



**AGENCE FRANÇAISE  
POUR LA BIODIVERSITÉ**  
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



**RÉGION  
BOURGOGNE  
FRANCHE  
COMTÉ**



Réseau de suivi thermique

des milieux aquatiques du Jura

2016-2019

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

Version finale  
12 novembre 2019

---

## Remerciements

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

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

### **EDF**

Georges Denise  
Gérald Ramos

### **Conseil Départemental du Jura**

Laura Equenot  
Claire Renaud  
Jérémy Catteau

### **Parc Naturel Régional du Haut-Jura**

Bertrand Devillers  
Aimé Écoiffier

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

Valérie Paul  
Sébastien Canault



Les milieux aquatiques présentent des altérations morphologiques et physico-chimiques importantes. Les impacts liés à ces problématiques vont s'amplifier dans les années futures du fait du changement climatique. La température de l'eau représente un indicateur pivot, rendant compte des conditions d'écoulement au sein du territoire, et également comme étant le milieu de vie d'organismes végétaux et animaux. Il est donc nécessaire de l'appréhender afin de comprendre la répartition des espèces, mais également comme conséquence des modifications opérées sur le bassin versant.

Le département du Jura dispose d'un équipement conséquent en capteurs-enregistreurs, mais dont la répartition est hétérogène. Les modalités d'acquisition des données sont également variables entre les différents maîtres d'ouvrage. L'ensemble des chroniques collectées étaient stockées au sein de chaque collectivité, selon des formatages propres.

Il est donc apparu nécessaire d'uniformiser les pratiques et les modalités de conservation et de qualification des différents jeux de données. Ceci permet en premier lieu d'augmenter la pérennité de l'information, mais également de la rendre plus facilement partageable et valorisable. Une base de données et des outils de traitement ont également été créés et mis en œuvre afin de regrouper une partie de cet ensemble disponible, qu'il reste à compléter.

La valorisation de ces éléments a été initiée à travers la création de fiches stationnelles annuelles, le calcul d'indicateurs synthétiques et la création de représentations graphiques des chroniques. Ces différents produits peuvent faire l'objet d'une analyse départementale, mais sont également très opérationnels directement par les maîtres d'ouvrage, afin de limiter les lourdes manipulations informatiques et de plutôt se concentrer sur le travail d'interprétation.

L'organisation en réseau permet la création d'échanges de pratiques et de ressources au bénéfice de tous. Son animation doit se poursuivre et s'amplifier afin de capitaliser sur le travail déjà produit.



## Table des matières

<b>1</b>	<b>Résumé</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Cadre général</b>	<b>6</b>
2.1	Contexte . . . . .	6
2.2	Objectifs . . . . .	7
2.3	Opérateur . . . . .	7
2.4	Pilotage et organisation . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Résultats</b>	<b>9</b>
3.1	Méthodes, outils et formats communs . . . . .	9
3.1.1	Guide pratique . . . . .	9
3.1.2	Qualification . . . . .	10
3.1.3	Outils de traitement . . . . .	10
3.2	Indexation des points de suivi . . . . .	13
3.3	Synthèse des chroniques en cours . . . . .	15
3.3.1	Suivi de terrain . . . . .	15
3.3.2	Chroniques . . . . .	17
3.4	Valorisation des données . . . . .	22
3.5	Mise à disposition des données . . . . .	25
3.6	Échanges entre membres du réseau . . . . .	25
3.7	Structuration du partenariat . . . . .	26
<b>4</b>	<b>Bilan et perspectives</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>Annexes</b>	<b>31</b>
6.1	Informations techniques . . . . .	33

## 2.1 Contexte

Le réchauffement climatique est un fait scientifiquement prouvé (PACHAURI et al. 2014). Au cours des dernières décennies, les changements climatiques ont eu des impacts sur les systèmes naturels et humains sur tous les continents et à travers les océans. Parmi ceux-ci, les milieux aquatiques présentent « une forte vulnérabilité au changement climatique, ne serait-ce que parce que celui-ci a un impact direct sur le cycle de l'eau. De plus, la majorité des espèces aquatiques sont des organismes à sang froid ce qui les rend d'autant plus sensibles aux modifications même légères de la température de leur milieu » (BAPTIST, POULET et SÉON-MASSIN 2014). Il est par exemple observé, de manière locale, une augmentation de la température de l'eau entre 1977 et 2006, d'environ 1°C dans le cas de la Saône ou de l'Ain en amont du Bugey (POIREL, LAUTERS et DESAINT 2009). Un réchauffement est également constaté par exemple sur la Loire (FLOURY et al. 2013) ou le Danube (WEBB et NOBILIS 2007). Les modélisations réalisées à une échelle locale font état d'une forte probabilité d'une augmentation des températures moyennes, en parallèle d'une légère baisse des précipitations (ZGONC et JOLY 2011).

L'état des eaux du bassin Rhône Méditerranée et Corse (RMC) établi en 2014 montre que 48 % de masses d'eau sont en état moyen à mauvais au titre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et que 60 % de masses d'eau présentent des altérations morphologiques (ANONYME 2014). Ces constats sont des facteurs de vulnérabilité aggravant les impacts potentiels du changement climatique pour les organismes vivants dans ces milieux. La DCE doit permettre de restaurer la résilience naturelle de l'ensemble des systèmes aquatiques de notre bassin.

De nombreuses opérations d'aménagement et de restauration sont menées au quotidien sur les systèmes aquatiques. Elles présentent des objectifs souvent divers, mais leur multitude sur un continuum amont-aval génère des impacts positifs comme négatifs, directs et/ou indirects, sur la température des milieux aquatiques, qui tendent à s'accumuler.

Il apparaît aujourd'hui que ces différents enjeux, planétaires, à l'échelle du bassin versant du Rhône et à des échelles plus locales, doivent faire l'objet d'une alimentation par des jeux de données et analyses précis et les plus complets possibles, afin d'en comprendre les rouages et d'éventuelles évolutions.

## 2.2 Objectifs

Ce constat a conduit à s'interroger localement sur les dispositifs permettant de réaliser un suivi relatif à cette problématique, en complément d'enjeux plus opérationnels de suivi d'opérations de restauration morphologique par exemple (FAGOT 2016). La création du Réseau de Suivi de la Température des Milieux Aquatiques du Jura (RSTMAJ) a donc été proposée, à l'initiative et sous maîtrise d'ouvrage de la Fédération du Jura pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques (FJPPMA).

Les objectifs de ce réseau étaient, à court terme, les suivants :

- Indexer les points de suivi
- Synthétiser les chroniques en cours
- Définir des méthodes et des formats communs
- Valoriser les données
- Mettre à disposition les données

## 2.3 Opérateur

La FJPPMA est une association de type loi 1901 reconnue d'utilité publique. Ses missions statutaires concernent :

- l'organisation, la promotion et la police de la pêche dans le département du Jura,
- la protection et la mise en valeur des milieux aquatiques,
- le soutien des Associations Agréées pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques (AAPPMA).

Dans ce cadre, la FJPPMA réalise des suivis et des diagnostics de milieux aquatiques du département, et s'implique dans les démarches de concertation telles que les contrats de milieux (Ain amont, Doubs, Orain, Seille, Suran, Valouse), les réseaux de suivi ou encore le travail en cours sur la continuité écologique par exemple.

La FJPPMA a souhaité, dans ce contexte, se porter maître d'ouvrage et maître d'œuvre concernant ce réseau de suivi.

## 2.4 Pilotage et organisation

Le Comité de pilotage (COPIL) est destiné à contrôler, valider et suivre le projet. Il est composé des institutions suivantes :

- Agence Française pour la Biodiversité (AFB)
- Direction Départementale des Territoires (DDT) du Jura
- Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse (AERMC)
- Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL)
- Conseil Départemental du Jura (CD39)
- Parc Naturel Régional du Haut-Jura (PNRHJ)
- Région Bourgogne-Franche-Comté (RBFC)
- Électricité De France (EDF)
- FJPPMA

Par ailleurs, les différents maîtres d'ouvrage disposant de capteurs de température de milieux aquatiques dans le département du Jura sont des membres de droit du réseau.

Ainsi, deux statuts sont établis :

- Membre du comité de pilotage
- Membre du réseau

TABLE 2.1 – *Statuts des différents opérateurs associés*

Opérateur	CoPil	Membre
DDT39	✓	
AERMC	✓	
RBFC	✓	
EDF	✓	
CCVA		✓
CCPM		✓
SMISA/SR3A		✓
AFB	✓	✓
DREAL	✓	✓
CD39	✓	✓
PNRHJ	✓	✓
FJPPMA	✓	✓

Quelques acteurs ont par ailleurs été rencontrés ou doivent l'être, sans échanges plus aboutis dans l'immédiat :

- Fédération Départementale des Chasseurs du Jura (FDCJ) : rencontre le 12/06/2018
- Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques du Haut-Doubs (SMMAH) : rencontre le 31/10/2018
- Syndicat Mixte Doubs-Loue : rencontre à programmer
- Pôle karst : rencontre à programmer
- Conservatoire d'Espaces Naturels de Franche-Comté (CEN) : rencontre à programmer

Les données collectées au cours de ce travail, ainsi que ce rapport, ont été produits via le programme R (R CORE TEAM 2019) à travers RStudio (RSTUDIO TEAM 2019), couplés à différents packages (WILKE 2019; GROLEMUND et WICKHAM 2011; KAHLE et WICKHAM 2013; WICKHAM 2007; WICKHAM 2011; WICKHAM 2009; WICKHAM et al. 2019; SLOWIKOWSKI 2019; AUGUIE 2017; XIE 2019; WICKHAM et BRYAN 2019; WICKHAM 2018a; WICKHAM et HENRY 2019; DAHL 2019; WICKHAM 2017; WICKHAM et RUIZ 2019; DUNNINGTON et RUIZ 2018; PEBESMA 2018; WICKHAM 2018b; PEBESMA, MAILUND et HIEBERT 2016). QGIS, PostgreSQL et PostGIS ont également été utilisés (QGIS DEVELOPMENT TEAM 2019; POSTGRESQL GLOBAL DEVELOPMENT GROUP 2017; *PostGIS* 2017).

## 3.1 Méthodes, outils et formats communs

### 3.1.1 Guide pratique

Un guide pratique a été rédigé à l'attention des différents opérateurs des différents maîtres d'ouvrage afin de regrouper et de synthétiser au maximum les « **bonnes pratiques** » à mettre en œuvre dans la **phase opérationnelle** de suivis thermiques (FAGOT 2018). Ce document contient notamment :

- des **conseils organisationnels**, comprenant :
  - des recommandations générales,
  - une liste type du matériel nécessaire,
  - un phasage type des manipulations à procéder avant, pendant et après une tournée d'équipement ou d'entretien des dispositifs,
- l'organisation des **fichiers type** permettant un traitement homogène et consistant,
- les **références des matériels** les plus utilisés par les maîtres d'ouvrage départementaux,
- des **fiches pratiques** relatives à l'**utilisation du matériel** (programmation, vidange des données, etc.).

Ce guide a été inclus dans une « **boîte à outils** », qui contient également les fichiers types d'un cahier de suivi de terrain et de la description d'une nouvelle station, prêts à

être imprimés ou au format excel pour saisie ultérieure.

### 3.1.2 Qualification

Un **processus de validation/qualification de la donnée** a été développé. Cette démarche s'articule dans un premier temps autour du suivi de terrain (voir section 3.3.1) afin de ne conserver que les chroniques réelles, fonction des dates et heures de pose et de relève. L'observation et le calcul de valeurs remarquables atypiques permet ensuite dans un deuxième temps de repérer les anomalies et de les traiter :

- par corrections ponctuelles par estimation, en conservant la mesure réelle rejetée,
- par invalidation pure et simple, créant un « trou » dans la chronique.

### 3.1.3 Outils de traitement

D'autres **outils** sont proposés de manière complémentaire afin de **faciliter le traitement des différentes données** issues de la phase de terrain. Ces éléments ont, pour la plupart, été regroupés dans un package R accessible librement en ligne (FAGOT 2019).

- `chronique.ouverture` : permet de **simplifier l'importation** des fichiers `.txt/.csv/.xlsx`, avec une sélection du type de données, une possibilité de sauter les `n` premières lignes des fichiers, une reconnaissance semi-automatisée des noms de champs et une correction de ceux-ci si nécessaire.
- `chronique.ajout`, `chronique.correction` et `chronique.suppression` : permettent, au cours du processus d'importation et de qualification de chaque chronique, de **compléter**, **réduire** ou **corriger** celle-ci.
- `chronique.pperiode` : permet de **sélectionner la période d'intérêt** sur la chronique en cours de manipulation
- `chronique.decalage` : permet, au cours du processus d'importation et de qualification de chaque chronique, de **décaler** la date et l'heure d'une chronique qui aurait pu être partiellement corrompue par le dispositif de transmission des données. Cette manœuvre ne peut être réalisée que si le suivi de terrain est bien réalisé.
- `chronique.validation` : permet, au cours du processus d'importation et de qualification de chaque chronique, d'**identifier** un certain nombre de **valeurs atypiques** qui pourraient mettre en évidence les éventuelles anomalies du jeu de données. On recherche :
  - les différences entre deux valeurs et/ou mesures successives (avec seuil d'anomalie indépendamment réglable),
  - la complétude des jours,
  - la cohérence entre le nombre de jours présents dans la chroniques et les dates minimales et maximales,
  - les valeurs supérieures ou inférieures à deux valeurs seuils (par exemple  $> 25^{\circ}\text{C}$  et/ou  $< 0^{\circ}\text{C}$ ).
- `BDD.format` : permet de réaliser automatiquement le **nettoyage** et le **formatage** des différentes valeurs de manière cohérente avec les formats de stockage au sein de la base de données pour les mesures, les suivis de terrain, les stations et les résultats (format des dates, heures, unités, séparateurs décimaux, noms de stations, type

d'opération réalisée).

- `chronique.stations`, `chronique.capteurs`, `chronique.resultats`, `chronique.suivi` et `chronique.mesures` : permettent l'**extraction** des données déjà incluses dans la base de données, avec un certain nombre de filtres : par station, écosystème, maître d'ouvrage, territoire.
- `chronique.agregation` : permet, à partir des chroniques détaillées, l'**agrégation** par jour/mois/année des valeurs, avec le calcul de valeurs remarquables (minimum, maximum, moyenne, médiane, variance, amplitude, nombre de mesures, dates de valeurs remarquables annuelles, percentiles), avec ou sans exportation automatique sous forme de fichier .xlsx.
- `chronique.duree` : permet de **visualiser la répartition temporelle** par station et par qualification des chroniques incluses dans le jeu de données en cours de travail.
- `chronique.figure` : permet de **représenter une chronique** sous forme d'enveloppe des minimas et maximas journaliers, avec ou sans la Vmm30j (voir annexe .0.1), avec des axes X (période) et Y (valeur) fixés ou variables en fonction du résultat recherché, avec ou sans exportation automatique sous forme de fichier .png.
- `chronique.figure.interannuelle` : permet la **représentation** sous forme de boîte à moustache d'un maximum **de 10 chroniques annuelles pour un même site**, avec mise en valeur annuelle des minima et maxima moyens journaliers, de la Vmm30j, ainsi qu'une mise en valeur des minima et maxima instantannés inter-annuels, ainsi que les minima, maxima et moyenne des Vmm30j (voir figure 3.1), avec ou sans exportation automatique sous forme de fichier .png.
- `chronique.analyse` : permet de **calculer des valeurs remarquables de la chronique**, en permettant l'analyse : dates de début/fin de la chronique, valeurs instantannées et journalières remarquables, Vmm7j, Vmm30, nombre et durée des épisodes de dépassement (supérieurs et/ou inférieurs) de valeurs remarquables, etc. Le détail des métriques est présent en annexe .0.1.
- `chronique.traitement` : permet d'exécuter automatiquement les fonctions d'agrégation, d'analyse et de représentation graphique d'une ou plusieurs chroniques et/ou station.

Les outils de traitement ici détaillés permettent de **traiter tous types de chronique**, thermiques en premier lieu, mais également de piézométrie/hauteur d'eau, de débit ou de qualité d'eau captée en continu (oxygène dissous, conductivité, etc.). Il est en effet possible d'adapter les différents seuils de calcul/représentation en conséquence, avec ensuite un calcul réalisant automatiquement une distinction du type de mesure à partir du-dit champ.

Cette adaptabilité de l'outil de traitement ouvre donc de plus larges perspectives d'utilisation. Ce point est d'autant plus intéressant que le processus de traitement pour analyse et représentation graphique peut être utilisé seul et de manière indépendante à celui d'importation et de validation des données. **L'outil développé peut donc parfaitement être utilisé par n'importe quel opérateur de manière autonome.** Afin d'en faciliter encore plus l'accès, il est envisagé dans le futur de créer une page internet où l'opérateur pourra uploader son jeu de données (dans un certain format), avec en retour le traitement réalisé disponible en téléchargement après un court délai.



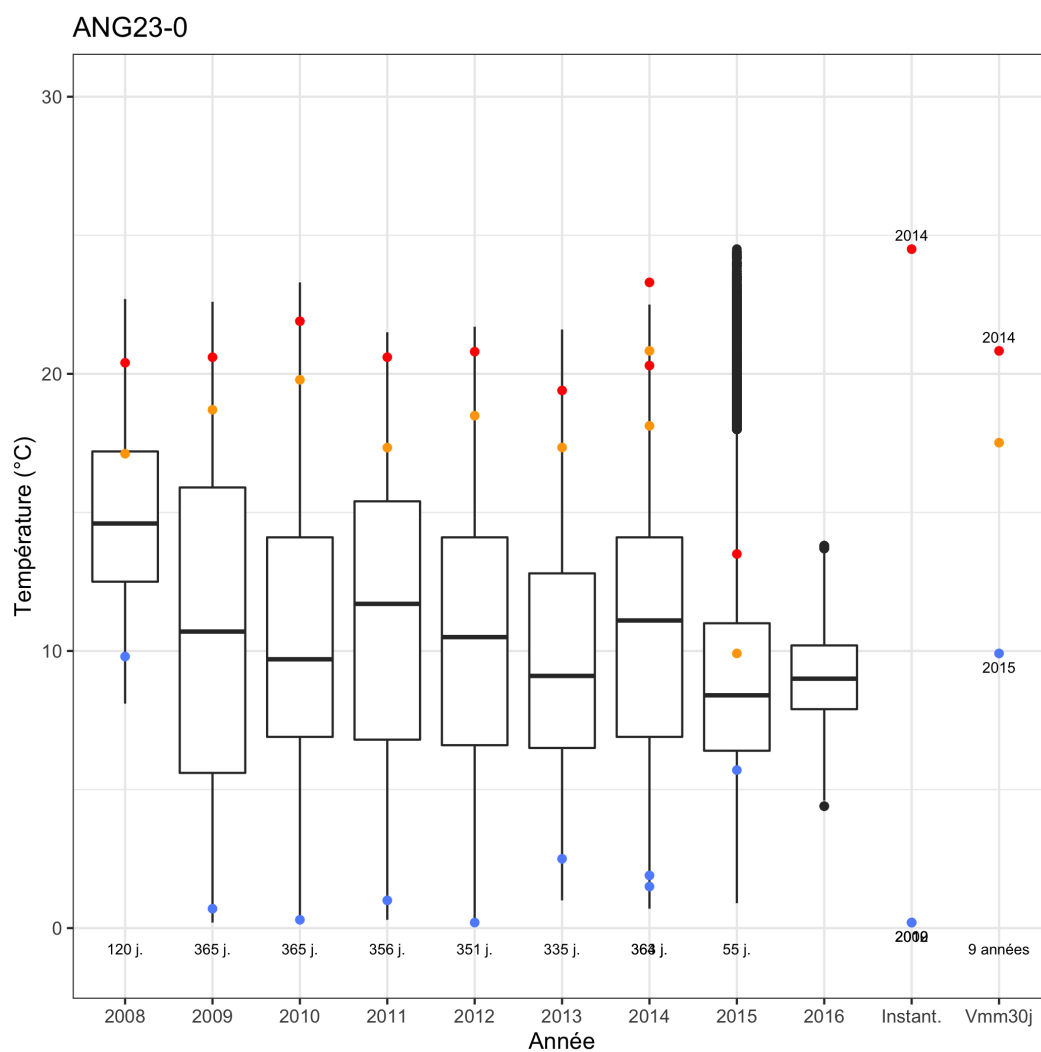


FIGURE 3.1 – Exemple d'une représentation interannuelle de synthèse pour la station ANG23-0 (données DREAL)

## 3.2 Indexation des points de suivi

L'état initial de la répartition des points de suivi (FAGOT 2016) a fait l'objet d'un complément et d'une mise à jour. Ainsi, **310 stations** sont actuellement dénombrées sur le territoire départemental. On peut observer leur répartition sur la figure 3.2.

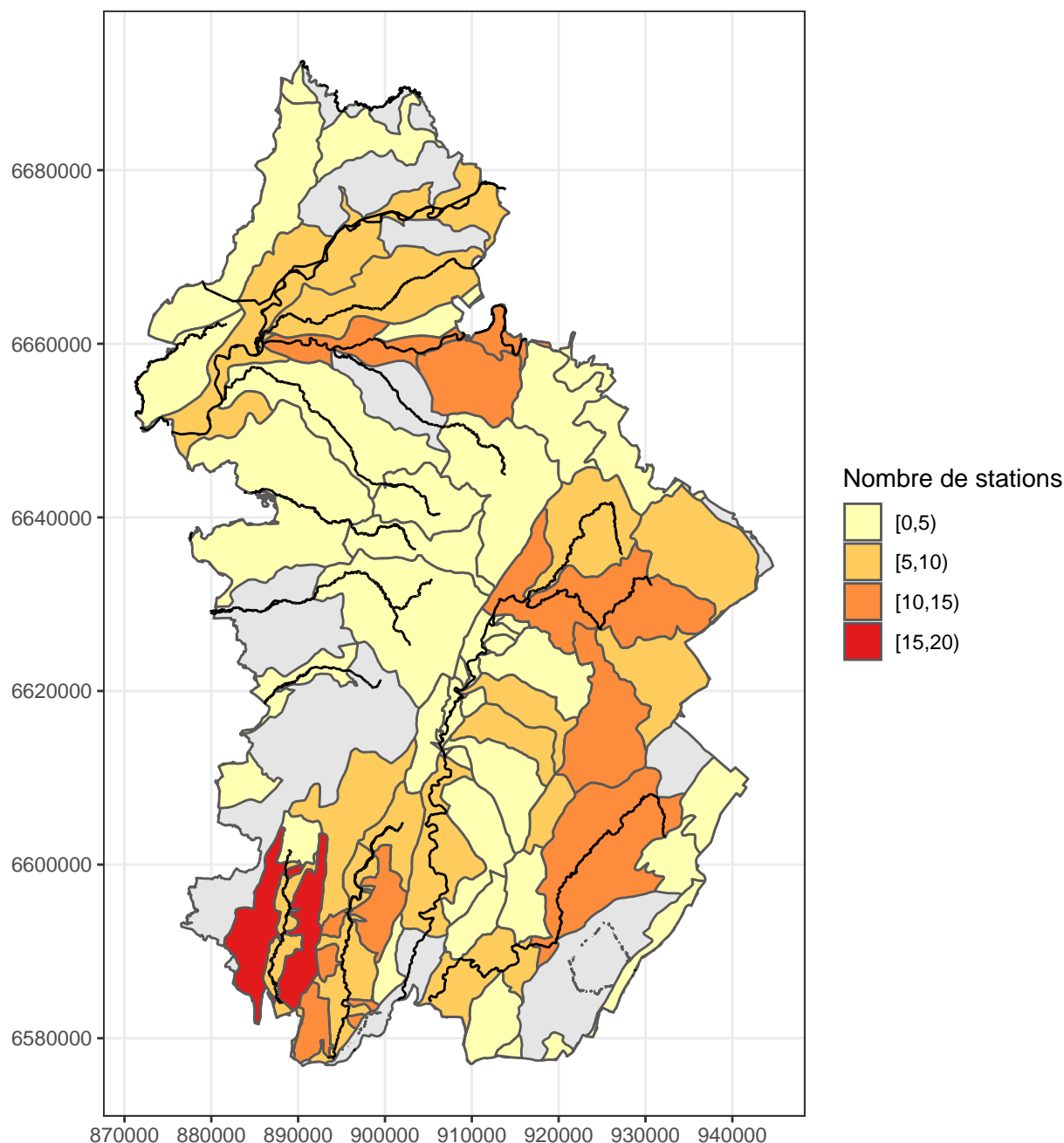


FIGURE 3.2 – Répartition par contexte du PDPG du nombre de points actifs de suivi thermique des milieux aquatiques du département du Jura

Chaque station a fait l'objet d'une identification homogène au sein du RSTMAJ, avec conservation de l'identification utilisée par le maître d'ouvrage. Différentes informations complètent cette table de données, avec une recherche du maximum de précision possible :

- le maître d'ouvrage,


- la localisation du capteur,
- l'activité actuelle ou passée du point de suivi,
- la typologie du suivi (patrimonial ou opérationnel),
- l'équipement par un dispositif de télétransmission,
- l'accès, les détails de localisation et le mode d'ancrage du capteur,
- diverses informations mésologiques, encore partielles.

Cette table constitue d'abord un outil d'**inventaire global**, mais il peut être valorisé en tant que **fiches stationnelles** permettant la description des stations de manière standardisée afin de les diffuser, mais également de les utiliser dans la gestion matérielle au quotidien. Un exemple de fiche est visible en figure 3.3. Les fiches sont produites grâce à un atlas QGIS, dont la maquette est diffusable. Cet outil permet de ne générer que les fiches souhaitées, par maître d'ouvrage, par territoire, par écosystème, etc.

<b>Cours d'eau : Suran</b>	Département : 39
<b>Commune : Loisia</b>	Opérateur : SMISA
<b>Identifiant : SUR0-1</b>	Ordre tournée : 1

XLIIIE	YLIIE	XL93	YL93
840005	2170158	888942	6601673

Carte IGN n°3227OT




**Rive : RD**

**Ancrage :**  
Piton dans pont

**Détails de positionnement :**  
1er pont aval source

**À faire :**



Mise à jour le : 26/10/2017

FIGURE 3.3 – Exemple d'une fiche de description stationnelle

## 3.3 Synthèse des chroniques en cours

### 3.3.1 Suivi de terrain

La gestion précise des chroniques de température doit s'appuyer avant tout sur une **approche fine des métadonnées** relatives à celles-ci. Un travail a donc été engagé afin de centraliser et de faire évoluer les pratiques les concernant. Il est en effet apparu que les maîtres d'ouvrage avaient des pratiques très hétérogènes sur ce volet :

- Certains ne stockaient quasiment aucune métadonnées de pose/relève des données.
- D'autres savaient quelles sondes étaient positionnées où, sans aller au-delà.
- Quelques opérateurs avaient une démarche d'historisation des gestes effectués, mais avec une structuration perfectible.

Il a donc été mis en place un « **cahier de terrain** », avec un format commun de saisie des données au sein d'un tableur. Ces données sont ensuite incluses au sein d'une table dédiée. Les informations ainsi recueillies, lors de chaque intervention sur un point de suivi, sont les suivantes :

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>— le maître d'ouvrage,</li> <li>— l'opérateur de terrain,</li> <li>— la date et l'heure d'intervention,</li> <li>— la station concernée,</li> <li>— le capteur concerné,</li> <li>— l'opération réalisée (pose, dépose, relève, etc.),</li> <li>— la valeur de température mesurée</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>directement in-situ avec un thermomètre de référence,</li> <li>— les éventuelles manipulations à réaliser lors de la prochaine visite (câble/pile à remplacer, etc.),</li> <li>— d'éventuelles remarques relatives aux observations de terrain.</li> </ul> |
|--|---|

Un exemple de cahier de terrain complété est visible sur la figure 3.4. La table du suivi de terrain contient actuellement 1405 occurrences, dont la ventilation et l'amplitude temporelle sont visibles dans le tableau 3.1.

TABLE 3.1 – Répartition par maître d'ouvrage des suivis présents dans la base de données, avec les dates minimale et maximale des suivis

Maître d'ouvrage	Nombre	Date minimale	Date maximale
CCPM	205	2013-06-17	2019-06-06
CCVA	78	2012-03-22	2016-08-19
CD39	273	2013-07-11	2018-07-25
CD39_CR_Ain	21	2013-07-11	2014-07-23
Commune de Saint-Claude	2	2013-06-01	2013-06-01
FJPPMA	402	2012-03-23	2019-10-09
PNRHJ	191	2010-07-13	2017-02-28
SMISA	233	2015-05-13	2018-06-28

Maître d'ouvrage	Opérateur	Station	Date	Heure	Numéro sonde	Temp. manuelle	Action	Fonctionnement	Remarque	Action à réaliser lors de la prochaine visite
SMISA	VR JB	SUR 62-3	22/03/17	16h55	20052 1668	11,3°C	Pose			
"	"	SUR 63-7	"	15h10	106472- 52	10,6°C	Relève	OK		
"	"	SUR 71-3	"	15h28	106472- 61	11,2	"	"		
"	"	SUR 76-2	"	15h36	106472- 61	11,3	"	"		
"	"	SUR 76-6	"	15h44	106472- 34	11,7	"	"		
"	"	DUR 7-7 amont	"	15h58	20052 653	10,5°C	Pose			manchon
"	"	DUR 7-7 aval	"	15h52	106472- 62	10,5°C	"	OK		complet à remettre
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SMISA	VR/ST	DUR 7-7 aval	23/05	7h20	106472- 62		Relève	OK		
"	"	DUR 9-7 aval	"	7h44	20052- 84		Pose		Remplace	
"	"	DUR 7-7 amont	"	7h21	20052- 53		Relève	OK		
"	"	SUR 76-6	"	7h35	106472- 34		Relève	OK		
"	"	SUR 76-6	"	7h37	20052- 76		Pose		Remplace	

FIGURE 3.4 – Exemple d'une fiche de description stationnelle

Le **processus d'importation** des données globales suit donc la logique suivante, **chaque étape conditionnant la suivante** :

- Création/existence de la station de suivi dans la table correspondante ;
- Importation du suivi de terrain ;
- Importation des chroniques de mesure, en s'appuyant sur les dates de pose, de relève et de dépose issues du suivi de terrain.

La double vérification possible grâce au suivi de terrain, qui inclut la référence de la station **et** du capteur, permet parfois de **préserver des chroniques initialement douteuses** du fait de nommage de fichiers confus par exemple. L'importation sans délai trop important du suivi permet également, lors de la préparation de la tournée de terrain suivante, d'obtenir un **état des opérations à réaliser sur chaque point de suivi** à partir des données indiquées dans la colonne correspondante ou par calcul de la période couverte depuis le dernier changement de pile par exemple.

### 3.3.2 Chroniques

L'ensemble des chroniques fait systématiquement l'objet d'une représentation et d'une interprétation en rapport à leurs « années biologiques ». L'année biologique d'une mesure correspond non pas à l'année civile de celle-ci, mais son rapport au 30 septembre/1<sup>er</sup> octobre. Ceci permet une interprétation biologique/écologique des chroniques beaucoup plus aisée. En effet, une mesure captée par exemple le 3 décembre de l'année N sera en réalité interprétée par rapport à l'année N+1 pour l'étude de la reproduction des salmonidés par exemple, qui sera déjà engagée. Ceci permet également de couvrir les phénomènes plus ordinaires qui ont lieu par exemple au printemps ou en été dans la même année N+1. Une **année biologique s'écoule donc du 1<sup>er</sup> octobre N au 30 septembre N+1**.

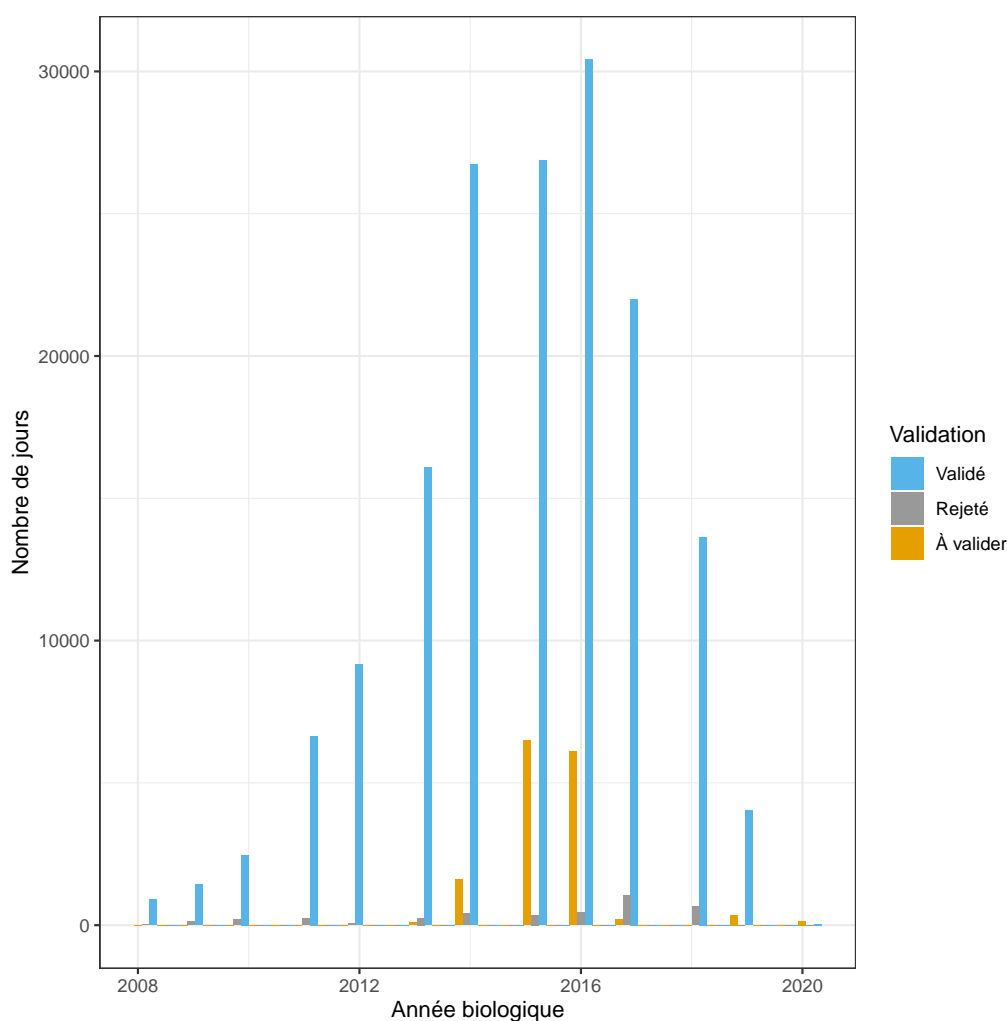


FIGURE 3.5 – Répartition par année biologique du nombre de jours présentant au moins une chronique thermique dans la base de données en fonction de son statut de validation

On observe sur la figure 3.5 que les premières chroniques disponibles actuellement au sein de la base de données datent de 2008. La majorité concerne la période débutant en 2013, année de mise en fonctionnement du suivi de plusieurs maîtres d'ouvrage au sein du département. La période récente, à partir de 2018, contient moins de données du simple fait d'un retard de traitement de celles-ci à pallier.

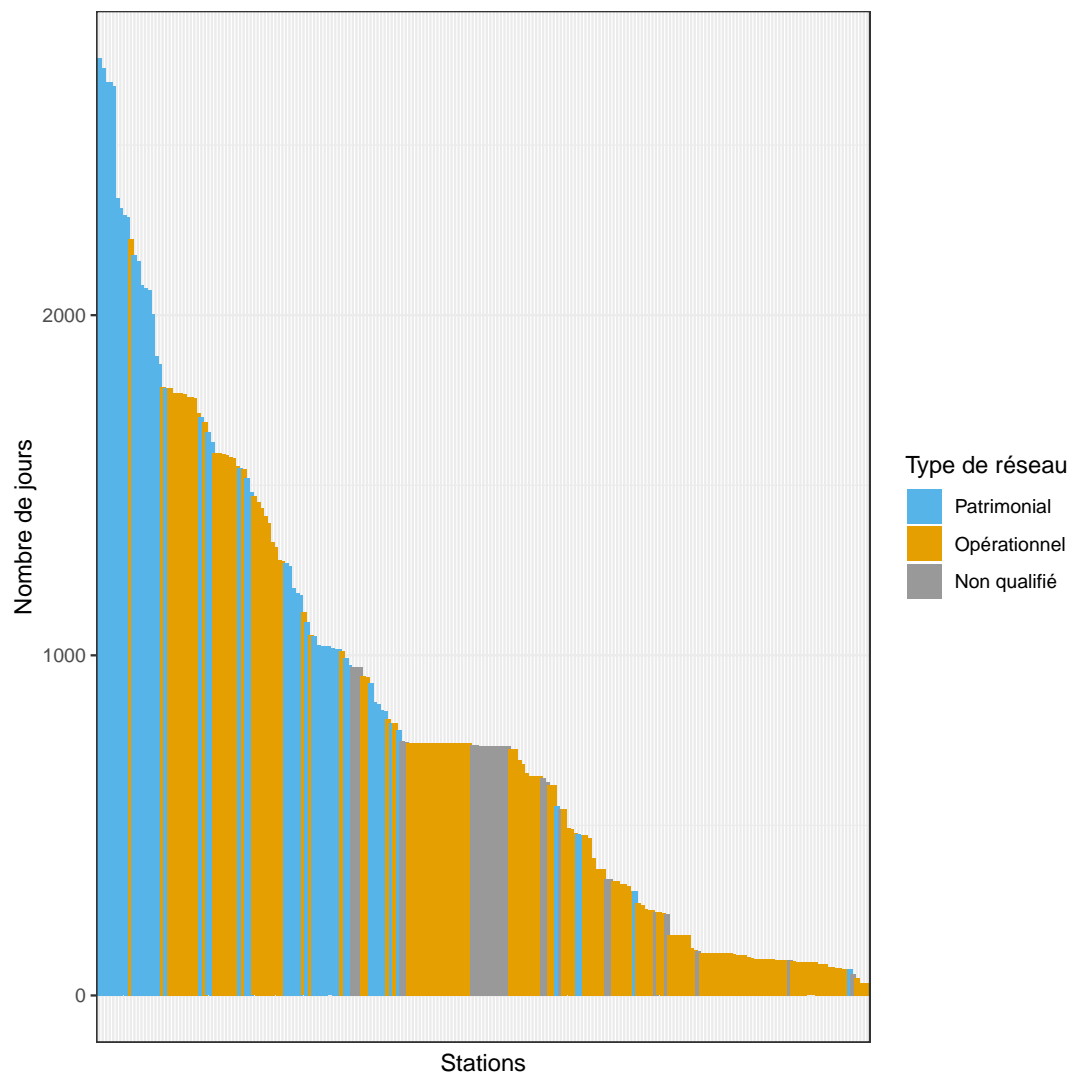


FIGURE 3.6 – Répartition par type de réseau de la durée totale en nombre de jours disponibles



L'ensemble des **6366068 mesures** se répartissent sur des chroniques plus ou moins longues au sein de chaque point de suivi. Ainsi, on peut remarquer la répartition de celles-ci sur la figure 3.6 pour l'ensemble du jeu de données. Ce sont ainsi **781 couples station-année biologique** qui sont présents, dont la répartition des durées annuelles est visible sur la figure 3.7.

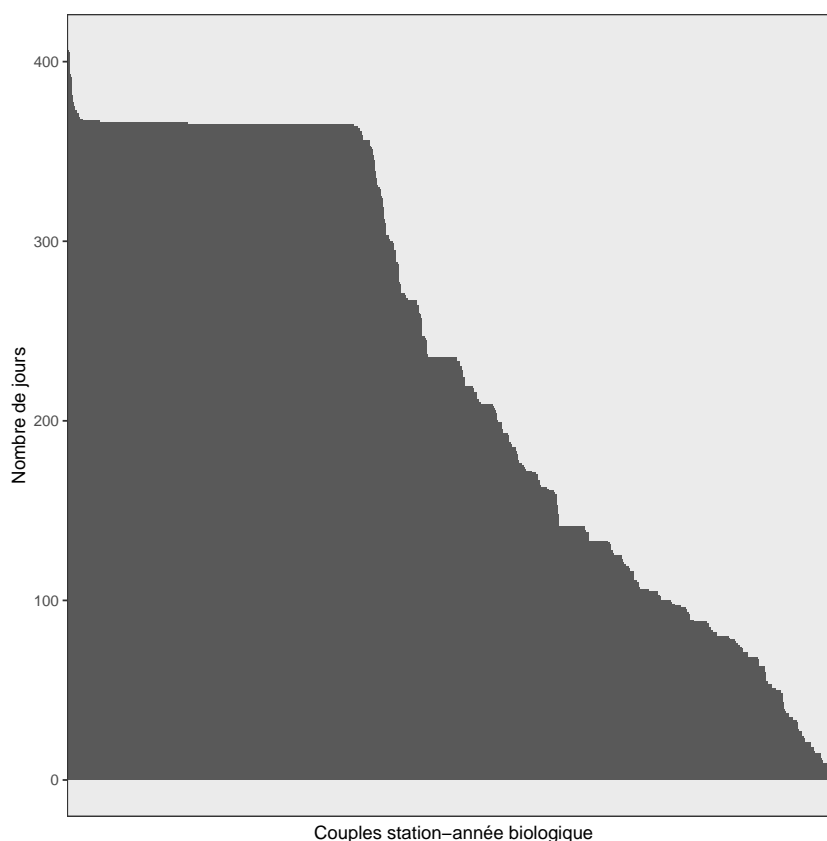


FIGURE 3.7 – Répartition de la durée des différents couples station-année biologique

L'analyse des résultats calculés à partir de l'ensemble des chroniques grâce à la fonction `chronique.analyse` permet la **mise en évidence de tendances annuelles**. On observe ainsi sur la figure 3.8, au cours de la période 2013-2017 (nombre de stations globalement homogène), une **assez forte hétérogénéité de la distribution des Tmm30j**. Les années 2013, 2014 et 2017 semblent les plus froides dans les cours d'eau départementaux. Ce constat traduit bien la **nécessité de croiser ces résultats avec notamment des données hydrologiques** (quantités et assecs) afin de mettre en évidence certains résultats contre-intuitifs en rapport à l'observation générale de la météorologie (année 2017 = année de sécheresse). À l'inverse, les années 2015 et 2016 étaient nettement plus chaudes, avec notamment un écart de plus de 4°C entre les Tmm30j médianes et maximales de 2014 et 2015.

Ce constat peut être observé plus finement à travers la figure 3.9. Celle-ci représente la distribution du nombre de jours d'épisodes de dépassement de la valeur de 19°C par année biologique pour l'ensemble des stations. Les années 2015 et 2016 sont encore une fois celles présentant un nombre important de jours de dépassement sur un nombre conséquent de stations. Le cumul de ce nombre de jours de dépassement de la valeur de 19°C, en orange,

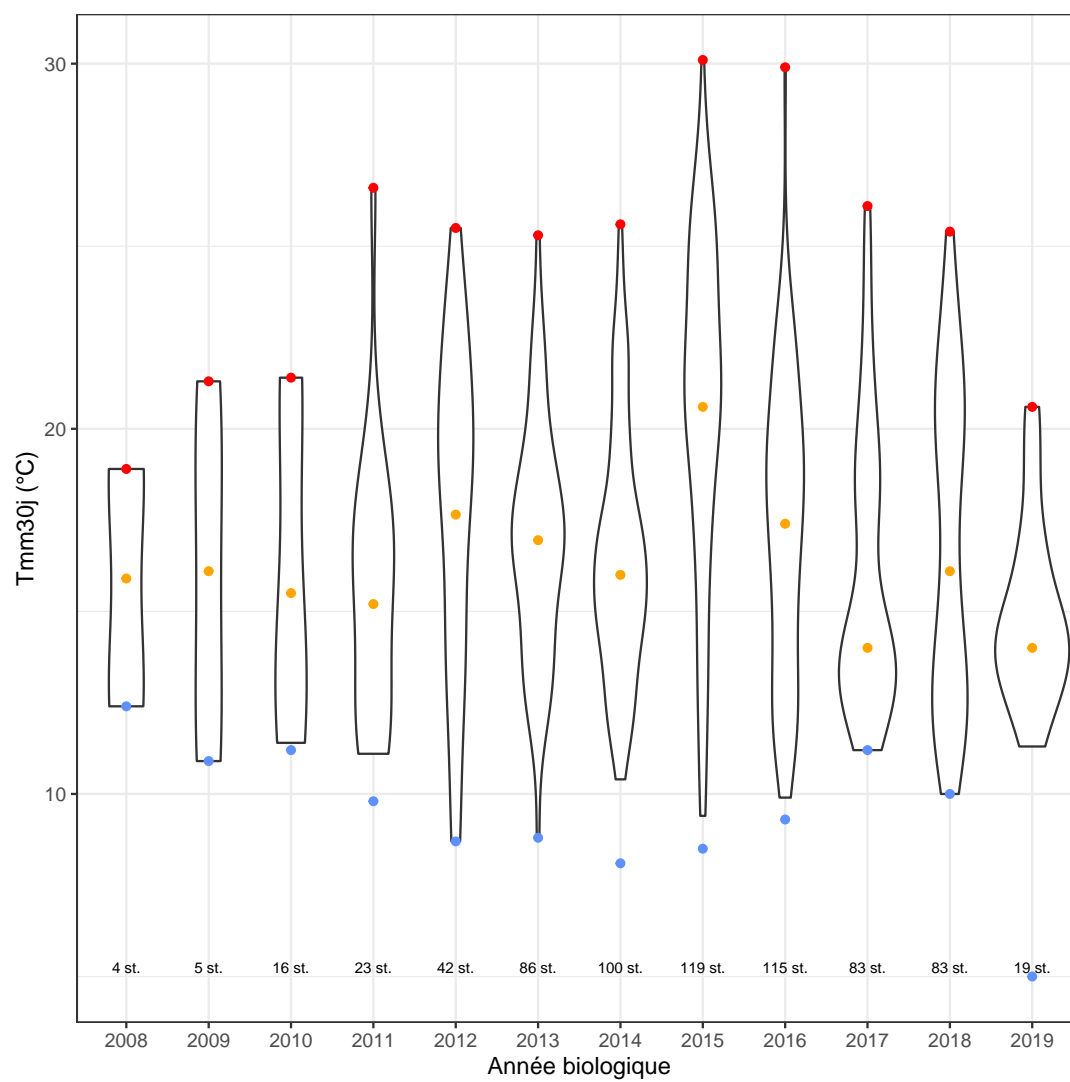


FIGURE 3.8 – Répartition des  $T_{mm30j}$  en fonction des années biologiques, avec les valeurs minimales, médianes et maximales et le nombre de stations pour chaque année biologique

ainsi que celui de dépassement de 25°C, en rouge, le confirment nettement. Les valeurs de 19°C et 25°C ont été retenues car elles correspondent respectivement aux valeurs de stress et de début de létalité pour la truite fario (*Salmo trutta fario*), espèce repère de la majorité des cours d'eau du département (ELLIOTT 1982). On observe en 2015 que le nombre total de jours de dépassement de 19°C est près de cinq fois supérieur aux années moyennes, et plus de vingt fois pour celui de dépassement de 25°C. Contrairement à la tendance observée sur la figure 3.8 à travers les Tmm30j, on note également que les années 2017 mais également 2018 présentaient des conditions de stress thermique nettement plus intenses que les années 2013 et 2014.

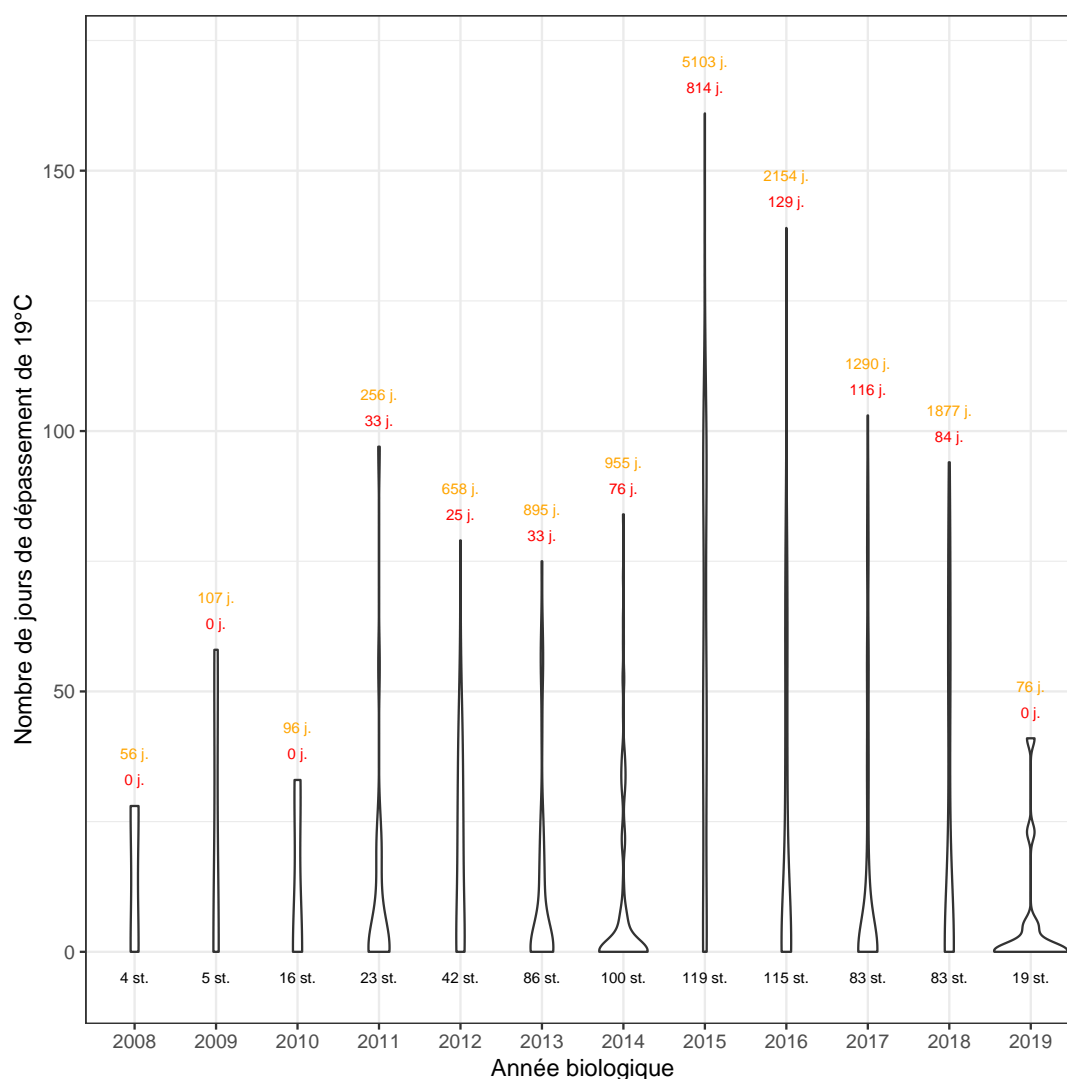


FIGURE 3.9 – Distribution du nombre de jours d'épisodes de dépassement de la valeur de 19°C par année biologique pour l'ensemble des stations, avec en orange la valeur cumulée de ce nombre de jours, et en rouge la valeur cumulée du nombre de jours de dépassement de 25°C

### 3.4 Valorisation des données

La **génération automatique des représentations des chroniques** sous forme annuelle et interannuelle par station est possible grâce à la fonction `chronique.figure` du package R développé (voir section 3.1.3 et exemple des figures 3.1 et 3.10). Ce travail automatisé permet de fournir aux différents maîtres d'ouvrage l'ensemble des figures relatives à leurs stations de suivi. Celles-ci peuvent ensuite être utilisées à la demande en fonction des projets, ou partagées facilement et rapidement à d'éventuels prestataires/partenaires, accompagnées des jeux de données agrégés et des résultats de l'analyse.

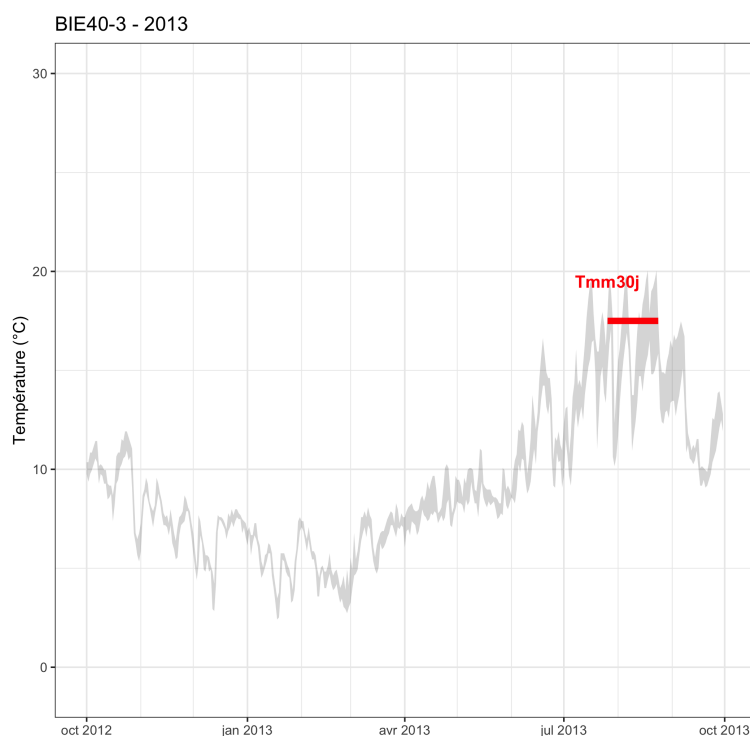


FIGURE 3.10 – Exemple d'une vue annuelle (données PNRHJ)

Par ailleurs, les mesures brutes et agrégées à différents pas de temps (journaliers, mensuels, annuels, complets) sous forme de différentes séries statistiques (minimums, moyennes, médianes, maximums, etc.) sont exportées au format excel par station. Enfin, les résultats de l'analyse automatique réalisée par la fonction `chronique.analyse` sont exportés au sein d'une matrice contenant une ligne par station par année biologique pour l'ensemble des stations traitées (format excel et SIG). Ce tableau peut représenter le point de départ d'une analyse fine, réalisable par chaque maître d'ouvrage ou pour un projet donné, à partir de nombreux indicateurs synthétiques qu'il est aisé de comparer de manière diachronique ou entre sites. **Ce travail en grande partie automatisé permet à l'opérateur de recentrer son travail sur l'analyse à proprement parler** plutôt que sur la manipulation chronophage des données, donc de **gagner en efficacité et en pertinence**.

Cette approche par maître d'ouvrage peut évidemment être remplacée par une interprétation spatiale (par territoire administratif, bassin versant, cours d'eau, etc.) en agrégeant l'ensemble des données disponibles, tous maîtres d'ouvrage confondus, apportant ici une **réelle plus-value de la gestion en réseau** (voir figure 3.11).

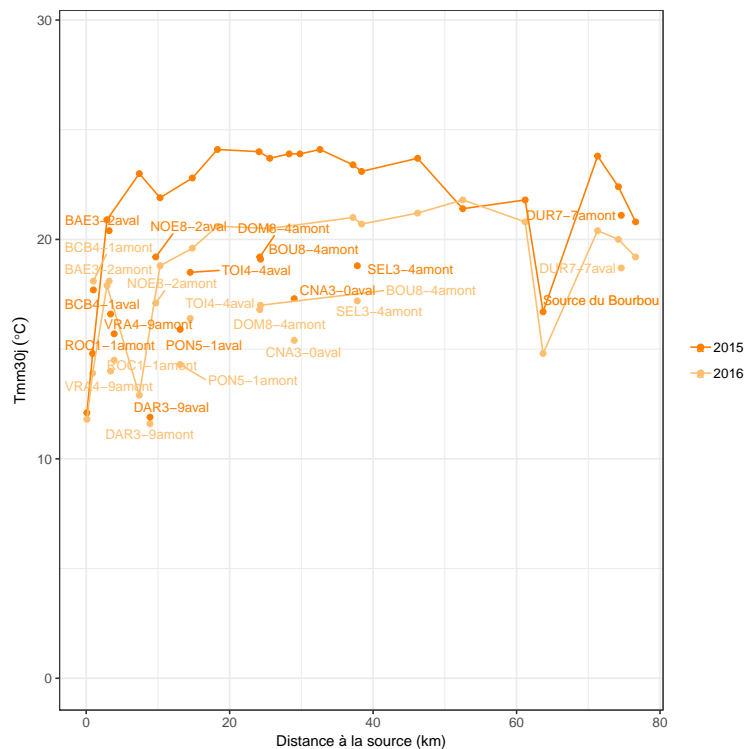
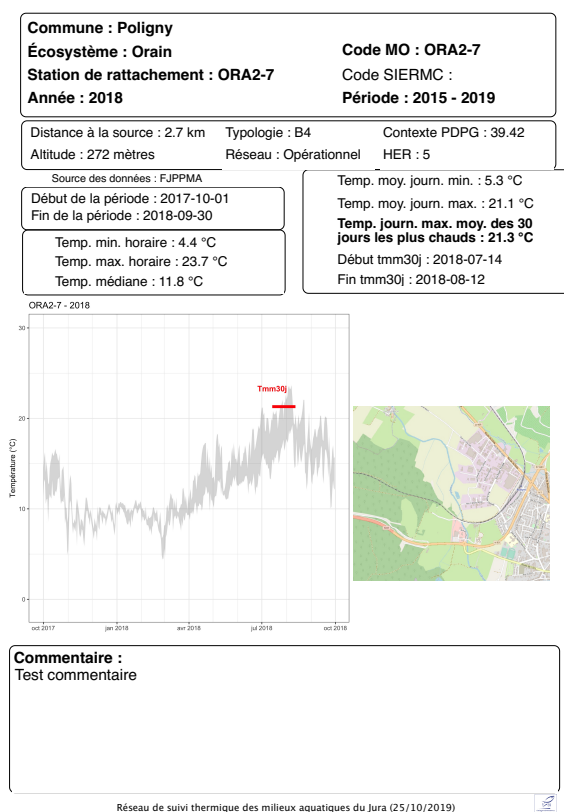


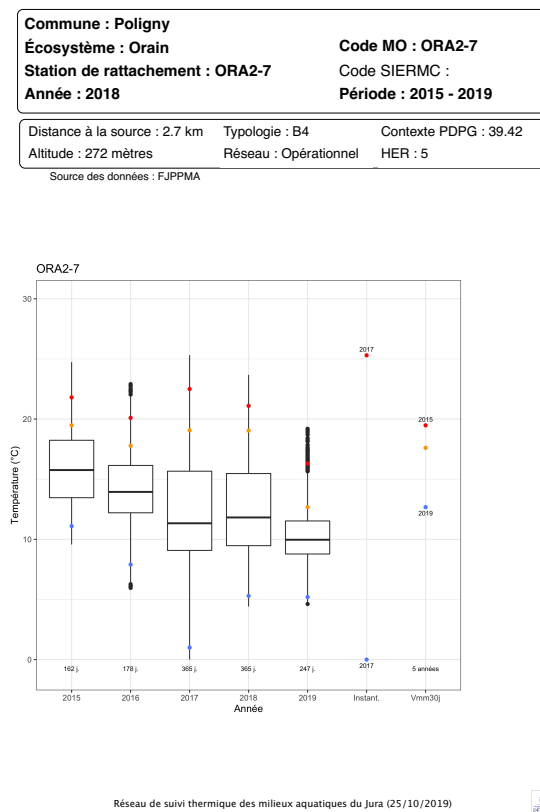
FIGURE 3.11 – Exemple d'une représentation longitudinale des  $T_{mm30j}$  du Suran et de ses affluents, tous opérateurs confondus (données SMISA-CD39)

La table SIG des résultats est utilisée afin de générer un atlas QGIS. Une **fiche de synthèse est générée pour chaque station pour chaque année biologique** à partir des différents résultats et représentations graphiques générées précédemment. Une maquette de mise-en-page est ensuite utilisée et visible sur la figure 3.12. Un **commentaire/analyse des résultats annuels peut être ajouté** par le maître d'ouvrage s'il le souhaite. Les fiches du RSTMAJ sont générées, mais le modèle de mise-en-page est diffusable sous forme de fichier .qpt utilisable à partir de la table des résultats ayant subi une jointure avec une table de stations.

Une perspective intéressante serait le développement d'un **bulletin d'information annuel ou bisannuel** assez global (1 ou 2 pages), incluant des cartes départementales qui reprennent certains indicateurs des fiches de synthèse. Le format reste à réfléchir et à développer, mais pourrait également ensuite être ré-utilisé, avec les autres outils, dans d'autres départements.



(a) Recto - Résultats annuels



(b) Verso - Résultats interannuels

FIGURE 3.12 – Exemple d'une fiche de synthèse

### 3.5 Mise à disposition des données

L'objectif initial était que la **base de données** soit **consultable** via une **interface en ligne** pour les personnes autorisées (accès restreint). Cet outil devait disposer d'un certain nombre de critères paramétrables par la personne sollicitant des données :

- Visualisation ou téléchargement des données,
- Accès aux brutes et/ou élaborées,
- Sélection des stations par nom de station, finalité du réseau, maître d'ouvrage, cours d'eau, bassin versant, période, etc.,
- Visualisation de documents graphiques (courbes, cartes thématiques, etc.).

Il n'a pas été possible de mettre en œuvre cette interface durant la période écoulée. Il paraît néanmoins nécessaire que cet outil de valorisation interne au RSTMAJ soit rapidement développé et mis en service, ce qui semble vraisemblable au cours de l'année 2020.

Les **données traitées** (agrégations, représentations graphiques et résultats automatisés d'analyse) ont été **partagées à chaque maître d'ouvrage** membre du réseau. Un nouveau travail à inscrire dans la durée consiste en la rédaction, par chaque opérateur, d'un commentaire annuel qui serait ensuite intégré à la fiche de synthèse annuelle (voir figure 3.12). L'ensemble des fiches ainsi produites serait également diffusable à travers l'interface de valorisation en ligne, en complément des traditionnels envois directs.

La définition d'une **politique** et d'un outil formel (convention par exemple) **de mise à disposition des données** pour les structures extérieures au réseau qui en feraient la demande sera également à définir (bureau d'études par exemple, organismes de recherche, etc.).

### 3.6 Échanges entre membres du réseau

De nombreux échanges ont lieu au jour le jour entre le maître d'ouvrage du RSTMAJ et les différents opérateurs locaux, qui peuvent prendre plusieurs formes :

- Accompagnement dans la **gestion du suivi de terrain** et dans la recherche d'une **amélioration de la qualité des chroniques** ;
- Conseil pour la **gestion du matériel** et sur certains dysfonctionnements rencontrés ;
- Conseil pour l'**optimisation d'un réseau** initialement dimensionné pour un diagnostic et reconverti en suivi à plus long terme ;
- **Négociation de tarifs** dans le cadre d'un regroupement de commandes afin d'optimiser les coûts (remise de plus de 35 % pour un montant global de plusieurs dizaines de milliers d'euros).

Il serait intéressant de proposer à l'avenir une rencontre entre les différents maîtres d'ouvrage, de manière annuelle ou bisannuelle, afin de :

- informer des évolutions matérielles, techniques et des connaissances au sein de la thématique ;
- réaliser un bilan des dernières conditions climatiques annuelles au sein du dépar-



tement ;

- réfléchir à de nouveaux outils/partenariats qui pourraient être développés dans le cadre du RSTMAJ.

### 3.7 Structuration du partenariat

Le partenariat technique est engagé de manière effective sans que la structuration politique n'ait pu avancer. Il semble en effet nécessaire d'établir une **formalisation** assez simple, sous forme de convention, **de l'adhésion de chaque membre au réseau**.

Des **partenariats extérieurs** ont pu être **initiés** avec différentes entités, de manière ponctuelle ou en vue d'échanges à plus long terme :

- Pôle lacs et plans d'eau (AFB-Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA) - Aix-en-Provence) : Pierre-Alain Danis,
- Projet de recherche Irstea-UMR5600 (Université Lyon 3) : André Chandesris et Baptiste Marteau - Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR) (CHANDESRIS et al. 2019),
- Université de Franche-Comté : Laurent Millet - Partenariat pour la pose de colonnes de thermistors et capteurs oxygène sur quelques lacs départementaux.

## Bilan et perspectives

Le **bilan** du travail ici réalisé sur la période 2016-2019 est **très positif**. Les différents maîtres d'ouvrage sont restés un certain temps dans l'attente de résultats visibles, la première phase peu illustrative étant la définition de standards communs et l'importation de chroniques au sein de la base de données. Les premiers outils analytiques, de représentation et de valorisation ici proposés répondent à cet enjeu. L'intégration en masse de mesures au sein du système permet maintenant d'envisager une **phase d'analyse** et d'**interprétation** largement facilitée et beaucoup plus pertinente du fait du nombre de couples station/année biologique disponibles.

Un **nombre conséquent de mesures** sont **encore à intégrer** dans le système pour la période moderne (post-2008, début des chroniques récurrentes dans le département). Un travail ultérieur à mener sera de s'intéresser aux travaux ponctuels passés d'acquisition de données dans le cadre de diagnostics ou de suivis par exemple.

De nombreuses **perspectives** s'ouvrent en l'état actuel du réseau, avec une démultiplication possible des apports de celui-ci. Le tableau 4.1 en présente un résumé.

TABLE 4.1 – Synthèse des actions à poursuivre/entreprendre

Thème	Action	Priorité
Animation	- Rencontre annuelle du comité de pilotage	1
	- Rédaction et mise en œuvre d'une convention de partenariat/d'adhésion au réseau	1
	- Rencontre annuelle entre les maîtres d'ouvrage locaux	2
	- Négociation de tarifs de matériel	2
Développement	- Identification des stations au sein du Système d'Information sur l'Eau (SIE)	1
	- Complément des descriptions de données stationnelles (photographies, altitudes, etc.)	2
	- Collecte de jeux de données récents	2
	- Collecte de jeux de données anciens	3
	- Complément/mise à jour des guides techniques	2
	- Analyse en rapport avec les espèces biologiques électives (SOUCHON et TISSOT 2012)	2
	- Développement de nouveaux outils de visualisation (comparaison inter-sites, représentation par bassins versants, etc.)	1
	- Croisement avec données mésologiques (hydrologie, météorologie, etc.)	3
	- Optimisation du réseau : définition fine entre réseau opérationnel et patrimonial	1
	- Optimisation du réseau : réduction des redondances (DAIGLE et al. 2017)	2
	- Optimisation du réseau : comblement des lacunes du réseau	2
	- Élargissement du réseau à une échelle régionale ?	3
Valorisation	- Création d'une interface de visualisation des données	1
	- Rédaction et mise en œuvre d'une convention de mise à disposition des données	2
	- Création d'une interface d'utilisation autonome de l'outil de traitement (page internet)	1
	- Rédaction d'un bulletin d'information annuel	2
	- Création d'une identité visuelle (logo, etc.)	2
	- Intégration au sein de partenariats scientifiques et techniques externes	3

## Bibliographie

- ANONYME (sept. 2014). *L'état Des Eaux Des Bassins Rhône Méditerranée et Corse*. Rapp. tech. Lyon : Agence de l'eau RMC, p. 20.
- AUGUIE, Baptiste (2017). *gridExtra : Miscellaneous Functions for "Grid" Graphics*.
- BAPTIST, Florence, Nicolas POULET et Nirmala SÉON-MASSIN (oct. 2014). *Les Poissons d'eau Douce à l'heure Du Changement Climatique : État Des Lieux et Pistes Pour l'adaptation*. Comprendre Pour Agir 13. Vincennes : ONEMA.
- CHANDESRIS, André et al. (nov. 2019). « Small Dams Alter Thermal Regimes of Downstream Water ». English. In : *Hydrology and Earth System Sciences* 23.11, p. 4509-4525. ISSN : 1027-5606. DOI : <https://doi.org/10.5194/hess-23-4509-2019>.
- DAHL, David B. (2019). *Xtable : Export Tables to LaTeX or HTML*.
- DAIGLE, Anik et al. (fév. 2017). « Optimization Methodology for a River Temperature Monitoring Network for the Characterization of Fish Thermal Habitat ». In : *Hydrological Sciences Journal* 62.3, p. 483-497. ISSN : 0262-6667. DOI : 10.1080/02626667.2016.1242869.
- DUNNINGTON, Dewey et Edgar RUIZ (2018). *Ggspatial : Spatial Data Framework for Ggplot2*.
- ELLIOTT, J. M. (jan. 1982). « The Effects of Temperature and Ration Size on the Growth and Energetics of Salmonids in Captivity ». In : *Comparative Biochemistry and Physiology Part B : Comparative Biochemistry* 73.1, p. 81-91. ISSN : 0305-0491. DOI : 10.1016/0305-0491(82)90202-4.
- FAGOT, Jean-Baptiste (jan. 2016). *Réseau de Suivi Thermique Des Milieux Aquatiques Du Jura - Cahier Des Charges*. Rapp. tech. Lons-le-Saunier : Fédération du Jura, p. 14.
- (oct. 2018). *Suivi de La Température - Réseau Départemental Du Jura - Guide d'utilisation*. Rapp. tech. Lons-le-Saunier : Fédération du Jura pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, p. 28.
- (oct. 2019). *Aquatoools : Tools for Freshwater Managers*.
- FLOURY, Mathieu et al. (2013). « Global Climate Change in Large European Rivers : Long-Term Effects on Macroinvertebrate Communities and Potential Local Confounding Factors ». In : *Global change biology* 19.4, p. 1085-1099.
- GROLEMUND, Garrett et Hadley WICKHAM (2011). « Dates and Times Made Easy with Lubridate ». In : *Journal of Statistical Software* 40.3, p. 1-25.
- KAHLE, David et Hadley WICKHAM (2013). « Ggmap : Spatial Visualization with Ggplot2 ». In : *The R Journal* 5.1, p. 144-161.

- PACHAURI, Rajendra K. et al. (2014). *Climate Change 2014 : Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Rapp. tech. Genève, Suisse : Intergovernmental Panel on Climate Change, p. 151.
- PEBESMA, Edzer (2018). « Simple Features for R : Standardized Support for Spatial Vector Data ». In : *The R Journal*.
- PEBESMA, Edzer, Thomas MAILUND et James HIEBERT (2016). « Measurement Units in {R} ». In : *The R Journal* 8.2, p. 486-494.
- POIREL, A., F. LAUTERS et B. DESAINT (mar. 2009). « 1977-2006 : Trente Années de Mesures Des Températures de l'eau Dans Le Bassin Du Rhône ». In : *Hydroécologie Appliquée* 16, p. 191-213. ISSN : 1147-9213, 1958-556X. DOI : 10.1051/hydro/2009002.
- PostGIS (2017).
- POSTGRES SQL GLOBAL DEVELOPMENT GROUP (oct. 2017). *PostgreSQL*.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM (sept. 2019). *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation.
- R CORE TEAM (mar. 2019). *R : A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienne, Autriche.
- RSTUDIO TEAM (2019). *RStudio : Integrated Development for R*. RStudio, Inc. Boston, MA.
- SLOWIKOWSKI, Kamil (2019). *Ggrepel : Automatically Position Non-Overlapping Text Labels with 'Ggplot2'*.
- SOUCHON, Y. et L. TISSOT (juil. 2012). « Synthesis of Thermal Tolerances of the Common Freshwater Fish Species in Large Western Europe Rivers ». In : *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 405, p. 03. ISSN : 1961-9502. DOI : 10.1051/kmae/2012008.
- WEBB, Bruce W. et Franz NOBILIS (2007). « Long-Term Changes in River Temperature and the Influence of Climatic and Hydrological Factors ». In : *Hydrological Sciences Journal* 52.1, p. 74-85. ISSN : 0262-6667. DOI : 10.1623/hysj.52.1.74.
- WICKHAM, Hadley (2009). *Ggplot2 : Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer New York. ISBN : 978-0-387-98140-6.
- (2017). *Tidyverse : Easily Install and Load 'Tidyverse' Packages*.
- (2018a). *Scales : Scale Functions for Visualization*.
- (2018b). *Stringr : Simple, Consistent Wrappers for Common String Operations*.
- WICKHAM, Hadley et Jennifer BRYAN (2019). *Readxl : Read Excel Files*.
- WICKHAM, Hadley et Lionel HENRY (2019). *Tidyr : Tidy Messy Data*.
- WICKHAM, Hadley et Edgar RUIZ (2019). *Dbplyr : A 'dplyr' Back End for Databases*.
- WICKHAM, Hadley et al. (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 Statistical Software* 40.1, p. 1-29.
- WICKHAM, Hadley et al. (2019). *Dplyr : A Grammar of Data Manipulation*.
- WILKE, Claus O. (2019). *Cowplot : Streamlined Plot Theme and Plot Annotations for 'Ggplot2'*.
- XIE, Yihui (2019). *Knitr : A General-Purpose Package for Dynamic Report Generation in R*.
- ZGONC, Julien et Daniel JOLY (2011). « L'évolution Du Climat Prévue Par Les Modèles En Franche-Comté ». In : *Images de Franche-Comté* 44, p. 20-24.

TABLE .0.1 – *Abréviations et définitions des valeurs remarquables calculées par la fonction chronique.analyse*

Abréviation	Définition
Typemesure	Type de mesures de chroniques
Coderhj	Code du Réseau Hydrographique Jurassien
Annee	Année biologique
AnneeVMM	Année de la VMaxMoy30J
DateDPeriode	Date de Début de la Période traitée
DateFPeriode	Date de Fin de la Période traitée
IntervalleMax	Intervalle de temps calculé entre DateDPeriode et DateFPeriode (en jours)
NbJpasOk	Nombre de Jours incomplets
NbJOK	Nombre de Jours complets
VMinI	Valeur Minimale Instantanée
dureeTotale	Cohérence de la durée totale
VMedI	Valeur Médiane Instantanée
VMoyI	Valeur Moyenne Instantanée
VMaxI	Valeur Maximale Instantanée
VAmpliI	Valeur de l'Amplitude Instantanée
VarI	Variance des valeurs Instantanées
NMesuresI	Nombre de mesures Instantanées
VMoyJMinPer	Valeur Moyenne Journalière Minimale de la Période traitée
DateVMoyJMinPer	Date de la Valeur Moyenne Journalière Minimale de la Période traitée
VMoyJMedPer	Valeur Moyenne Journalière Médiane de la Période traitée
VMoyJMoyPer	Valeur Moyenne Journalière Moyenne de la Période traitée
VMoyJMaxPer	Valeur Moyenne Journalière Maximale de la Période traitée
DateVMoyJMaxPer	Date de la Valeur Moyenne Journalière Minimale de la Période traitée
AmplitudeVMoyJPer	Valeur de l'Amplitude des Moyennes Journalières de la Période traitée
VarVMoyJ	Valeur de la Variance des Moyennes Journalières de la Période traitée

DateMoyVMaxMoy24H	Date (arrondie) de la Valeur Maximale Moyenne des 24 mesures instantanées les plus hautes
DateFinVMaxMoy7J	Date de Fin la Période de la Valeur Maximale Moyenne des 7 jours les plus hauts
NbJ	Nombre de Jours calendaires différents de la période traitée
VMaxMoy7J	Valeur Maximale Moyenne des 7 jours les plus hauts
DateDebutVMaxMoy7J	Date de Début la Période de la Valeur Maximale Moyenne des 7 jours les plus hauts
VMaxMoy30J	Valeur Maximale Moyenne des 30 jours les plus hauts
VMaxMoy24H	Valeur Maximale Moyenne des 24 mesures instantanées les plus hautes
DateDebutVMaxMoy30J	Date de Début la Période de la Valeur Maximale Moyenne des 30 jours les plus hauts
DateFinVMaxMoy30J	Date de Fin la Période de la Valeur Maximale Moyenne des 30 jours les plus hauts
VMinAB	Valeur Minimale pour l'Année Biologique traitée
DateVMinAB	Date de la Valeur Minimale pour l'Année Biologique traitée
VMaxAB	Valeur Maximale pour l'Année Biologique traitée
DateVMaxAB	Date de la Valeur Minimale pour l'Année Biologique traitée
Percentile10AB	Percentile 10 de l'Année Biologique traitée
Percentile25AB	Percentile 25 de l'Année Biologique traitée
Percentile50AB	Percentile 50 de l'Année Biologique traitée
Percentile75AB	Percentile 75 de l'Année Biologique traitée
Percentile90AB	Percentile 90 de l'Année Biologique traitée
Percentile90diurneAB	Percentile 90 des valeurs diurnes (08 :00 à 18 :00 inclus) de l'Année Biologique traitée
DureeMaxEpisodesSupN	Durée Maximale des Épisodes de valeurs consécutives Supérieures à N
DateDEpisodesSupN	Date de Début de l'Épisode le plus long de valeurs consécutives Supérieures à N
DateFEpisodesSupN	Date de Fin de l'Épisode le plus long de valeurs consécutives Supérieures à N
DureeEpisodesSupN	Durée totale des Épisodes de valeurs consécutives Supérieures à N
NbJEpisodesSup	Nombre de Jours présentant au moins un Épisode de valeurs consécutives Supérieures à N
NbEpisodesSupN	Nombre d'Épisodes de valeurs consécutives Supérieures à N
VMoyMoy30J	Valeur Moyenne Moyenne des 30 jours les plus hauts



## .1 Informations techniques

```
## - Session info -----
## setting value
## version R version 3.5.3 (2019-03-11)
## os      macOS High Sierra 10.13.6
## system  x86_64, darwin15.6.0
## ui      X11
## language (EN)
## collate fr_FR.UTF-8
## ctype   fr_FR.UTF-8
## tz      Europe/Paris
## date    2019-10-28
##
## - Packages -----
## package      * version date      lib source
## aquatools    * 0.0.121 2019-10-25 [1] local
## assertthat   0.2.1   2019-03-21 [1] CRAN (R 3.5.2)
## backports    1.1.4   2019-04-10 [1] CRAN (R 3.5.2)
## bit          1.1-14  2018-05-29 [1] CRAN (R 3.5.0)
## bit64        0.9-7   2017-05-08 [1] CRAN (R 3.5.0)
## bitops       1.0-6   2013-08-17 [1] CRAN (R 3.5.0)
## blob         1.2.0   2019-07-09 [1] CRAN (R 3.5.2)
## broom        0.5.2   2019-04-07 [1] CRAN (R 3.5.2)
## callr        3.3.1   2019-07-18 [1] CRAN (R 3.5.2)
## cellranger   1.1.0   2016-07-27 [1] CRAN (R 3.5.0)
## class        7.3-15  2019-01-01 [1] CRAN (R 3.5.3)
## classInt     0.4-1   2019-08-06 [1] CRAN (R 3.5.2)
## cli          1.1.0   2019-03-19 [1] CRAN (R 3.5.2)
## codetools    0.2-16  2018-12-24 [1] CRAN (R 3.5.3)
## colorspace   1.4-1   2019-03-18 [1] CRAN (R 3.5.2)
## cowplot      * 1.0.0   2019-07-11 [1] CRAN (R 3.5.2)
## crayon       1.3.4   2017-09-16 [1] CRAN (R 3.5.0)
## DBI          1.0.0   2018-05-02 [1] CRAN (R 3.5.0)
## dbplyr       * 1.4.2   2019-06-17 [1] CRAN (R 3.5.2)
## desc        1.2.0   2018-05-01 [1] CRAN (R 3.5.0)
## devtools     2.2.0   2019-09-07 [1] CRAN (R 3.5.2)
## digest       0.6.20  2019-07-04 [1] CRAN (R 3.5.2)
## dplyr        * 0.8.3   2019-07-04 [1] CRAN (R 3.5.2)
## DT           0.9     2019-09-17 [1] CRAN (R 3.5.3)
## e1071        1.7-2   2019-06-05 [1] CRAN (R 3.5.3)
## ellipsis     0.2.0.1 2019-07-02 [1] CRAN (R 3.5.2)
## evaluate     0.14    2019-05-28 [1] CRAN (R 3.5.2)
## forcats     * 0.4.0   2019-02-17 [1] CRAN (R 3.5.2)
## fs           1.3.1   2019-05-06 [1] CRAN (R 3.5.2)
## FSA          0.8.25  2019-07-24 [1] CRAN (R 3.5.2)
## generics     0.0.2   2018-11-29 [1] CRAN (R 3.5.0)
```

##	ggmap	* 3.0.0	2019-02-04	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	ggplot2	* 3.2.1	2019-08-10	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	ggrepel	* 0.8.1	2019-05-07	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	glue	1.3.1	2019-03-12	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	gridExtra	* 2.3	2017-09-09	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	gtable	0.3.0	2019-03-25	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	haven	2.1.1	2019-07-04	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	highr	0.8	2019-03-20	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	hms	0.5.1	2019-08-23	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	htmltools	0.3.6	2017-04-28	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	htmlwidgets	1.3	2018-09-30	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	httr	1.4.1	2019-08-05	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	jpeg	0.1-8	2014-01-23	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	jsonlite	1.6	2018-12-07	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	KernSmooth	2.23-15	2015-06-29	[1]	CRAN	(R 3.5.3)
##	keyring	1.1.0	2018-07-16	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	knitr	* 1.25	2019-09-18	[1]	CRAN	(R 3.5.3)
##	lattice	0.20-38	2018-11-04	[1]	CRAN	(R 3.5.3)
##	lazyeval	0.2.2	2019-03-15	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	lifecycle	0.1.0	2019-08-01	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	lubridate	* 1.7.4	2018-04-11	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	magrittr	1.5	2014-11-22	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	memoise	1.1.0	2017-04-21	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	modelr	0.1.5	2019-08-08	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	munSELL	0.5.0	2018-06-12	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	nlme	3.1-141	2019-08-01	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	openxlsx	4.1.0.1	2019-05-28	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	pillar	1.4.2	2019-06-29	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	pkgbuild	1.0.5	2019-08-26	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	pkgconfig	2.0.2	2018-08-16	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	pkgload	1.0.2	2018-10-29	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	plyr	1.8.4	2016-06-08	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	png	0.1-7	2013-12-03	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	prettyunits	1.0.2	2015-07-13	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	processx	3.4.1	2019-07-18	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	ps	1.3.0	2018-12-21	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	purrr	* 0.3.2	2019-03-15	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	R6	2.4.0	2019-02-14	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	Rcpp	1.0.2	2019-07-25	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	RcppRoll	0.3.0	2018-06-05	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	readr	* 1.3.1	2018-12-21	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	readxl	* 1.3.1	2019-03-13	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	remotes	2.1.0	2019-06-24	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	reshape2	* 1.4.3	2017-12-11	[1]	CRAN	(R 3.5.0)
##	rgeoapi	1.1.0	2018-06-13	[1]	Github	(ColinFay/rgeoapi@d4ff3b4)
##	RgoogleMaps	1.4.4	2019-08-20	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	rJava	0.9-11	2019-03-29	[1]	CRAN	(R 3.5.2)
##	rjson	0.2.20	2018-06-08	[1]	CRAN	(R 3.5.0)

```
## rlang          0.4.0    2019-06-25 [1] CRAN (R 3.5.2)
## RPostgreSQL    0.6-2    2017-06-24 [1] CRAN (R 3.5.0)
## rprojroot      1.3-2    2018-01-03 [1] CRAN (R 3.5.0)
## RSQLite        2.1.2    2019-07-24 [1] CRAN (R 3.5.2)
## rstudioapi     0.10     2019-03-19 [1] CRAN (R 3.5.2)
## rvest          0.3.4    2019-05-15 [1] CRAN (R 3.5.2)
## scales         * 1.0.0    2018-08-09 [1] CRAN (R 3.5.0)
## sessioninfo    1.1.1    2018-11-05 [1] CRAN (R 3.5.0)
## sf             * 0.8-0    2019-09-17 [1] CRAN (R 3.5.2)
## stringi        1.4.3    2019-03-12 [1] CRAN (R 3.5.2)
## stringr        * 1.4.0    2019-02-10 [1] CRAN (R 3.5.2)
## testthat       2.2.1    2019-07-25 [1] CRAN (R 3.5.2)
## tibble         * 2.1.3    2019-06-06 [1] CRAN (R 3.5.2)
## tidyr          * 1.0.0    2019-09-11 [1] CRAN (R 3.5.2)
## tidyselect     0.2.5    2018-10-11 [1] CRAN (R 3.5.0)
## tidyverse      * 1.2.1    2017-11-14 [1] CRAN (R 3.5.0)
## units          * 0.6-4    2019-08-22 [1] CRAN (R 3.5.2)
## usethis        1.5.1    2019-07-04 [1] CRAN (R 3.5.2)
## vctrs          0.2.0    2019-07-05 [1] CRAN (R 3.5.2)
## withr          2.1.2    2018-03-15 [1] CRAN (R 3.5.0)
## xfun           0.9      2019-08-21 [1] CRAN (R 3.5.2)
## xlsx           0.6.1    2018-06-11 [1] CRAN (R 3.5.0)
## xlsxjars       0.6.1    2014-08-22 [1] CRAN (R 3.5.0)
## xml2           1.2.2    2019-08-09 [1] CRAN (R 3.5.2)
## xtable         * 1.8-4    2019-04-21 [1] CRAN (R 3.5.2)
## zeallot        0.1.0    2018-01-28 [1] CRAN (R 3.5.0)
## zip           2.0.4    2019-09-01 [1] CRAN (R 3.5.2)
##
## [1] /Library/Frameworks/R.framework/Versions/3.5/Resources/library
```