. : 24/06/2014	Date de réception : 24/06/2014	Date de début d'analyse : 25/06/14
Préleveur : CLIENT	Acheminé par : CLIENT	
Remarques : Préleveur : Leyval Quentin		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief Noir Aval P1 041664 Eau résiduaire	R. de Lugin S1 041665 Eau résiduaire	
<input checked="" type="checkbox"/> MES totales NF EN 872	4.4	6.6	mg/L
<input checked="" type="checkbox"/> DBO <sub>n</sub> NF EN 1899-2	1.6	1.8	mg O2/L
<input checked="" type="checkbox"/> Azote Kjeldahl NF EN 25663	<1	<1	mg N/L
<input checked="" type="checkbox"/> Nitrates (NO <sub>3</sub> ) NF EN ISO 10304-1	3.0	2.2	mg NO <sub>3</sub> /L
<input checked="" type="checkbox"/> Nitrates (N- NO <sub>3</sub> ) NF EN ISO 10304-1	0.68	0.5	mg N/L
<input checked="" type="checkbox"/> Nitrites (NO <sub>2</sub> ) NF EN 26777	0.03	0.02	mg NO <sub>2</sub> /L
<input checked="" type="checkbox"/> Nitrites (N-NO <sub>2</sub> ) NF EN 26777	0.01	0.01	mg N/L
Azote global (NTK+NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> ) Calcul	0.91	1.39	mg N/L
<input checked="" type="checkbox"/> Phosphore total NF EN ISO 6878	0.12	0.11	mg P/L
<input checked="" type="checkbox"/> Orthophosphates NF EN ISO 6878	0.04	0.05	mg P/L
<input checked="" type="checkbox"/> Conductivité corrigée à 25°C NF EN 27888	483	542	µS/cm
Température de mesure Electrométrie	23.0	23.1	°C
<input checked="" type="checkbox"/> COD (Carbone Organique Dissous) NF EN 1484	2.59	3.74	mg C/L
<input checked="" type="checkbox"/> Sulfates NF EN ISO 10304-1	2.1	2.9	mg SO <sub>4</sub> /L
<input checked="" type="checkbox"/> Sodium NF T 90-020	12	1.2	mg Na/L

**RAPPORT D'ANALYSE**

DOSSIER : 140624 014806 01  
Bordereau : 2  
N° travail : 041664  
Date d'édition : 09/07/2014

Client	
Nom	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
Commune	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

Date de prélèv. : 24/06/2014	Date de réception : 24/06/2014	Date de début d'analyse : 25/06/14
Préleveur : CLIENT	Acheminé par : CLIENT	
Remarques : Préleveur : Leyval Quentin		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief Noir Aval P1 041664 Eau résiduaire	R. de Lugin S1 041665 Eau résiduaire	
<input checked="" type="checkbox"/> Potassium NF T 90-020	0.50	0.71	mg K/L
<input checked="" type="checkbox"/> TAC-(Titre alcalimétrique complet) NF EN ISO 9963-1	23.1	25.8	°f
<input checked="" type="checkbox"/> Calcium NF EN ISO 7980	93	93	mg Ca/L
<input checked="" type="checkbox"/> Magnesium NF EN ISO 7980	1.5	3.5	mg Mg/L
Titre Hydrotimétrique (calcul Ca+Mg) Calcul	23.8	24.6	°f
<input checked="" type="checkbox"/> Chlorures NF EN ISO 10304-1	14	19	mg Cl/L
<input checked="" type="checkbox"/> Azote ammoniacal (NH4) NF T 90-015-2	0.037	0.057	mg NH4/L
<input checked="" type="checkbox"/> Azote ammoniacal (N-NH4) NF T 90-015-2	0.03	0.04	mg N/L

= paramètre accrédité (e.c.) = en cours d'analyse N.M. = non mesuré

= analyse effectuée par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification.

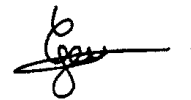
**Commentaires :**

Les MES sont analysées avec des filtres Millipore AP40

Copie à :

Validé le 09/07/2014

Deborah GEISKOPP



Technicienne habilitée



**RAPPORT D'ANALYSE**

DOSSIER : 140624 014806 01  
Bordereau : 3  
N° travail : 041666  
Date d'édition : 09/07/2014

Client	
Nom	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
Commune	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

Date de prélèv. : 24/06/2014	Date de réception : 24/06/2014	Date de début d'analyse : 25/06/14
Préleveur : CLIENT	Acheminé par : CLIENT	
Remarques : Préleveur : Leyval Quentin		

Paramètres	Résultats		Unité
	Orbe P5 041666 Eau résiduaire	B. des Seinats S2 041667 Eau résiduaire	
☑ MES totales NF EN 872	4	8	mg/L
☑ DBO <sub>n</sub> NF EN 1899-2	1.2	1.1	mg O <sub>2</sub> /L
☑ Azote Kjeldahl NF EN 25663	<1	<1	mg N/L
☑ Nitrates (NO <sub>3</sub> ) NF EN ISO 10304-1	<1	1.6	mg NO <sub>3</sub> /L
☑ Nitrates (N- NO <sub>3</sub> ) NF EN ISO 10304-1	<0.23	0.36	mg N/L
☑ Nitrites (NO <sub>2</sub> ) NF EN 26777	0.01	<0.01	mg NO <sub>2</sub> /L
☑ Nitrites (N-NO <sub>2</sub> ) NF EN 26777	<0.003	<0.003	mg N/L
Azote global (NTK+NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> ) Calcul	0.55	0.58	mg N/L
☑ Phosphore total NF EN ISO 6878	0.12	0.09	mg P/L
☑ Orthophosphates NF EN ISO 6878	0.04	0.03	mg P/L
☑ Conductivité corrigée à 25°C NF EN 27888	328	355	µS/cm
Température de mesure Electrométrie	23.0	23.0	°C
☑ COD (Carbone Organique Dissous) NF EN 1484	3.04	1.40	mg C/L
☑ Sulfates NF EN ISO 10304-1	2.5	1.6	mg SO <sub>4</sub> /L
☑ Sodium NF T 90-020	5.8	1.3	mg Na/L

**RAPPORT D'ANALYSE**

**DOSSIER** : 140624 014806 01  
**Bordereau** : 3  
**N° travail** : 041666  
**Date d'édition** : 09/07/2014

Client	
<b>Nom</b>	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
<b>Commune</b>	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

<b>Date de prélèv.</b> : 24/06/2014	<b>Date de réception</b> : 24/06/2014	<b>Date de début d'analyse</b> : 25/06/14
<b>Préleveur</b> : CLIENT	<b>Acheminé par</b> : CLIENT	
<b>Remarques</b> : Préleveur : Leyval Quentin		

Paramètres	Résultats		Unité
	Orbe P5 041666 Eau résiduaire	B. des Seinats S2 041667 Eau résiduaire	
<input checked="" type="checkbox"/> Potassium NF T 90-020	<0.2	<0.2	mg K/L
<input checked="" type="checkbox"/> TAC-(Titre alcalimétrique complet) NF EN ISO 9963-1	16.0	18.3	°f
<input checked="" type="checkbox"/> Calcium NF EN ISO 7980	62	66	mg Ca/L
<input checked="" type="checkbox"/> Magnesium NF EN ISO 7980	1.5	4.7	mg Mg/L
Titre Hydrotimétrique (calcul Ca+Mg) Calcul	16.1	18.4	°f
<input checked="" type="checkbox"/> Chlorures NF EN ISO 10304-1	20	2.1	mg Cl/L
<input checked="" type="checkbox"/> Azote ammoniacal (NH4) NF T 90-015-2	0.062	0.022	mg NH4/L
<input checked="" type="checkbox"/> Azote ammoniacal (N-NH4) NF T 90-015-2	0.05	0.02	mg N/L

= paramètre accrédité (e.c.) = en cours d'analyse N.M. = non mesuré

= analyse effectuée par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.  
Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification.

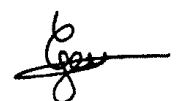
**Commentaires :**

Les MES sont analysées avec des filtres Millipore AP40

Copie à :

Validé le 09/07/2014

Deborah GEISKOPP



Technicienne habilitée

RAPPORT D'ANALYSE

DOSSIER : 140624 014806 01  
Bordercau : 4  
N° travail : 041668  
Date d'édition : 09/07/2014

Client	
Nom	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
Commune	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

Date de prélèv. : 24/06/2014	Date de réception : 24/06/2014	Date de début d'analyse : 25/06/14
Préleveur : CLIENT	Acheminé par : CLIENT	
Remarques : Préleveur : Leyval Quentin		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief des Rousses P4 041668 Eau résiduaire	Orbe Scie neuves 041669 Eau résiduaire	
MES totales NF EN 872	< 4	4.2	mg/L
DBOn NF EN 1899-2	1.6	1.5	mg O2/L
Azote Kjeldahl NF EN 25663	<1	<1	mg N/L
Nitrates (NO3) NF EN ISO 10304-1	2.5	<1	mg NO3/L
Nitrates (N- NO3) NF EN ISO 10304-1	0.56	<0.23	mg N/L
Nitrites (NO2) NF EN 26777	<0.01	0.02	mg NO2/L
Nitrites (N-NO2) NF EN 26777	<0.003	0.01	mg N/L
Azote global (NTK+NO2+NO3) Calcul	1.11	0.78	mg N/L
Phosphore total NF EN ISO 6878	0.12	0.11	mg P/L
Orthophosphates NF EN ISO 6878	0.05	0.04	mg P/L
Conductivité corrigée à 25°C NF EN 27888	475	363	µS/cm
Température de mesure Electrométrie	22.9	23.2	°C
COD (Carbone Organique Dissous) NF EN 1484	2.22	3.00	mg C/L
Sulfates NF EN ISO 10304-1	2.4	2.1	mg SO4/L
Sodium NF T 90-020	13	6.1	mg Na/L

**RAPPORT D'ANALYSE**

DOSSIER : 140624 014806 01  
Bordereau : 4  
N° travail : 041668  
Date d'édition : 09/07/2014

Client	
Nom	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
Commune	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

Date de prélèv. : 24/06/2014	Date de réception : 24/06/2014	Date de début d'analyse : 25/06/14
Préleveur : CLIENT	Acheminé par : CLIENT	
Remarques : Préleveur : Leyval Quentin		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief des Rousses P4 041668 Eau résiduaire	Orbe Scie neuves 041669 Eau résiduaire	
<input checked="" type="checkbox"/> Potassium NF T 90-020	<0.2	<0.2	mg K/L
<input checked="" type="checkbox"/> TAC-(Titre alcalimétrique complet) NF EN ISO 9963-1	20.5	17.0	°f
<input checked="" type="checkbox"/> Calcium NF EN ISO 7980	79	66	mg Ca/L
<input checked="" type="checkbox"/> Magnesium NF EN ISO 7980	2.8	1.8	mg Mg/L
Titre Hydrotimétrique (calcul Ca+Mg) Calcul	20.9	17.2	°f
<input checked="" type="checkbox"/> Chlorures NF EN ISO 10304-1	24	11	mg Cl/L
<input checked="" type="checkbox"/> Azote ammoniacal (NH4) NF T 90-015-2	0.031	0.057	mg NH4/L
<input checked="" type="checkbox"/> Azote ammoniacal (N-NH4) NF T 90-015-2	0.02	0.04	mg N/L

= paramètre accrédité (e.c.) = en cours d'analyse N.M. = non mesuré

= analyse effectuée par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification.

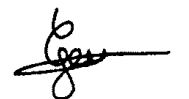
**Commentaires :**

Les MES sont analysées avec des filtres Millipore AP40

Copie à :

Validé le 09/07/2014

Deborah GEISKOPP



Technicienne habilitée

Le présent rapport ne peut être reproduit que sur autorisation écrite du laboratoire et sous la forme intégrale, signature comprise. Il ne concerne que le(s) produit(s) décrit(s) ci-dessus. L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation et signalées ci-dessus par le symbole . Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European co-operation for Accreditation) et d'ILAC (International Laboratory Accreditation Corporation) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.

Conformément aux dispositions de la loi Informatique et Liberté, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification pour les informations vous concernant en vous adressant au LDA39.

RAPPORT D'ANALYSE

DOSSIER : 150527 012561 01  
Bordereau : 1  
N° travail : 041262  
Date d'édition : 16/06/2015

Client	
Nom	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
Commune	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

Date de prélèv. : 27/05/2015	Date de réception : 27/05/2015	Date de début d'analyse : 28/05/15
Préleveur : CLIENT	Acheminé par : COLLECTEUR LDA39	
Remarques : Néant		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief des Seinats - 13h40 041262 Eau brute	Bief des Rousses - 14h10 041263 Eau brute	
☒ Conductivité corrigée à 25°C NF EN 27888	354	453	µS/cm
Température de mesure Electrométrie	21.4	20.9	°C
☒ MES totales NF EN 872	18	4.2	mg/L
☒ DBO <sub>n</sub> NF EN 1899-2	0.75	0.79	mg O <sub>2</sub> /L
☒ Azote Kjeldahl NF EN 25663	<1	<1	mg N/L
☒ Nitrates (NO <sub>3</sub> ) NF EN ISO 10304-1	1.9	2.2	mg NO <sub>3</sub> /L
☒ Nitrates (N- NO <sub>3</sub> ) NF EN ISO 10304-1	0.43	0.5	mg N/L
☒ Nitrites (NO <sub>2</sub> ) NF EN 26777	<0.01	<0.01	mg NO <sub>2</sub> /L
☒ Nitrites (N-NO <sub>2</sub> ) NF EN 26777	<0.003	<0.003	mg N/L
Azote global (NTK+NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> ) Calcul	1.2	0.5	mg N/L
☒ Phosphore total NF EN ISO 6878	0.06	0.05	mg P/L
☒ Orthophosphates NF EN ISO 6878	<0.01	0.02	mg P/L
☒ COD (Carbone Organique Dissous) NF EN 1484	1.17	1.33	mg C/L
☒ TAC-(Titre alcalimétrique complet) NF EN ISO 9963-1	17.7	21.8	°f
☒ Calcium NF EN ISO 7980	64	89	mg Ca/L

**RAPPORT D'ANALYSE**

**DOSSIER** : 150527 012561 01  
**Bordereau** : 1  
**N° travail** : 041262  
**Date d'édition** : 16/06/2015

Client	
<b>Nom</b>	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
<b>Commune</b>	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

<b>Date de prélèv.</b> : 27/05/2015	<b>Date de réception</b> : 27/05/2015	<b>Date de début d'analyse</b> : 28/05/15
<b>Préleveur</b> : CLIENT	<b>Acheminé par</b> : COLLECTEUR LDA39	
<b>Remarques</b> : Néant		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief des Seinats - 13h40 041262 Eau brute	Bief des Rousses - 14h10 041263 Eau brute	
☒ Magnesium NF EN ISO 7980	5.3	3.3	mg Mg/L
Titre Hydrotimétrique (calcul Ca+Mg) Calcul	18.1	23.6	°f
☒ Chlorures NF EN ISO 10304-1	9.8	15	mg Cl/L
☒ Sulfates NF EN ISO 10304-1	1.4	1.7	mg SO4/L
☒ Sodium NF T 90-020	6.4	8.2	mg Na/L
☒ Potassium NF T 90-020	0.60	0.48	mg K/L
☒ Calcium NF EN ISO 7980	64	89	mg Ca/L
☒ Magnesium NF EN ISO 7980	5.3	3.3	mg Mg/L
☒ Azote ammoniacal (NH4) NF T 90-015-2	0.03	0.03	mg NH4/L
☒ Azote ammoniacal (N-NH4) NF T 90-015-2	0.02	0.02	mg N/L

☒ = paramètre accrédité (e.c.) = en cours d'analyse N.M. = non mesuré

☒ = analyse effectuée par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification.

**Commentaires :**

- Les MES sont analysées avec des filtres Millipore AP40

**RAPPORT D'ANALYSE**

**DOSSIER** : 150527 012561 01  
**Bordereau** : 1  
**N° travail** : 041262  
**Date d'édition** : 16/06/2015

Client	
<b>Nom</b>	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
<b>Commune</b>	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

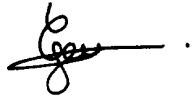
<b>Date de prélèv.</b> : 27/05/2015	<b>Date de réception</b> : 27/05/2015	<b>Date de début d'analyse</b> : 28/05/15
<b>Préleveur</b> : CLIENT	<b>Acheminé par</b> : COLLECTEUR LDA39	
<b>Remarques</b> : Néant		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief des Seinats - 13h40 041262 Eau brute	Bief des Rousses - 14h10 041263 Eau brute	

Copie à :

Validé le 16/06/2015

Deborah GEISKOPP



Ingénieur chimie des eaux

**RAPPORT D'ANALYSE**

**DOSSIER** : 150527 012561 01  
**Bordereau** : 2  
**N° travail** : 041264  
**Date d'édition** : 16/06/2015

Client	
<b>Nom</b>	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
<b>Commune</b>	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

<b>Date de prélèv.</b> : 27/05/2015	<b>Date de réception</b> : 27/05/2015	<b>Date de début d'analyse</b> : 28/05/15
<b>Préleveur</b> : CLIENT	<b>Acheminé par</b> : COLLECTEUR LDA39	
<b>Remarques</b> : Néant		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief Noir Amont - 8h55 041264 Eau brute	Bief Noir Aval - 10h10 041265 Eau brute	
☒ Conductivité corrigée à 25°C <i>NF EN 27888</i>	400	465	µS/cm
Température de mesure <i>Electrométrie</i>	21.1	21.6	°C
☒ MES totales <i>NF EN 872</i>	< 4	< 4	mg/L
☒ DBO <sub>n</sub> <i>NF EN 1899-2</i>	1.20	0.95	mg O <sub>2</sub> /L
☒ Azote Kjeldahl <i>NF EN 25663</i>	<1	<1	mg N/L
☒ Nitrates (NO <sub>3</sub> ) <i>NF EN ISO 10304-1</i>	2.1	1.8	mg NO <sub>3</sub> /L
☒ Nitrates (N- NO <sub>3</sub> ) <i>NF EN ISO 10304-1</i>	0.47	0.41	mg N/L
☒ Nitrites (NO <sub>2</sub> ) <i>NF EN 26777</i>	<0.01	<0.01	mg NO <sub>2</sub> /L
☒ Nitrites (N-NO <sub>2</sub> ) <i>NF EN 26777</i>	<0.003	<0.003	mg N/L
Azote global (NTK+NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> ) <i>Calcul</i>	0.47	0.63	mg N/L
☒ Phosphore total <i>NF EN ISO 6878</i>	0.17	0.02	mg P/L
☒ Orthophosphates <i>NF EN ISO 6878</i>	<0.01	<0.01	mg P/L
☒ COD (Carbone Organique Dissous) <i>NF EN 1484</i>	1.43	2.28	mg C/L
☒ TAC-(Titre alcalimétrique complet) <i>NF EN ISO 9963-1</i>	21.2	23.4	°f
☒ Calcium <i>NF EN ISO 7980</i>	85	96	mg Ca/L



**RAPPORT D'ANALYSE**

**DOSSIER** : 150527 012561 01  
**Bordereau** : 2  
**N° travail** : 041264  
**Date d'édition** : 16/06/2015

Client	
<b>Nom</b>	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
<b>Commune</b>	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

<b>Date de prélèv.</b> : 27/05/2015	<b>Date de réception</b> : 27/05/2015	<b>Date de début d'analyse</b> : 28/05/15
<b>Préleveur</b> : CLIENT	<b>Acheminé par</b> : COLLECTEUR LDA39	
<b>Remarques</b> : Néant		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief Noir Amont - 8h55 041264 Eau brute	Bief Noir Aval - 10h10 041265 Eau brute	
☒ Magnesium NF EN ISO 7980	0.99	1.5	mg Mg/L
Titre Hydrotimétrique (calcul Ca+Mg) Calcul	21.6	24.6	°f
☒ Chlorures NF EN ISO 10304-1	2.5	9.4	mg Cl/L
☒ Sulfates NF EN ISO 10304-1	1.2	<1	mg SO4/L
☒ Sodium NF T 90-020	1.5	5.9	mg Na/L
☒ Potassium NF T 90-020	0.29	0.68	mg K/L
☒ Calcium NF EN ISO 7980	85	96	mg Ca/L
☒ Magnesium NF EN ISO 7980	0.99	1.5	mg Mg/L
☒ Azote ammoniacal (NH4) NF T 90-015-2	0.02	0.04	mg NH4/L
☒ Azote ammoniacal (N-NH4) NF T 90-015-2	0.02	0.03	mg N/L

☒ = paramètre accrédité (e.c.) = en cours d'analyse N.M. = non mesuré

☒ = analyse effectuée par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification.

**Commentaires :**

- Les MES sont analysées avec des filtres Millipore AP40

**RAPPORT D'ANALYSE**

**DOSSIER** : 150527 012561 01  
**Bordereau** : 2  
**N° travail** : 041264  
**Date d'édition** : 16/06/2015

Client	
<b>Nom</b>	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
<b>Commune</b>	: LONS LE SAUNIER

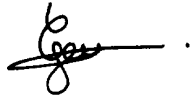
Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

<b>Date de prélèv.</b> : 27/05/2015	<b>Date de réception</b> : 27/05/2015	<b>Date de début d'analyse</b> : 28/05/15	
<b>Préleveur</b> : CLIENT	<b>Acheminé par</b> : COLLECTEUR LDA39		
<b>Remarques</b> : Néant			
Paramètres	Résultats		Unité
	Bief Noir Amont - 8h55 041264 Eau brute	Bief Noir Aval - 10h10 041265 Eau brute	

Copie à :

Validé le 16/06/2015

Deborah GEISKOPP



Ingénieur chimie des eaux

**RAPPORT D'ANALYSE**

**DOSSIER** : 150527 012561 01  
**Bordereau** : 3  
**N° travail** : 041266  
**Date d'édition** : 16/06/2015

Client	
<b>Nom</b>	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
<b>Commune</b>	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

<b>Date de prélèv.</b> : 27/05/2015	<b>Date de réception</b> : 27/05/2015	<b>Date de début d'analyse</b> : 28/05/15
<b>Préleveur</b> : CLIENT	<b>Acheminé par</b> : COLLECTEUR LDA39	
<b>Remarques</b> : Néant		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief ferrier - 10h10 041266 Eau brute	Lugrin - 10h50 041267 Eau brute	
☒ Conductivité corrigée à 25°C <i>NF EN 27888</i>	409	397	µS/cm
Température de mesure <i>Electrométrie</i>	21.3	21.3	°C
☒ MES totales <i>NF EN 872</i>	< 4	< 4	mg/L
☒ DBO <sub>n</sub> <i>NF EN 1899-2</i>	0.99	0.88	mg O <sub>2</sub> /L
☒ Azote Kjeldahl <i>NF EN 25663</i>	<1	<1	mg N/L
☒ Nitrates (NO <sub>3</sub> ) <i>NF EN ISO 10304-1</i>	<1	<1	mg NO <sub>3</sub> /L
☒ Nitrates (N- NO <sub>3</sub> ) <i>NF EN ISO 10304-1</i>	<0.23	<0.23	mg N/L
☒ Nitrites (NO <sub>2</sub> ) <i>NF EN 26777</i>	<0.01	<0.01	mg NO <sub>2</sub> /L
☒ Nitrites (N-NO <sub>2</sub> ) <i>NF EN 26777</i>	<0.003	<0.003	mg N/L
Azote global (NTK+NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> ) <i>Calcul</i>	0.27	0	mg N/L
☒ Phosphore total <i>NF EN ISO 6878</i>	0.02	0.02	mg P/L
☒ Orthophosphates <i>NF EN ISO 6878</i>	<0.01	<0.01	mg P/L
☒ COD (Carbone Organique Dissous) <i>NF EN 1484</i>	3.42	2.67	mg C/L
☒ TAC-(Titre alcalimétrique complet) <i>NF EN ISO 9963-1</i>	21.6	21.1	°f
☒ Calcium <i>NF EN ISO 7980</i>	96	86	mg Ca/L

**RAPPORT D'ANALYSE**

**DOSSIER** : 150527 012561 01  
**Bordereau** : 3  
**N° travail** : 041266  
**Date d'édition** : 16/06/2015

Client	
<b>Nom</b>	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
<b>Commune</b>	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

<b>Date de prélèv.</b> : 27/05/2015	<b>Date de réception</b> : 27/05/2015	<b>Date de début d'analyse</b> : 28/05/15
<b>Préleveur</b> : CLIENT	<b>Acheminé par</b> : COLLECTEUR LDA39	
<b>Remarques</b> : Néant		

Paramètres	Résultats		Unité
	Bief ferrier - 10h10 041266 Eau brute	Lugrin - 10h50 041267 Eau brute	
☒ Magnesium NF EN ISO 7980	2.0	3.2	mg Mg/L
Titre Hydrotimétrique (calcul Ca+Mg) Calcul	24.8	22.8	°f
☒ Chlorures NF EN ISO 10304-1	5.3	7.7	mg Cl/L
☒ Sulfates NF EN ISO 10304-1	1.2	1.8	mg SO4/L
☒ Sodium NF T 90-020	4.9	5.3	mg Na/L
☒ Potassium NF T 90-020	2.3	0.45	mg K/L
☒ Calcium NF EN ISO 7980	96	86	mg Ca/L
☒ Magnesium NF EN ISO 7980	2.0	3.2	mg Mg/L
☒ Azote ammoniacal (NH4) NF T 90-015-2	0.03	0.02	mg NH4/L
☒ Azote ammoniacal (N-NH4) NF T 90-015-2	0.02	0.02	mg N/L

☒ = paramètre accrédité (e.c.) = en cours d'analyse N.M. = non mesuré

☒ = analyse effectuée par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification.

**Commentaires :**

- Les MES sont analysées avec des filtres Millipore AP40

**RAPPORT D'ANALYSE**

**DOSSIER** : 150527 012561 01  
**Bordereau** : 3  
**N° travail** : 041266  
**Date d'édition** : 16/06/2015

Client	
<b>Nom</b>	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
<b>Commune</b>	: LONS LE SAUNIER

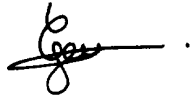
Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

<b>Date de prélèv.</b> : 27/05/2015	<b>Date de réception</b> : 27/05/2015	<b>Date de début d'analyse</b> : 28/05/15	
<b>Préleveur</b> : CLIENT	<b>Acheminé par</b> : COLLECTEUR LDA39		
<b>Remarques</b> : Néant			
Paramètres	Résultats		Unité
	Bief ferrier - 10h10 041266 Eau brute	Lugrin - 10h50 041267 Eau brute	

Copie à :

Validé le 16/06/2015

Deborah GEISKOPP



Ingénieur chimie des eaux

**RAPPORT D'ANALYSE**

**DOSSIER** : 150527 012561 01  
**Bordereau** : 4  
**N° travail** : 041268  
**Date d'édition** : 16/06/2015

Client	
<b>Nom</b>	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
<b>Commune</b>	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

<b>Date de prélèv.</b> : 27/05/2015	<b>Date de réception</b> : 27/05/2015	<b>Date de début d'analyse</b> : 28/05/15
<b>Préleveur</b> : CLIENT	<b>Acheminé par</b> : COLLECTEUR LDA39	
<b>Remarques</b> : Néant		

Paramètres	Résultats		Unité
	Orbe - planche paget 041268 Eau brute	'Orbe - seis neuves 041269 Eau brute	
☒ Conductivité corrigée à 25°C <i>NF EN 27888</i>	325	336	µS/cm
Température de mesure <i>Electrométrie</i>	21.6	21.8	°C
☒ MES totales <i>NF EN 872</i>	< 4	< 4	mg/L
☒ DBO <sub>n</sub> <i>NF EN 1899-2</i>	0.90	1.40	mg O <sub>2</sub> /L
☒ Azote Kjeldahl <i>NF EN 25663</i>	<1	<1	mg N/L
☒ Nitrates (NO <sub>3</sub> ) <i>NF EN ISO 10304-1</i>	<1	1.3	mg NO <sub>3</sub> /L
☒ Nitrates (N- NO <sub>3</sub> ) <i>NF EN ISO 10304-1</i>	<0.23	0.29	mg N/L
☒ Nitrites (NO <sub>2</sub> ) <i>NF EN 26777</i>	<0.01	0.11	mg NO <sub>2</sub> /L
☒ Nitrites (N-NO <sub>2</sub> ) <i>NF EN 26777</i>	<0.003	0.03	mg N/L
Azote global (NTK+NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> ) <i>Calcul</i>	0.11	0.32	mg N/L
☒ Phosphore total <i>NF EN ISO 6878</i>	0.01	0.05	mg P/L
☒ Orthophosphates <i>NF EN ISO 6878</i>	<0.01	<0.01	mg P/L
☒ COD (Carbone Organique Dissous) <i>NF EN 1484</i>	3.37	3.72	mg C/L
☒ TAC-(Titre alcalimétrique complet) <i>NF EN ISO 9963-1</i>	16.2	16.8	°f
☒ Calcium <i>NF EN ISO 7980</i>	65	66	mg Ca/L

**RAPPORT D'ANALYSE**

**DOSSIER** : 150527 012561 01  
**Bordereau** : 4  
**N° travail** : 041268  
**Date d'édition** : 16/06/2015

Client	
<b>Nom</b>	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
<b>Commune</b>	: LONS LE SAUNIER

Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

<b>Date de prélèv.</b> : 27/05/2015	<b>Date de réception</b> : 27/05/2015	<b>Date de début d'analyse</b> : 28/05/15
<b>Préleveur</b> : CLIENT	<b>Acheminé par</b> : COLLECTEUR LDA39	
<b>Remarques</b> : Néant		

Paramètres	Résultats		Unité
	Orbe - planche paget 041268 Eau brute	'Orbe - seis neuves 041269 Eau brute	
☒ Magnesium <i>NF EN ISO 7980</i>	1.5	1.8	mg Mg/L
Titre Hydrotimétrique (calcul Ca+Mg) <i>Calcul</i>	16.8	17.2	°f
☒ Chlorures <i>NF EN ISO 10304-1</i>	8.7	10	mg Cl/L
☒ Sulfates <i>NF EN ISO 10304-1</i>	1.2	1.8	mg SO4/L
☒ Sodium <i>NF T 90-020</i>	5.0	5.8	mg Na/L
☒ Potassium <i>NF T 90-020</i>	0.65	0.62	mg K/L
☒ Calcium <i>NF EN ISO 7980</i>	65	66	mg Ca/L
☒ Magnesium <i>NF EN ISO 7980</i>	1.5	1.8	mg Mg/L
☒ Azote ammoniacal (NH4) <i>NF T 90-015-2</i>	0.04	0.13	mg NH4/L
☒ Azote ammoniacal (N-NH4) <i>NF T 90-015-2</i>	0.03	0.1	mg N/L

☒ = paramètre accrédité (e.c.) = en cours d'analyse N.M. = non mesuré

☒ = analyse effectuée par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification.

**Commentaires :**

- Les MES sont analysées avec des filtres Millipore AP40

**RAPPORT D'ANALYSE**

**DOSSIER** : 150527 012561 01  
**Bordereau** : 4  
**N° travail** : 041268  
**Date d'édition** : 16/06/2015

Client	
<b>Nom</b>	: Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA
<b>Commune</b>	: LONS LE SAUNIER

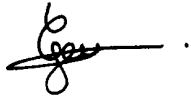
Féd. Dép. des AAPPMA DU JURA  
ZAC en Bercaille  
395 rue Bercaille  
39000 LONS LE SAUNIER

<b>Date de prélèv.</b> : 27/05/2015	<b>Date de réception</b> : 27/05/2015	<b>Date de début d'analyse</b> : 28/05/15	
<b>Préleveur</b> : CLIENT	<b>Acheminé par</b> : COLLECTEUR LDA39		
<b>Remarques</b> : Néant			
Paramètres	Résultats		Unité
	Orbe - planche paget 041268 Eau brute	'Orbe - seis neuves 041269 Eau brute	


Copie à :

Validé le 16/06/2015

Deborah GEISKOPP



Ingénieur chimie des eaux

Le présent rapport ne peut être reproduit que sur autorisation écrite du laboratoire et sous la forme intégrale, signature comprise. Il ne concerne que le(s) produit(s) décrit(s) ci-dessus.. L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation et signalées ci-dessus par le symbole . Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European co-operation for Accreditation) et d'ILAC (International Laboratory Accreditation Corporation) de reconnaissance de l'équivalence des rapports d'analyses.

Conformément aux dispositions de la loi Informatique et Liberté, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification pour les informations vous concernant en vous adressant au LDA39.



[1] "1032 - Somme PCB" [2] "1082 - Benzo (a) Anthracène" [3] "1083 - Chlorpyriphos Ethyl" [4] "1089 - PCB126" [5] "1090 - PCB169" [6] "1091 - PCB77" [7] "1093 - Thiodicarbe" [8] "1094 - Lambda Cyhalothrine" [9] "1101 - Alachlore" [10] "1102 - Aldicarbe" [11] "1103 - Aldrine" [12] "1104 - Amétryne" [13] "1107 - Atrazine" [14] "1108 - Atrazine Déséthyl" [15] "1110 - Azinphos Ethyl" [16] "1111 - Azinphos Méthyl" [17] "1113 - Bentazone" [18] "1115 - Benzo (a) Pyrène" [19] "1116 - Benzo (b) Fluoranthène" [20] "1117 - Benzo (k) Fluoranthène" [21] "1118 - Benzo (ghi) Perylène" [22] "1119 - Bifénox" [23] "1120 - Bifentrine" [24] "1123 - Bromophos Ethyl" [25] "1124 - Bromophos Méthyl" [26] "1125 - Bromoxynil" [27] "1126 - Butraline" [28] "1127 - Captafol" [29] "1128 - Captane" [30] "1129 - Carbendazime" [31] "1130 - Carbofuran" [32] "1132 - Chlordane" [33] "1133 - Chloridazone (Pyrazon)" [34] "1134 - Chlorméphos" [35] "1136 - Chlortoluron" [36] "1137 - Cyanazine" [37] "1139 - Cymoxanil" [38] "1140 - Cyperméthrine" [39] "1141 - 2,4-D" [40] "1142 - 2,4-DB" [41] "1143 - 2,4' DDD" [42] "1144 - 4,4' DDD" [43] "1145 - 2,4' DDE" [44] "1146 - 4,4' DDE" [45] "1147 - 2,4' DDT" [46] "1148 - DDT 44'" [47] "1149 - Deltaméthrine" [48] "1156 - Diallate" [49] "1157 - Diazinon" [50] "1159 - Dichlofenthion" [51] "1169 - Dichlorprop" [52] "1170 - Dichlorvos" [53] "1172 - Dicofol" [54] "1173 - Dieldrine" [55] "1175 - Diméthoate" [56] "1176 - Dinoterbe" [57] "1177 - Diuron" [58] "1178 - Endosulfan Alpha" [59] "1179 - Endosulfan Béta" [60] "1181 - Endrine" [61] "1183 - Ethion (Diethion)" [62] "1184 - Ethofumésate" [63] "1185 - Fénarimol" [64] "1187 - Fénitrothion" [65] "1188 - Fenpropathrine" [66] "1190 - Fenthion" [67] "1191 - Fluoranthène" [68] "1192 - Folpel" [69] "1193 - Tau-Fluvalinate" [70] "1194 - Flusilazole" [71] "1197 - Heptachlore" [72] "1198 - Heptachlore Epoxyde (somme des isomères)" [73] "1199 - Hexachlorobenzène" [74] "1200 - HCH Alpha" [75] "1201 - HCH Beta" [76] "1202 - HCH Delta" [77] "1203 - HCH Gamma (Lindane)" [78] "1204 - Indéno (1,2,3-cd) Pyrène" [79] "1205 - Ioxynil" [80] "1206 - Iprodione" [81] "1207 - Isodrine" [82] "1208 - Isoproturon" [83] "1209 - Linuron" [84] "1210 - Malathion" [85] "1212 - 2,4-MCPA" [86] "1213 - 2,4-MCPB" [87] "1214 - Mecoprop (MCP)" [88] "1217 - Méthidathion" [89] "1221 - Métolachlore (R+S)" [90] "1226 - Mévinphos" [91] "1227 - Monolinuron" [92] "1228 - Monuron" [93] "1232 - Parathion Ethyl" [94] "1233 - Parathion Méthyl" [95] "1234 - Pendimethaline" [96] "1235 - Pentachlorophénol" [97] "1237 - Phosalone" [98] "1238 - Phosphamidon" [99] "1239 - PCB28" [100] "1240 - PCB35" [101] "1241 - PCB52" [102] "1242 - PCB101" [103] "1243 - PCB118" [104] "1244 - PCB138" [105] "1245 - PCB153" [106] "1246 - PCB180" [107] "1253 - Prochloraze" [108] "1255 - Propargite" [109] "1256 - Propazine" [110] "1257 - Propiconazole" [111] "1258 - Pyrazophos" [112] "1260 - Pyrimiphos Ethyl" [113] "1261 - Pyrimiphos Méthyl" [114] "1262 - Secbuméton" [115] "1263 - Simazine" [116] "1264 - 2,4,5-T" [117] "1266 - Terbuméton" [118] "1267 - Terbuphos" [119] "1268 - Terbutylazine" [120] "1269 - Terbutryne" [121] "1288 - Triclopyr" [122] "1289 - Trifluraline" [123] "1291 - Vinchlozoline" [124] "1307 - Matières sèches À 105°C" [125] "1308 - Amitraze" [126] "1310 - Acrinathrine" [127] "1333 - Carbétamide" [128] "1359 - Cyprodinil" [129] "1360 - Dichlofluamide" [130] "1369 - Arsenic (As)" [131] "1382 - Plomb (Pb)" [132] "1383 - Zinc (Zn)" [133] "1386 - Nickel (Ni)" [134] "1387 - Mercure (Hg)" [135] "1388 - Cadmium (Cd)" [136] "1389 - Chrome (Cr)" [137] "1392 - Cuivre (Cu)" [138] "1402 - Diethofencarbe" [139] "1403 - Diméthomorphe" [140] "1405 - Hexaconazole" [141] "1406 - Lénacile" [142] "1414 - Propyzamide" [143] "1432 - Pyriméthamil" [144] "1453 - Acénaph-tène" [145] "1458 - Anthracène" [146] "1463 - Carbaryl" [147] "1464 - Chlorfenvinphos" [148] "1473 - Chlorothalonil" [149] "1474 - Chlorpropham" [150] "1476 - Chrysène" [151] "1480 - Dicamba" [152] "1490 - DiNitroOrthoCrésol (DNOC)" [153] "1491 - Dinosèbe" [154] "1492 - Disulfoton" [155] "1495 - Ethoprophos" [156] "1502 - Bioresméthrine" [157] "1503 - Flutriafol" [158] "1510 - Mercaptodiméthur" [159] "1511 - Méthoxychlore" [160] "1516 -

Naled" [161] "1517 - Naphtalène" [162] "1519 - Napropamide" [163] "1523 - Perméthrine" [164] "1524 - Phénanthrène" [165] "1525 - Phorate" [166] "1528 - Pirimicarbe" [167] "1529 - Bitertanol" [168] "1532 - Propanil" [169] "1533 - Propétamphos" [170] "1535 - Propoxur" [171] "1537 - Pyrène" [172] "1538 - Quintozène" [173] "1540 - Chlorpyriphos Méthyl" [174] "1544 - Triadimefon" [175] "1618 - Methyl 2 Naphtalène" [176] "1619 - Methyl 2 Fluoranthène" [177] "1621 - Dibenzo (a,h) Anthracene" [178] "1622 - Acénaphtylène" [179] "1623 - Fluorène" [180] "1624 - PCB209" [181] "1625 - PCB194" [182] "1626 - PCB170" [183] "1627 - PCB105" [184] "1628 - PCB44" [185] "1631 - Tétrachlorobenzène 1,2,4,5" [186] "1657 - Triazophos" [187] "1658 - Tralomethrine" [188] "1659 - Terbacile" [189] "1660 - Tétraconazole" [190] "1661 - Tébutame" [191] "1662 - Sulcotrione" [192] "1663 - Pyrifénos" [193] "1664 - Procymidone" [194] "1665 - Phoxime" [195] "1666 - Oxadixyl" [196] "1667 - Oxadiazon" [197] "1668 - Oryzalin" [198] "1669 - Norflurazon" [199] "1670 - Métazachlore" [200] "1672 - Isoxaben" [201] "1673 - Hexazinone" [202] "1674 - Fonofos" [203] "1675 - Flurochloridone" [204] "1676 - Flufénoxuron" [205] "1678 - Diméthénamide" [206] "1679 - Dichlobenil" [207] "1680 - Cyproconazol" [208] "1681 - Cyfluthrine" [209] "1682 - Coumaphos" [210] "1683 - Chloroxuron" [211] "1685 - Bromopropylate" [212] "1686 - Bromacil" [213] "1688 - Aclonifen" [214] "1694 - Tébuconazole" [215] "1697 - Allethrine" [216] "1706 - Métalaxyle" [217] "1709 - Piperonyl Butoxide" [218] "1710 - Promecarbe" [219] "1713 - Thiabendazole" [220] "1719 - Tolyfluanide" [221] "1742 - Endosulfan Sulfate" [222] "1743 - Somme Endosulfan (Alpha+Béta+Sulfate)" [223] "1744 - Epoxyconazole" [224] "1757 - Chlordane Béta" [225] "1762 - Penconazole" [226] "1797 - Metsulfuron Méthyl" [227] "1809 - Esfenvalérate" [228] "1812 - Alphaméthrine" [229] "1814 - Diflufénicanil" [230] "1861 - Bupirimate" [231] "1863 - Cadusaphos" [232] "1866 - Chlordécone" [233] "1877 - Imidaclopride" [234] "1881 - Myclobutanil" [235] "1885 - PCB149" [236] "1886 - PCB31" [237] "1888 - Pentachlorobenzène" [238] "1889 - Profénofos" [239] "1890 - Pyridabène" [240] "1891 - Quinalphos" [241] "1895 - Tébufénozide" [242] "1896 - Tébufenpyrad" [243] "1897 - Téflubenzuron" [244] "1898 - Teméphos" [245] "1903 - Acetochlor" [246] "1905 - Difénoconazole" [247] "1906 - Fenbuconazole" [248] "1911 - Imazamétabenz-Méthyl" [249] "1939 - Flazasulfuron" [250] "1941 - Bromoxynil Octanoate" [251] "1945 - Isoxaflutole" [252] "1950 - Kresoxim Méthyl" [253] "1951 - Azoxystrobin" [254] "1952 - Oxyfluorène" [255] "1966 - Dithianon" [256] "1967 - Fénoxycarbe" [257] "1971 - Phosmet" [258] "1976 - Isazofos" [259] "2008 - Flurtamone" [260] "2009 - Fipronil" [261] "2011 - 2,6 Dichlorobenzamide" [262] "2013 - Anthraquinone" [263] "2015 - Azamétiphos" [264] "2017 - Clomazone" [265] "2022 - Fludioxonil" [266] "2023 - Flumioxazine" [267] "2026 - Lufénuron" [268] "2028 - Quinoxyfen" [269] "2032 - PCB156" [270] "2046 - HCH Epsilon" [271] "2056 - Fluquinconazole" [272] "2057 - Fénamidone" [273] "2547 - Fluroxypyr Methyl Heptyl Ester" [274] "2737 - Norflurazon Desméthyl" [275] "3209 - Béta-cyfluthrine" [276] "3268 - Somme des DDT" [277] "5432 - PCB81" [278] "5433 - PCB114" [279] "5434 - PCB123" [280] "5435 - PCB157" [281] "5436 - PCB167" [282] "5437 - PCB189" [283] "5438 - Mirex" [284] "5483 - Indoxacarbe" [285] "5526 - Boscalid" [286] "5619 - Dinocap" [287] "6463 - PCB132" [288] "6465 - PCB193" [289] "6469 - PCB163" [290] "7010 - Chlordane Alpha"

## .5 Informations techniques

```
## setting value
## version R version 3.3.3 (2017-03-06)
## system x86_64, darwin13.4.0
```

```

## ui          X11
## language   (EN)
## collate    fr_FR.UTF-8
## tz         Europe/Paris
## date       2018-03-08
##
## package    * version date      source
## aquatools  * 0.0.41 2018-02-08 local
## assertthat 0.2.0 2017-04-11 CRAN (R 3.3.2)
## base       * 3.3.3 2017-03-07 local
## bindr      0.1   2016-11-13 CRAN (R 3.3.2)
## bindrcpp   * 0.2   2017-06-17 CRAN (R 3.3.2)
## bit        1.1-12 2014-04-09 cran (@1.1-12)
## bit64      0.9-7 2017-05-08 cran (@0.9-7)
## bitops     1.0-6 2013-08-17 CRAN (R 3.3.0)
## blob       1.1.0 2017-06-17 cran (@1.1.0)
## broom      0.4.3 2017-11-20 CRAN (R 3.3.2)
## car        2.1-6 2017-11-19 cran (@2.1-6)
## cellranger 1.1.0 2016-07-27 CRAN (R 3.3.0)
## cli        1.0.0 2017-11-05 CRAN (R 3.3.2)
## colorspace 1.3-2 2016-12-14 CRAN (R 3.3.2)
## crayon     1.3.4 2017-09-16 CRAN (R 3.3.2)
## datasets   * 3.3.3 2017-03-07 local
## DBI        0.7   2017-06-18 cran (@0.7)
## dbplyr     1.1.0 2017-06-27 CRAN (R 3.3.2)
## devtools   1.13.4 2017-11-09 CRAN (R 3.3.2)
## digest     0.6.13 2017-12-14 CRAN (R 3.3.2)
## dplyr      * 0.7.4 2017-09-28 cran (@0.7.4)
## evaluate   0.10.1 2017-06-24 CRAN (R 3.3.2)
## forcats    * 0.2.0 2017-01-23 CRAN (R 3.3.2)
## foreign    0.8-69 2017-06-21 CRAN (R 3.3.2)
## FSA        0.8.17 2017-10-29 cran (@0.8.17)
## geosphere  1.5-7 2017-11-05 CRAN (R 3.3.2)
## ggmap      * 2.7   2017-04-28 Github (dkahle/ggmap@c6b7579)
## ggplot2    * 2.2.1 2016-12-30 CRAN (R 3.3.2)
## ggrepel    * 0.7.0 2017-09-29 CRAN (R 3.3.2)
## glue       1.2.0 2017-10-29 cran (@1.2.0)
## graphics   * 3.3.3 2017-03-07 local
## grDevices  * 3.3.3 2017-03-07 local
## grid       3.3.3 2017-03-07 local
## gridExtra  * 2.3   2017-09-09 CRAN (R 3.3.2)
## gtable     0.2.0 2016-02-26 CRAN (R 3.3.0)
## haven      1.1.0 2017-07-09 CRAN (R 3.3.2)
## highr      0.6   2016-05-09 CRAN (R 3.3.0)
## hms        0.4.0 2017-11-23 CRAN (R 3.3.2)
## httr       1.3.1 2017-08-20 CRAN (R 3.3.2)
## jpeg       0.1-8 2014-01-23 CRAN (R 3.3.0)
## jsonlite   1.5   2017-06-01 CRAN (R 3.3.2)

```

```

## knitr * 1.18 2017-12-27 cran (@1.18)
## labeling 0.3 2014-08-23 CRAN (R 3.3.0)
## lattice 0.20-35 2017-03-25 CRAN (R 3.3.2)
## lazyeval 0.2.1 2017-10-29 CRAN (R 3.3.2)
## lme4 1.1-14 2017-09-27 CRAN (R 3.3.2)
## lubridate * 1.7.1 2017-11-03 cran (@1.7.1)
## magrittr 1.5 2014-11-22 CRAN (R 3.3.0)
## mapproj 1.2-5 2017-06-08 CRAN (R 3.3.2)
## maps 3.2.0 2017-06-08 CRAN (R 3.3.2)
## maptools * 0.9-2 2017-03-25 CRAN (R 3.3.2)
## MASS 7.3-47 2017-04-21 CRAN (R 3.3.2)
## Matrix 1.2-12 2017-11-15 CRAN (R 3.3.2)
## MatrixModels 0.4-1 2015-08-22 CRAN (R 3.3.0)
## memoise 1.1.0 2017-04-21 CRAN (R 3.3.2)
## methods * 3.3.3 2017-03-07 local
## mgcv 1.8-22 2017-09-19 CRAN (R 3.3.2)
## minqa 1.2.4 2014-10-09 CRAN (R 3.3.0)
## mnormt 1.5-5 2016-10-15 CRAN (R 3.3.0)
## modelr 0.1.1 2017-07-24 CRAN (R 3.3.2)
## munsell 0.4.3 2016-02-13 CRAN (R 3.3.0)
## nlme 3.1-131 2017-02-06 CRAN (R 3.3.3)
## nloptr 1.0.4 2014-08-04 CRAN (R 3.3.0)
## nnet 7.3-12 2016-02-02 CRAN (R 3.3.3)
## parallel 3.3.3 2017-03-07 local
## pbkrtest 0.4-7 2017-03-15 CRAN (R 3.3.2)
## pkgconfig 2.0.1 2017-03-21 CRAN (R 3.3.2)
## plyr 1.8.4 2016-06-08 CRAN (R 3.3.0)
## png 0.1-7 2013-12-03 CRAN (R 3.3.0)
## proto 1.0.0 2016-10-29 CRAN (R 3.3.0)
## psych 1.7.8 2017-09-09 CRAN (R 3.3.3)
## purrr * 0.2.4 2017-10-18 CRAN (R 3.3.2)
## quantreg 5.34 2017-10-25 cran (@5.34)
## R6 2.2.2 2017-06-17 CRAN (R 3.3.2)
## Rcpp 0.12.14 2017-11-23 cran (@0.12.14)
## RcppRoll 0.2.2 2015-04-05 CRAN (R 3.3.0)
## readr * 1.1.1 2017-05-16 CRAN (R 3.3.2)
## readxl * 1.0.0 2017-04-18 CRAN (R 3.3.2)
## reshape2 * 1.4.3 2017-12-11 CRAN (R 3.3.2)
## rgdal * 1.2-16 2017-11-21 cran (@1.2-16)
## RgoogleMaps 1.4.1 2016-09-18 CRAN (R 3.3.0)
## rJava 0.9-9 2017-10-12 CRAN (R 3.3.2)
## rjson 0.2.15 2014-11-03 CRAN (R 3.3.0)
## rlang 0.1.4 2017-11-05 cran (@0.1.4)
## RSQLite * 2.0 2017-06-19 cran (@2.0)
## rstudioapi 0.7 2017-09-07 CRAN (R 3.3.2)
## rvest 0.3.2 2016-06-17 CRAN (R 3.3.0)
## scales 0.5.0 2017-08-24 CRAN (R 3.3.2)
## sp * 1.2-6 2018-01-05 cran (@1.2-6)

```

```
## SparseM      1.77    2017-04-23 CRAN (R 3.3.2)
## splines      3.3.3    2017-03-07 local
## stats        * 3.3.3    2017-03-07 local
## stringi      1.1.6    2017-11-17 CRAN (R 3.3.2)
## stringr      * 1.2.0    2017-02-18 CRAN (R 3.3.2)
## tibble       * 1.3.4    2017-08-22 CRAN (R 3.3.2)
## tidyr        * 0.7.2    2017-10-16 CRAN (R 3.3.2)
## tidyselect   0.2.3    2017-11-06 CRAN (R 3.3.2)
## tidyverse    * 1.2.1    2017-11-14 CRAN (R 3.3.3)
## tools        3.3.3    2017-03-07 local
## utils        * 3.3.3    2017-03-07 local
## withr        2.1.1    2017-12-19 CRAN (R 3.3.2)
## xlsx         0.5.7    2014-08-02 CRAN (R 3.3.0)
## xlsxjars     0.6.1    2014-08-22 CRAN (R 3.3.0)
## xml2         1.1.1    2017-01-24 CRAN (R 3.3.2)
## xtable       * 1.8-2    2016-02-05 CRAN (R 3.3.0)
```