



## Suivi piscicole et astacicole des rivières du Beaujolais

Etat intermédiaire 2015 du contrat de rivières

Version provisoire – Mars 2016



## **Suivi piscicole et astacicole du contrat de rivières Beaujolais Etat intermédiaire 2015**

### **Maître d'ouvrage :**

**Fédération du Rhône et de la Métropole de Lyon  
pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique**  
1, allée du Levant  
69 890 LA TOUR DE SALVAGNY  
Tél. : 04 72 180 180 / Fax. : 04 78 33 11 64

### **Auteur :**

Jérémy VAUCHER – Chargé d'études

### **Avec la participation de :**

Jean-Pierre FAURE – Chargé de mission  
Anne CHARVET – Chargée d'études  
Jean-Charles JULLIN – Technicien garde-pêche  
Thibault FOURNIER – Technicien  
Bastien PREVOST – Stagiaire  
Damien ABADIE – Stagiaire  
Bastien LEBRA - Stagiaire  
Fédération de Pêche de Saône et Loire

### **Personnel technique du Syndicat Mixte des Rivières du Beaujolais**

Grégoire THEVENET – Chargé de missions  
Lucien AUBERT – Technicien de rivière  
Laurie DESTHIEUX – Stagiaire

### **Bénévoles des AAPPMA de :**

Beaujeu, Belleville, Nizerand, Le Perréon, Rivolet-Denicé, St Julien, Liergues, Les Ardillats

## Résumé

L'objectif de cette étude est d'analyser l'état intermédiaire des communautés piscicoles et astacicoles ainsi que de la thermie des cours d'eau du Beaujolais dans le cadre du premier contrat de rivières.

Les inventaires piscicoles 2015 mettent en évidence une évolution positive des peuplements piscicoles dans les parties apicales des cours d'eau. A l'inverse, les secteurs aval fortement impactés par la sécheresse ont subi des dégradations parfois importantes. Les peuplements astacicoles s'améliorent tandis que le réchauffement des eaux constaté en 2015 a été très contraignant pour les salmonidés et cela dès les têtes de bassins.

Les actions de restauration entreprises sur le bassin-versant sont en cours et les premiers résultats seront probablement visibles en 2017 lors de l'état final du contrat de rivières.

**Mots clés :** Beaujolais, contrat de rivière, pêche électrique, viticulture, *Austropotamobius pallipes*.

## Table des matières

<b>PREAMBULE</b> .....	5
<b>MATERIELS &amp; METHODES</b> .....	6
I. Recueil des données sur la qualité des milieux .....	6
I.1. Thermie.....	6
I.3. Hydrologie .....	8
II. Protocole des inventaires piscicoles .....	8
II.1. Matériel : .....	10
II.2. Recueil des données : .....	10
II.2.1. Biométrie .....	10
II.2.2. Description des stations .....	10
II.3. Traitement des données : .....	10
II.3.1. Calcul de l'Indice Poisson Rivière: .....	10
II.3.2. Estimation des densités et biomasses : .....	12
III. Volet astacicole.....	12
III.1. Protocole de Capture/Marquage/Recapture .....	13
<b>RESULTATS</b> .....	14
I. Hydrologie.....	14
II. Thermie .....	15
II.1. Climatologie du département du Rhône .....	15
II.2. Synthèse des données thermiques estivales de 2014 .....	17
III. Communautés astacicoles .....	21
IV. Communautés piscicoles .....	25
IV.1. Description générale des peuplements piscicoles .....	25
IV.2. Qualité des peuplements piscicoles .....	25
IV.3. Zoom sur la truite fario.....	27
IV.4. Evolution des peuplements piscicoles .....	28
IV.5 Cas particuliers .....	30
<b>PROPOSITIONS D' ACTIONS</b> .....	32
I. Actions visant à protéger l'écrevisse à pieds blancs .....	32
II. Rétablissement de la continuité écologique .....	33
<b>CONCLUSION</b> .....	34
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	35

## PREAMBULE

Conscients de la nécessité d'une action globale et commune au sein du territoire du Beaujolais, les neuf structures intercommunales des rivières du Beaujolais, aujourd'hui regroupés en 5 structures intercommunales, se sont réunies au sein du Syndicat Mixte des Rivières du Beaujolais (S.M.R.B.). Elles se sont alors engagées en 2006 dans l'élaboration d'un Contrat de Rivières, dans le but d'une meilleure gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques. Faisant suite à l'étude d'opportunité, menée en 2003 par la société d'études Géoplus, les études préalables du Contrat de Rivière, se déroulent sur trois ans (2007-2009) et concernent les volets suivants :

- *Etude de la qualité de l'eau,*
- *Etudes des rejets domestiques et vinicoles,*
- *Etude de la pollution par les produits phytosanitaires,*
- *Etude éco-géomorphologique et plan d'entretien de la végétation,*
- ***Etude des peuplements piscicoles et astacicoles,***
- *Valorisation paysagère et touristique du territoire,*
- *Etude hydrologique et hydraulique,*
- *Etude des phénomènes de ruissellement/érosion,*
- *Etude de la capacité financière des collectivités territoriales.*

Depuis de nombreuses années, l'importance de la prise en compte des facteurs biotiques dans l'évaluation de la qualité des cours d'eau a été soulignée. Les poissons présentent de nombreuses caractéristiques en faisant de très bons indicateurs biologiques.

- présence dans tous les milieux, même dans des milieux très pollués
- occupation de tous les niveaux trophiques
- durée de vie relativement longue
- biologie généralement bien connue
- sensibilité à la dégradation de la qualité de l'eau et de l'habitat
- détermination aisée sur le terrain
- grand intérêt auprès du public

La création d'un outil standard d'analyse des peuplements piscicoles, l'Indice Poisson Rivière, par le C.S.P., puis sa normalisation en 2004 a fait des poissons un compartiment biologique très précieux pour l'étude de la qualité des cours d'eau. D'autre part, l'écrevisse à pieds blancs très sensible à la qualité du milieu est un autre bioindicateur de l'état de santé des hydrosystèmes apicaux. Actuellement menacées de disparition, ses populations doivent faire l'objet de mesures de sauvegarde.

Le présent travail a pour but d'établir un état intermédiaire des populations piscicoles et astacicoles dans le cadre du premier contrat de rivière du Beaujolais.

**La réalisation technique de cette étude sera effectuée par la Fédération du Rhône pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, en étroite collaboration avec la Fédération de Saône et Loire pour la partie située dans son périmètre d'action.**

Cette étude intermédiaire est cofinancée par : l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, la Région Rhône-Alpes, la Fédération Nationale pour la Pêche en France et les F.D.P.P.M.A. 69 et 71.

## MATERIELS & METHODES

### I. Recueil des données sur la qualité des milieux

#### I.1. Thermie

Élément prépondérant de la répartition des espèces piscicoles (VERNEAUX, 1976a et b), la température de l'eau doit être finement étudiée pour délimiter les zones de vie de chaque espèce. Des sondes thermiques (HOBO Pendant Temp/Alarm 8k) ont été posées dans les cours d'eau du secteur étudié afin de déterminer la thermie estivale (cf. carte ci-dessous).

Des relevés de température ont été faits automatiquement toutes les heures pendant l'été. Les températures maximales, les températures maximales moyennes des trente jours consécutifs les plus chauds de l'année et les occurrences de dépassement de 18°C et 19°C ont été déterminées. En effet, la thermie est un facteur primordial de la qualité du milieu aquatique et s'avère être un facteur limitant pour les peuplements piscicoles et notamment la truite fario espèce d'eau froide par excellence :

- au-delà de 18-19°C, la truite ne s'alimente plus, elle est en état de stress physiologique,
- au-delà de 24-25°C, le seuil léthal est atteint (ELLIOT, 1981) (ce seuil peut être inférieur si la qualité d'eau est altérée).

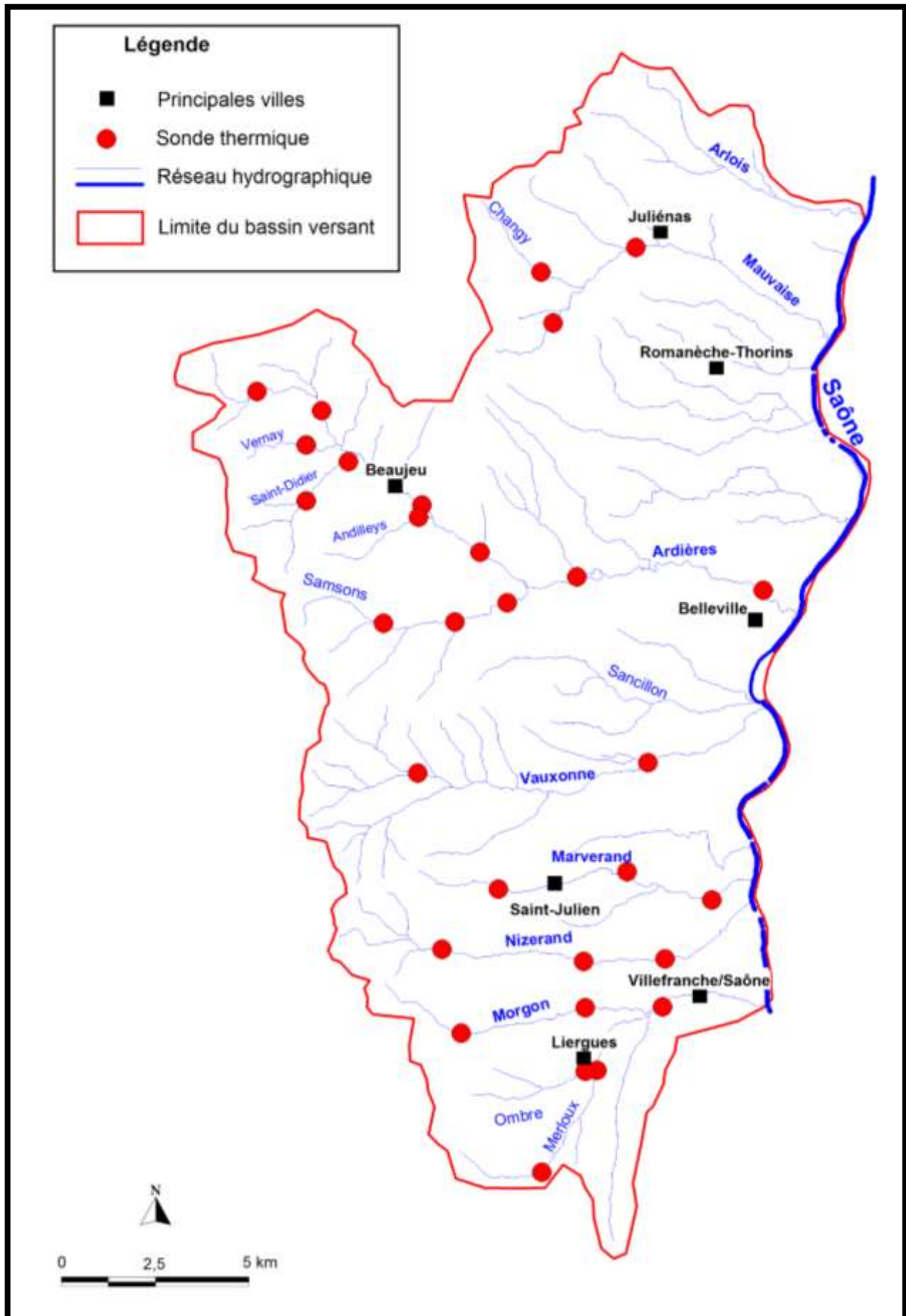


Figure 1 : Carte de localisation des sondes thermiques

## I.2. Hydrologie

Les données hydrologiques disponibles de la banque HYDRO (<http://www.hydro.eaufrance.fr>) sur l'Ardières à Beaujeu et le Morgon à Villefranche ont été analysées à l'aide des VCN30 (débits limitant pour la faune piscicole en été).

---

## II. Protocole des inventaires piscicoles

Le but de l'étude piscicole est de déterminer la répartition et la dynamique des populations (densité de population, biomasse, structure en tailles), et d'appréhender la qualité des peuplements. Pour cela, les peuplements piscicoles ont fait l'objet d'inventaires par pêche électrique. Les 53 stations d'inventaires ont donc été choisies selon leur pertinence et par rapport aux données déjà existantes afin d'optimiser le suivi dans le temps. Les sites sélectionnés sont représentatifs de tronçons homogènes de cours d'eau afin de rendre une image aussi fidèle que possible de la qualité du cours d'eau. Les stations ont donc été réparties sur tout le territoire et en nombre relatif à la taille des cours d'eau et aux problématiques locales (carte 7). Cinq stations issues du réseau de suivi des têtes de bassin du département du Rhône 2015 ont été intégrées ainsi qu'une station du Réseau Hydrobiologique Piscicole (RHP) et une pêche électrique de sauvetage.

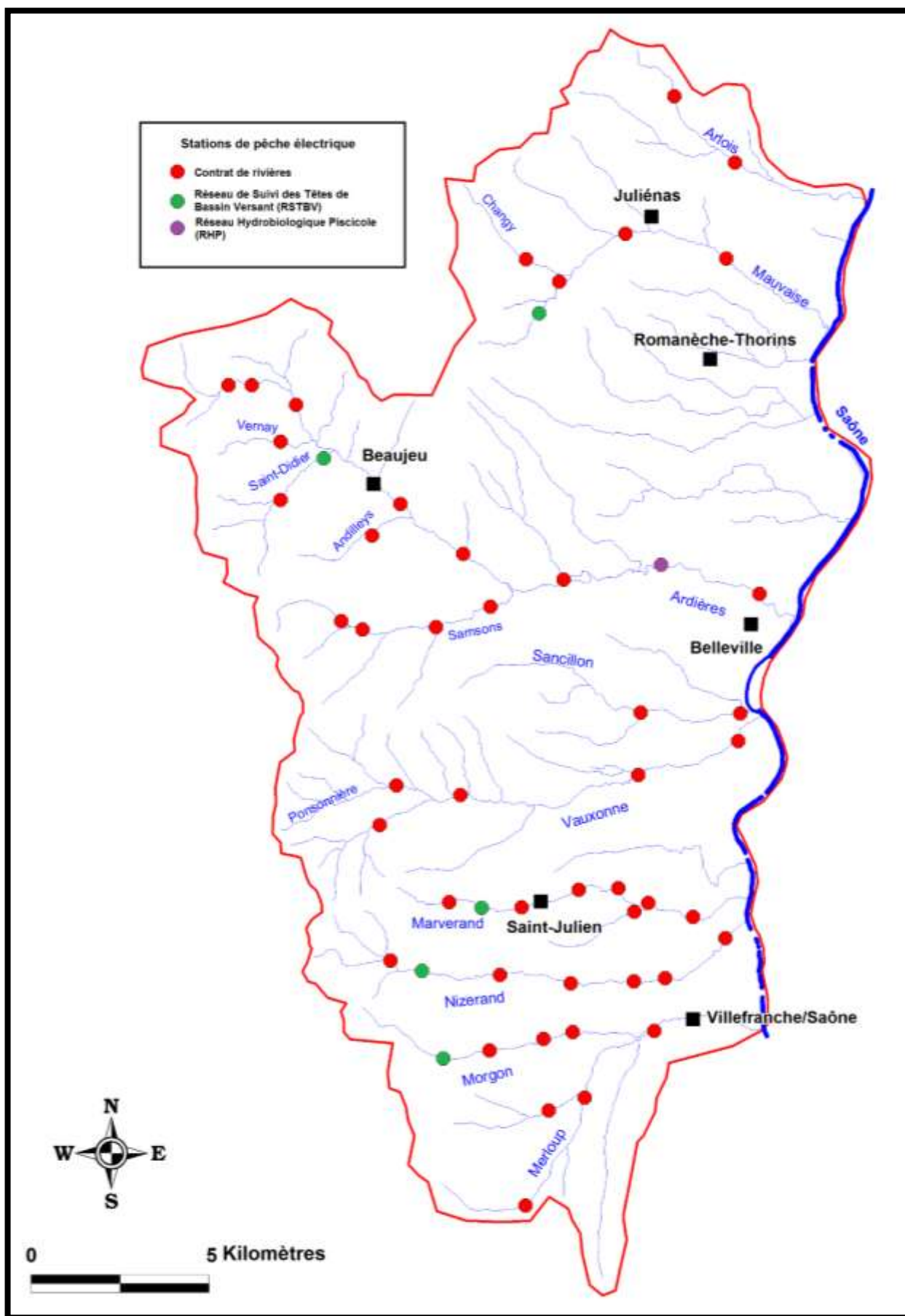


Figure 2 : Localisation des stations de pêches électriques en 2015

## II.1. Matériel :

Deux types de matériel sont utilisés selon les caractéristiques du cours d'eau (largeur, profondeur) :

- un appareil portatif de type Martin Pêcheur (Dream Electronique) ou FEG 1500 (EFKO), à 1 anode pour les cours d'eau de largeur inférieure à 5 mètres, et d'une profondeur inférieure à 1 mètre.
- un groupe électrogène de type Héron (Dream Electronique) ou FEG 5000 (EFKO) (éventuellement avec plusieurs anodes) pour les cours d'eau plus larges et plus profonds.

## II.2. Recueil des données :

### II.2.1. Biométrie

L'inventaire piscicole est réalisé selon la méthode de De Lury, en deux passages successifs sans remise à l'eau. Les poissons capturés seront anesthésiés (grâce à une solution d'eugénol à 10%) puis dénombrés, mesurés et pesés, individuellement pour la truite fario, par lots pour les espèces d'accompagnement, pour chacun des deux passages. Une fois la biométrie effectuée et après le second passage, les poissons sont remis à l'eau.

### II.2.2. Description des stations

Chaque station est décrite précisément selon différents critères :

- surface pêchée, matériel utilisé, conditions hydrologiques
- faciès d'écoulement, profondeurs, substrats, granulométrie, ripisylve, abris
- activité halieutique

## II.3. Traitement des données :

### II.3.1. Calcul de l'Indice Poisson Rivière:

L'indice poisson rivière ou IPR est un indice biotique basé sur l'analyse de la composition et de la structure des peuplements piscicoles. Il consiste à mesurer l'écart entre la composition du peuplement sur une station donnée, observée à partir d'un échantillonnage par pêche électrique, et la composition du peuplement attendu en situation dite de « Référence », c'est-à-dire dans des conditions pas ou très peu modifiées par les activités humaines. Pour plus d'informations, le lecteur se reportera utilement à OBERDORFF et al., (2001), OBERDORFF et al., (2002a et b), BELLIARD & ROSET (2006) et à la norme NF T90-344.

### **Variables environnementales et métriques :**

Des paramètres environnementaux (surface bassin versant, surface échantillonnée, largeur, pente..., cf. tableau 3) et biologiques (métriques : nombre total d'espèces, nombre d'espèces benthiques, nombre d'espèces tolérantes, densité totale, ...cf., tableau 4) permettent de définir les probabilités d'occurrence et d'abondance, la structure trophique et la composition taxonomique théoriques pour 34 espèces de poissons les plus couramment rencontrées.










**Tableau 1 : Liste des données mésologiques intervenant dans le calcul de l'Indice Poisson Rivière (IPR)**

	NUM old	S ECHANT	BVDRAINE	DSOURCE	LARG	PENTE	PROF	ALT	Tjuil	Tjanv	UH
	<i>exemple</i>	m <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km	m	‰	m	m	°C	°C	
0701	La Loire à Sainte Eulalie	653	19	6	5	12,7	0,4	1180	12,5	-1,0	LOIR

signification des abréviations

S ECHANT	surface en eau échantillonnée lors de la pêche
BVDRAINE	bassin versant drainé
DSOURCE	distance à la source
LARG	largeur moyenne de la station
PENTE	pente exprimée en pour mille
PROF	profondeur moyenne à l'étiage stabilisé
ALT	altitude ngf
Tjuil	température moyenne de l'air en °C du mois de juillet
Tjanv	température moyenne de l'air en °C du mois de janvier
UH	Unité hydrographique : Loire, Rhône, Seine, ...

**Tableau 2 : Liste des métriques intervenant dans le calcul de l'Indice Poisson Rivière (IPR)**

Métrique	Abréviation	Réponse à l'augmentation des pressions humaines
Nombre total d'espèces	NTE	 ou 
Nombre d'espèces rhéophiles	NER	
Nombre d'espèces lithophiles	NEL	
Densité d'individus tolérants	DIT	
Densité d'individus invertivores	DII	
Densité d'individus omnivores	DIO	
Densité totale d'individus	DTI	 ou 

#### Données thermiques de l'air :






Les données de température de l'air sont issues d'un fichier mis au point par C. Rogers et D. Pont du Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Fluviaux, (UMR CNRS 5023, Univ, Lyon I) dans le cadre du programme « Gestion des Impacts du Changement Climatiques » (conséquences potentielles du changement climatique sur les biocénoses aquatiques et riveraines françaises). La base de données est réalisée sur l'interpolation de données stationnelles des températures moyennes mensuelles de l'air pour la période de 1980 à 1999 (Météo France) pour les mois de janvier et de juillet (ROGERS ET PONT, 2005). Les données moyennes sont recalculées car corrigées par l'altitude de la station par rapport à celle de la maille référentielle pour chaque station étudiée.

#### Expression des résultats de l'IPR :

La note globale de l'IPR correspond à la somme des scores associés aux 7 métriques : elle varie potentiellement de 0 (conforme à la référence) à l'infini. Dans la pratique, l'IPR dépasse rarement une valeur de 150 dans les situations les plus altérées.

La définition des seuils de classes repose sur un travail ayant consisté à optimiser le classement d'un jeu de données test comportant à la fois des stations de référence et des stations perturbées. Cinq classes de qualité en fonction des notes de l'IPR ont été définies (cf. tableau 5) :

**Tableau 3 : Classes de qualité de l'Indice Poisson Rivière (IPR)**

	Hors classe	>36	Très mauvaise qualité: peuplement quasi inexistant ou complètement modifié
	Dégradé	>25-36<	Mauvaise qualité : peuplement fortement perturbé
	Perturbé	>16 – 25<	Qualité passable : peuplement perturbé
	Subréférentiel	>7 – 16<	Bonne qualité : peuplement faiblement perturbé subréférentiel
	Référentiel	<7	Excellente qualité : peuplement conforme

#### Limites de l'IPR :

Il convient de noter que l'IPR est un outil global qui fournit une évaluation synthétique de l'état des peuplements de poissons. Il ne peut en aucun cas se substituer à une étude détaillée destinée à préciser les impacts d'une perturbation donnée. Il est souvent nécessaire de compléter le diagnostic pour une autre approche sur la qualité piscicole (niveau typologique de Verneaux) et une analyse des perturbations du milieu (physique : qualité des habitats, abris, courants... ; physico-chimiques : thermie, qualité des eaux ; hydrobiologiques : qualité biologique – IBGN ; et tout autre facteur de compréhension des perturbations). C'est la raison pour laquelle nous présenterons également la comparaison des populations entre niveaux typologiques théorique et réel et tenterons de croiser les données mésologiques, et en particulier la thermie, avec le niveau de populations salmonicoles.

Dans sa version actuelle, l'IPR ne prend en compte ni la biomasse ni la taille des individus capturés et ni les crustacés décapodes comme les écrevisses à pieds blancs pourtant bio indicateur de premier ordre. Les résultats sont également moins robustes quand l'échantillon comporte peu d'individus. C'est pourquoi dans l'analyse présentée, nous nous intéresserons aux histogrammes de taille de l'espèce repère truite fario mais aussi, suivant les milieux, d'autres espèces repères ou bioindicatrices comme le chabot.

#### *II.3.2. Estimation des densités et biomasses :*

Les densités et les biomasses ont été calculées par la méthode de Carle et Strub (1978) lorsqu'elle était applicable. Les peuplements réels observés ont été comparés aux peuplements théoriques correspondant aux Niveaux Typologiques Théoriques de Verneaux estimés, et les abondances des espèces ont été interprétées grâce au référentiel élaboré par la Délégation Régionale Rhône-Alpes du CSP (2000).

Les densités et les biomasses de truite ont été interprétées selon le référentiel d'abondance élaboré par la D.R. 6 du CSP et défini pour les cours d'eau de tête de bassin. Les résultats détaillés par station sont présentés séparément dans un atlas.

### III. Volet astacicole

Outre un suivi quantitatif, les sites d'études ont été sélectionnés de manière à mettre en évidence un impact ou non du piétinement des bovins sur les communautés astacicoles. De plus, les stations d'études se situent sur des secteurs prioritaires dans les projets de restauration du contrat de rivières ; le suivi quantitatif permettra de juger de l'efficacité des travaux réalisés sur les ruisseaux de Marchampt, de Tolot et l'Ardières, une station témoin (généralement boisée) et une station présentant des traces de piétinements bovin ont été choisies.

### III.1. Protocole de Capture/Marquage/Recapture

Le suivi quantitatif des populations d'écrevisses à pieds blancs est réalisé selon le protocole de capture/marquage/recapture (CMR). Ce protocole de suivi consiste à prélever de nuit, en deux passages la totalité des individus supérieurs à 2 cm (pour des raisons de facilité de capture) observés sur la station étudiée. Au cours d'une première nuit, chaque individu capturé est mesuré, pesé et sexé puis marqué avec du verni à ongle avant d'être remis à l'eau. Lors d'une deuxième nuit (généralement 2 jours plus tard), chaque individu capturé au cours des deux passages est trié en fonction de la présence ou non d'un marquage : les individus marqués sont comptés tandis que les individus non marqués sont mesurés, pesés et sexés ; l'ensemble des individus est ensuite relâché.

A noter que la désinfection de l'ensemble du matériel de prospection (cuissardes, seaux, matériels de pesée et de mesure...) avant les campagnes de terrain à l'aide d'un désinfectant fongicide et bactéricide (Désogerme Microchoc™), est indispensable à la protection des populations d'écrevisses contre les transferts de pathologies telle la peste des écrevisses.

Les conditions d'applications de ce protocole sont les suivantes :

- La population doit être stationnaire
- La probabilité de capture doit être la même pour tous les individus
- La recapture doit être un échantillonnage aléatoire
- Le marquage doit être pérenne, sans influencer la probabilité de capture

L'effectif total ainsi que l'écart-type de la station est évalué grâce à la formule de Petersen :

$$\frac{Mt}{NT} = \frac{rm}{Rt} \pm \sigma^2 = \frac{NT^2[(NT - mt) \times (NT - Rt)]}{mt \times Rt \times (NT - mt)}$$

Avec :

NT : effectif total de la population

mt : nombre d'individus marqués au premier passage

Rt : nombre d'individus capturés au second passage

rm : nombre d'individus marqués capturés au second passage

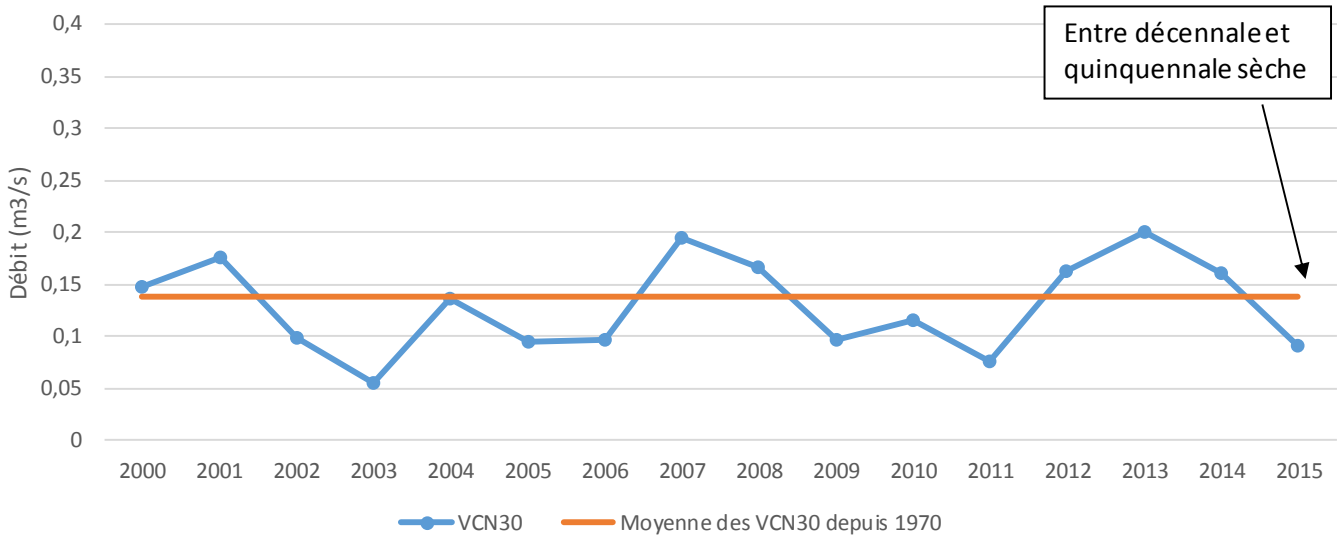
Enfin les densités obtenues sont ramenées à l'hectare afin de pouvoir leur affecter une classe d'abondance (DEGIORGI, com. pers.).

**Tableau 4: Classes d'abondances de l'écrevisse à pieds blancs (DEGIORGI, com. pers.)**

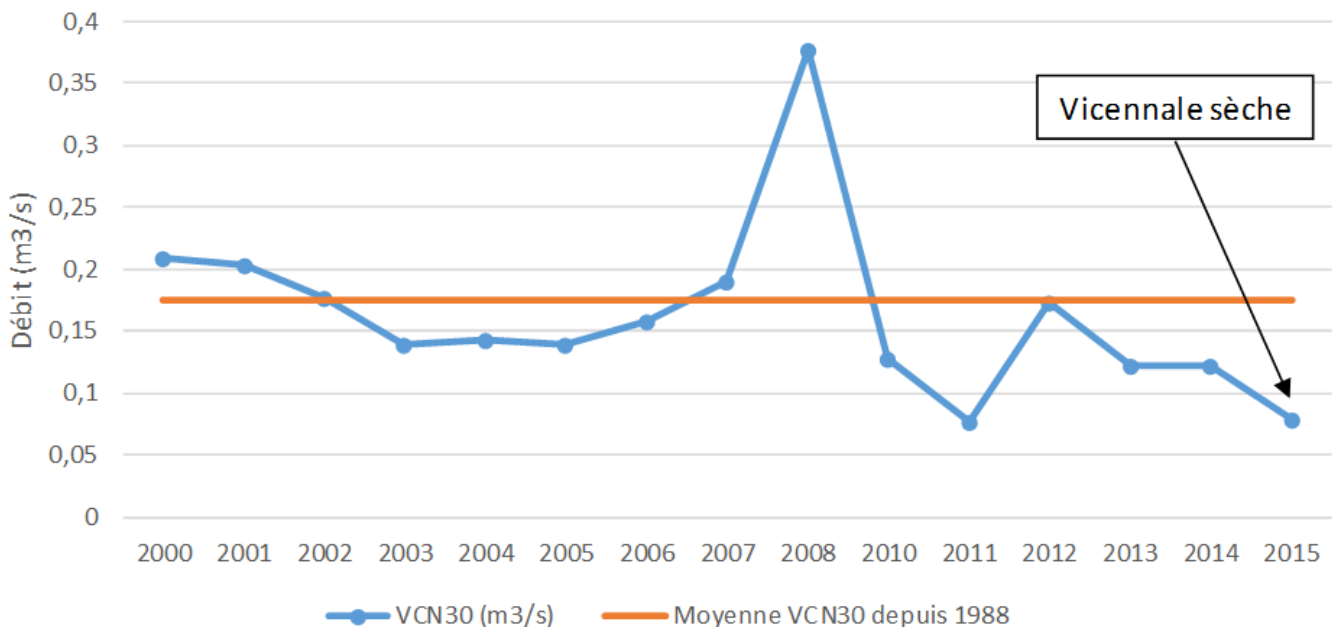
Classe	Densité numérique (ind./ha)	Densité pondérale (Kg/ha)
Classe 1	0 à 4000	0 à 32
Classe 2	4000 à 7000	32 à 64
Classe 3	7000 à 14000	64 à 128
Classe 4	14000 à 28000	128 à 256
Classe 5	> 28000	> 256

## RESULTATS

### I/ Hydrologie



**Figure 3 : Evolution des VCN30 de l'Ardières à Beaujeu (Source : Banque HYDRO)**



**Figure 4 : Evolution des VCN30 du Morgon à Villefranche-sur-Saône (Source : Banque HYDRO)**

L'évolution des débits minimaux sur 30j consécutifs de l'Ardières à Beaujeu (Figure 8) permet d'observer que l'hydrologie de l'année 2015 a été particulièrement déficitaire (décennale à quinquennale sèche) après trois années supérieures à la normale. Toutefois, compte-tenu de la longévité de l'épisode sur la région Lyonnaise, l'Ardières n'a pas connu une sécheresse exceptionnelle en partie due à son réseau de zones humides assez denses en tête de bassin. A l'inverse, le Morgon a connu un épisode d'étiage beaucoup plus sévère (vicennale sèche).

De manière générale, l'hydrologie de la période estivale 2015 a été très limitante pour la faune piscicole après trois années favorables.

## II. Thermie

### II.1. Climatologie du département du Rhône

Avant l'interprétation des données thermiques, il semble essentiel d'établir un petit bilan climatique du département du Rhône au cours des mois de Juillet et Août étant donnée la corrélation entre la température de l'air et celle de l'eau (STEFAN & PREUD'HOMME, 1993).



Figure 5 : Bilan climatique de l'année 2015 à la station météorologique de Lyon Saint-Exupéry (Source : météociel.fr)

Après un hiver 2015 pluvieux et sensiblement dans les normales, le printemps et la période estivale ont été particulièrement chauds et secs (températures au-dessus des normales de mars à août et pluviométrie déficitaire). Selon plusieurs sources (NOAA, Météofrance), l'année 2015 est la plus chaude jamais enregistrée. Le département du Rhône a particulièrement été touché avec plusieurs journées où les températures ont avoisiné les 40°C au cours du mois de Juillet sans réelle dépression pluvieuse. Cet épisode caniculaire intervient après plusieurs années ayant bénéficié de températures estivales plus clémentes (Figure 10)

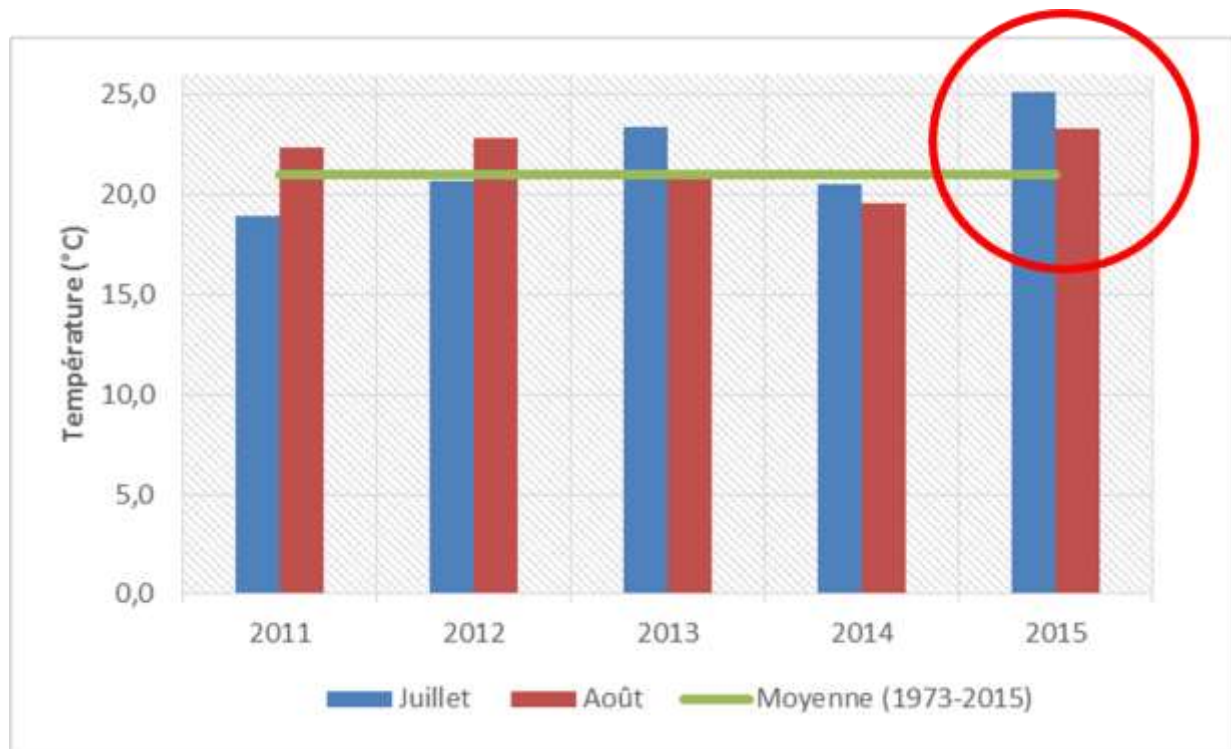


Figure 6 : Données climatiques des mois de Juillet-Août de 2011 à 2013 par rapport à la moyenne de référence à Lyon Saint-Exupéry (Données : Météociel)

## II.2. Synthèse des données thermiques estivales de 2014

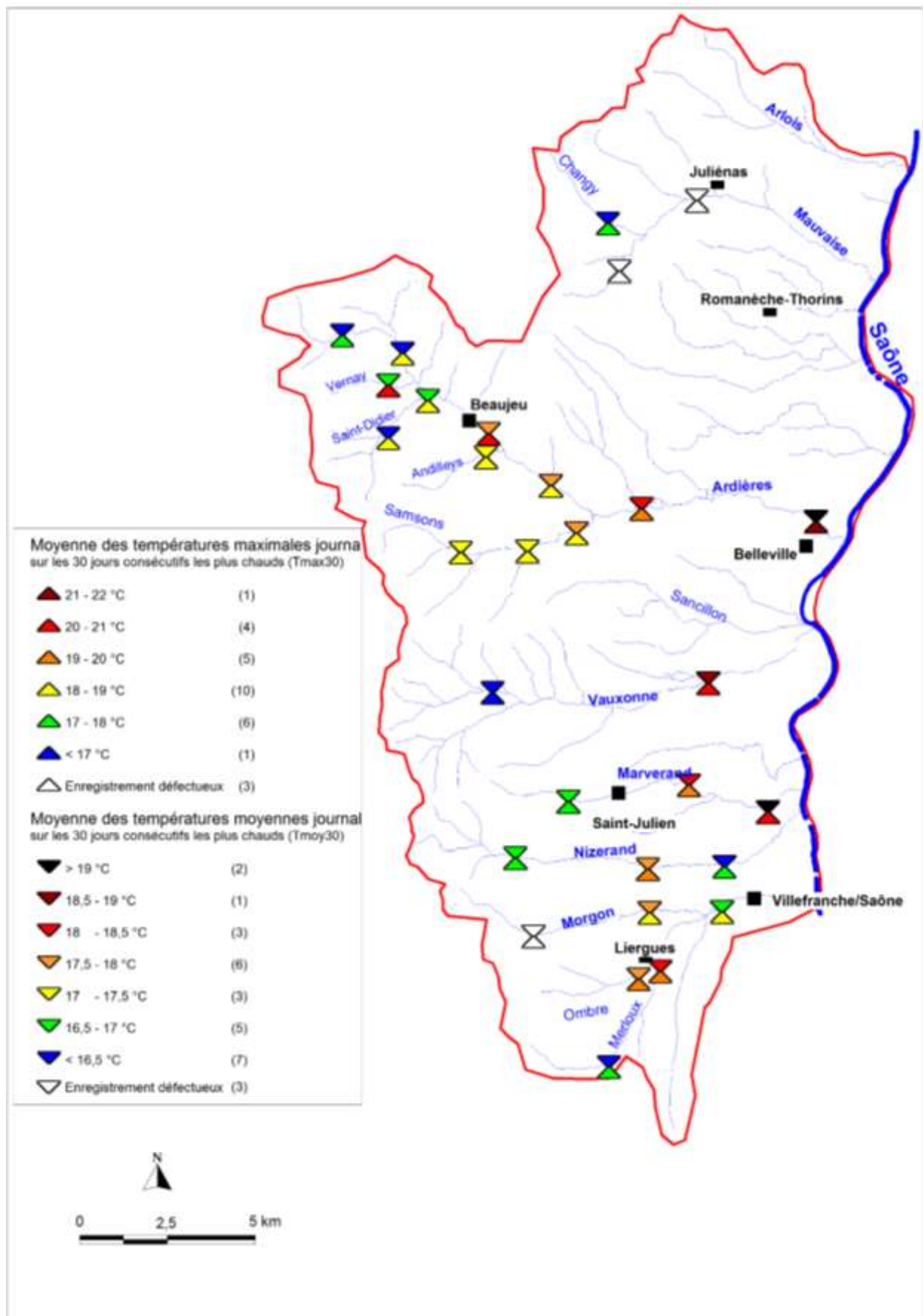


Figure 7 : Valeurs des Tmax30 et de Tmoy30 calculées lors de la période estivale 2014

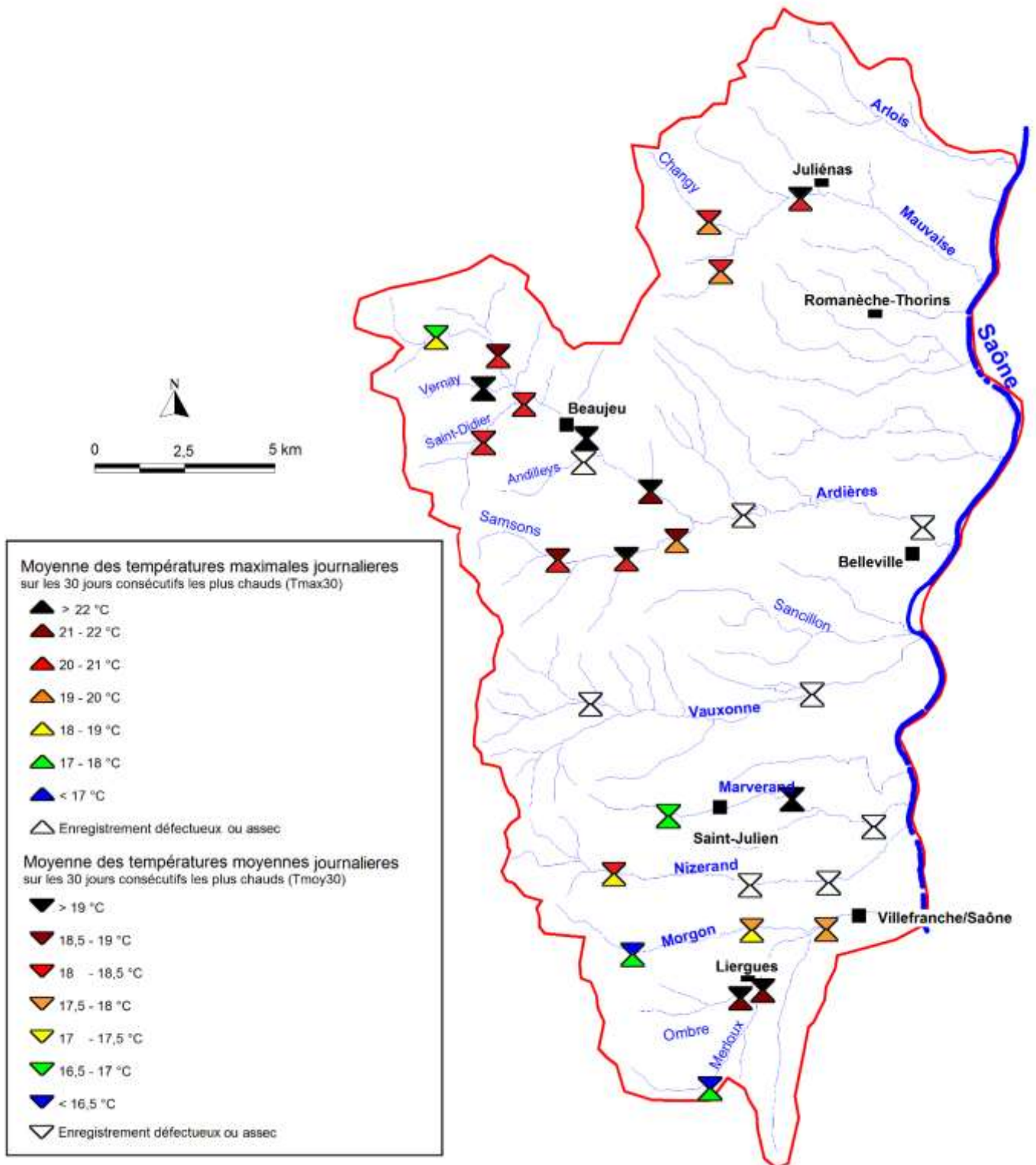
L'analyse des données thermiques estivales (figure 7) permet de classer les stations en trois groupes.

Un premier groupe de six stations (Amont de l'Ardières, de la Vauxonne, du Marverand, du Nizerand, du Merloux et Ruisseau de Changy) se démarque des autres par un **régime thermique pas ou peu limitant** vis-à-vis des exigences des salmonidés. En effet, la température moyenne des 30 jours les plus chauds ( $T^{\circ}\text{moy30}$ ) ne dépasse pas les 17°C, seuil considéré critique pour les juvéniles de truite fario (ELLIOTT *et al.*, 1995). De plus, la température moyenne maximale des 30 jours les plus chauds ( $T^{\circ}\text{max30}$ ) avoisine les 18°C soit 1°C en dessous de la limite du *preferendum* thermique pour les truites fario (ELLIOTT, 1975 *in* LAGARRIGUE *et al.*, 2001).

Un deuxième groupe de treize stations (dont les  $T^{\circ}\text{moy30}$  oscillent entre 17 et 19°C – cf. carte) se détache avec un **régime thermique intermédiaire**, c'est-à-dire où la  $T^{\circ}\text{moy30}$  apparaît limitante pour les populations. De plus, ces treize stations présentent des  $T^{\circ}\text{max30}$  au-delà du *preferendum* thermique de la truite fario. L'ensemble de ces paramètres témoignent d'un réchauffement excessif de l'eau et cela dès l'amont de certains cours comme c'est notamment le cas pour les ruisseaux des Andilleys, de Saint-Didier et du Vernay. L'absence de ripisylve peut être mise en cause dans le réchauffement excessif de l'eau de ces ruisseaux qui s'écoulent principalement en milieux prairiaux. En effet, DAN MOORE *et al.*, (2005) ont démontré que les coupes rases des ripisylves entraînaient une augmentation significative de la température des cours d'eau. De plus, la présence de plans d'eau sur les bassins versants ainsi que de nombreux seuils favorise également les augmentations de température. Ces altérations thermiques peuvent entraîner des mortalités chez les alevins de truites mais également des stress physiologiques chez les adultes (alimentation réduite notamment) (CRISP, 1996).

Enfin, un troisième groupe composé de deux stations (partie aval essentiellement de l'Ardières, Vauxonne, Marverand) présente un **régime thermique très limitant** vis-à-vis des salmonidés. Les valeurs de références ( $T^{\circ}\text{moy30}$  et  $T^{\circ}\text{max30}$  supérieurs à 19°C et 20°C) dépassent largement les seuils de tolérance des truites. L'artificialisation du milieu (seuils, biefs, élargissement du lit mouillé, abattage de ripisylve) favorise le réchauffement excessif des eaux constaté. Ces analyses montrent très clairement que ces secteurs sont des zones à cyprinidés où les salmonidés ne peuvent pas établir de population dense.

Globalement, hormis sur quelques secteurs, la thermie des rivières du Beaujolais n'a pas été très limitante en 2014 pour les communautés piscicoles. Toutefois, comme le montre le bilan climatique, l'été 2014 a été particulièrement frais et humide. Il est donc nécessaire de relativiser ces données et de les comparer aux données 2015.



**Figure 8 : Valeurs des Tmax30 et de Tmoy30 calculées lors de la période estivale 2015**

En 2015, certaines sondes ont été retrouvées hors d'eau (5) et d'autres détériorées ou défectueuses (3). Les données recueillies montrent qu'en période de canicule, seulement quatre secteurs possèdent des températures encore favorables pour les salmonidés (l'amont de L'Ardières, du Marverand, du Morgon et du Merloux). Tous les autres secteurs du Beaujolais ont présenté des températures très limitantes pour les populations de truites avec des écarts importants (de 3 à 5°C) sur les températures moyennes (cf. tableau ci-dessous) entre 2014 et 2015.

		L'Ardières amont	L'Ardières à Beaujeu	Le ruisseau de Changy	Les Samsons au pont de Cherves
<b>Tmoy30</b>	<b>2013</b>	15,8	18,5	16,9	17,9
	<b>2014</b>	15,1	17,8	16,1	17,1
	<b>2015</b>	16,9	20,3	19,3	19,3
<b>Tmax30</b>	<b>2013</b>	18,0	19,9	18,1	18,6
	<b>2014</b>	17,3	20,4	17,3	18,1
	<b>2015</b>	18,5	22,7	20,6	20,6

Figure 9 : Tableau de comparaison des données thermiques moyennes et maximales sur les 30j consécutifs les plus chauds sur quatre stations du Beaujolais entre 2013 et 2015

### III. Communautés astacicoles

Les protocoles CMR mis en place sur les trois cours d'eau (Ardières, Tolot, Marchampt) ont pour but de suivre à terme des opérations de restauration du milieu et mettre en évidence l'impact ou non du piétinement bovin sur les communautés d'écrevisses à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*).

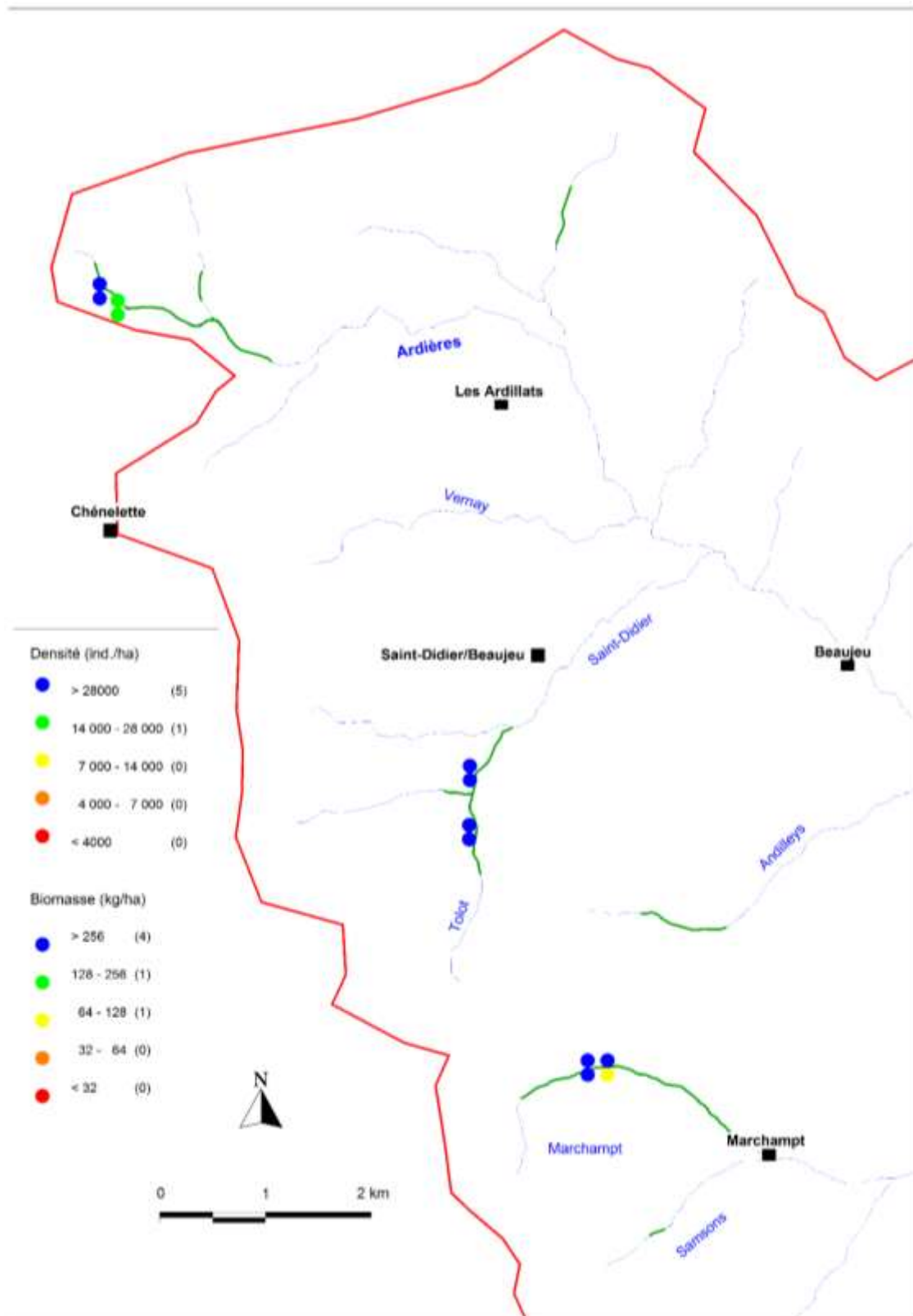


Figure 10 : Cartographie des résultats des CMR en 2015

		Effectif (ind./ha)	Biomasse (kg/ha)
Ardières source (témoin)	2013	14090 ± 5330	114 ± 22
	2015	77717 ± 538	538 ± 36
Ardières aval buse (piétinée)	2013	4190 ± 2467	54 ± 9
	2015	23793 ± 7266	210 ± 17
Marchampt amont (piétinée)	2013	61311 ± 27015	528 ± 87
	2015	99333 ± 27750	260 ± 33
Marchampt aval (témoin)	2013	18974 ± 7885	137 ± 16
	2015	36296 ± 21725	106 ± 41
Tolot amont (témoin)	2013	37310 ± 6581	334 ± 26
	2015	55401 ± 8637	397 ± 23
Tolot aval (piétinée)	2013	29421 ± 5014	273 ± 14
	2015	63949 ± 12644	489 ± 29

**Figure 11 : Evolution des densités et biomasses d'écrevisses à pieds blancs entre 2013 et 2015**

Les résultats (cf. carte et tableau ci-dessus) montrent deux populations toujours très dynamiques et fonctionnelles sur le ruisseau de Tolot. La population amont (secteur témoin) est stable tandis que la population aval (zone piétinée) est en expansion et plus dense. La principale explication réside dans la récurrence d'habitats (herbiers rivulaires couchés dans l'eau) offrant temporairement des habitats très favorables aux écrevisses. Ce ruisseau présente une des populations les plus denses du territoire des rivières du Beaujolais.

Concernant le ruisseau de Marchampt, il est important de préciser que la station aval a subi un assec important durant l'été ; seules deux fosses de dissipation sont restées en eau. Les impacts de cette sécheresse sont visibles sur les populations avec notamment une diminution des biomasses sur la station aval témoin et une dégradation généralisée de la population piétinée amont. De plus, ce secteur a été perturbé par un remblai dans le lit majeur entre les deux stations (cf. photos ci-dessous) avec un dépôt d'embâcles dans le lit mineur



**Figure 12 : Photos montrant l'impact des remblais sur le lit du ruisseau de Marchampt**

Enfin sur l'Ardières amont, les deux populations semblent fonctionnelles et en expansion par rapport à 2013. La station témoin amont avait été impactée par des coupes de Douglas peu respectueuses du milieu aquatique. Aujourd'hui, le milieu est stabilisé et les effets sur la population sont immédiats. Quant à l'aval, les résultats positifs sont probablement liés à la vente des parcelles riveraines qui a occasionné un retrait des troupeaux et par conséquent limité le piétinement des bovins. Cependant, le nouveau propriétaire a réalisé une coupe à blanc de la ripisylve sur la station aval (cf. photo ci-dessous). L'évolution de celle-ci sera donc à surveiller en 2017.



**Figure 13 : Photo illustrant la coupe à blanc de la ripisylve sur la station aval**

En parallèle, une prospection a été réalisée sur l'amont du ruisseau de Saint-Didier suite à la signalisation d'une population d'écrevisses américaine (*Pacifastacus leniusculus*) par l'AAPPMA de Beaujeu (cf. carte ci-dessous). Les doutes ont rapidement été confirmés avec l'identification d'une population entre le lieu-dit « Les Champs » et la confluence Tolot/Saint-Didier. L'origine de cette colonisation serait anthropique avec l'introduction d'individus dans des « mares » en bordure du ruisseau au lieu-dit « le Pont ». En effet, la densité d'individus est très importante dans ce secteur et diminue progressivement en se dirigeant vers l'amont ou l'aval ; cette remarque suggère également que la population colonise rapidement le Saint-Didier.

Cette prospection a permis d'identifier deux individus isolés d'écrevisses à pieds blancs sur l'amont du Saint-Didier ; compte-tenu de la compétition avec les écrevisses invasives (habitats, nourriture, transmission de maladies), il est fort probable que leurs jours soient comptés.

Enfin, les menaces les plus importantes pour les écrevisses autochtones se situent sur le ruisseau de Tolot. Toutefois, un ouvrage infranchissable important (plusieurs mètres de hauteur) est présent sur l'aval du ruisseau. Dans le meilleur des cas, il stoppera la propagation de cette population ou il ne fera que retarder l'échéance fatidique compte-tenu des fortes capacités de déplacement des écrevisses américaines. Une surveillance de leur expansion en 2017 semble indispensable.



## IV. Communautés piscicoles

### IV.1. Description générale des peuplements piscicoles

Les inventaires piscicoles réalisés sur le Beaujolais ont permis de recenser 20 espèces de poissons et leur fréquence d'apparition est exposée à la Figure 15. Parmi ces espèces, quatre sont issues de dévalaison des plans d'eau : poisson-chat, rotengle, perche-soleil, pseudorasbora et deux sont issues de déversement : truite arc-en-ciel et truite surdensitaire.

L'espèce la plus fréquente est logiquement la truite fario puisque la totalité des cours d'eau est caractérisée par des Niveaux Typologiques Théoriques compris entre B2 (têtes de bassins) et B6 (Ardières aval) où la truite fario est théoriquement retrouvée dans des classes d'abondances respectives de 2 et 3 minimum. Un premier signe de perturbation est visible puisque la truite n'est pas représentée sur 28% des stations (en baisse de 15% par rapport à 2014) ; seul le chabot est en légère augmentation. Ensuite la loche franche est l'espèce accompagnatrice la plus représentée. Déjà plus rare, le vairon n'est retrouvé que sur 39% des stations alors que cette espèce est élective de la quasi-totalité des zones étudiées. Parmi les espèces potentiellement fréquentes sur le territoire mais rares, on citera le chabot, la lamproie de Planer, et le blageon. Enfin, un cyprinidé rhéophile (le spirin) fait son apparition sur l'aval de l'Ardières.

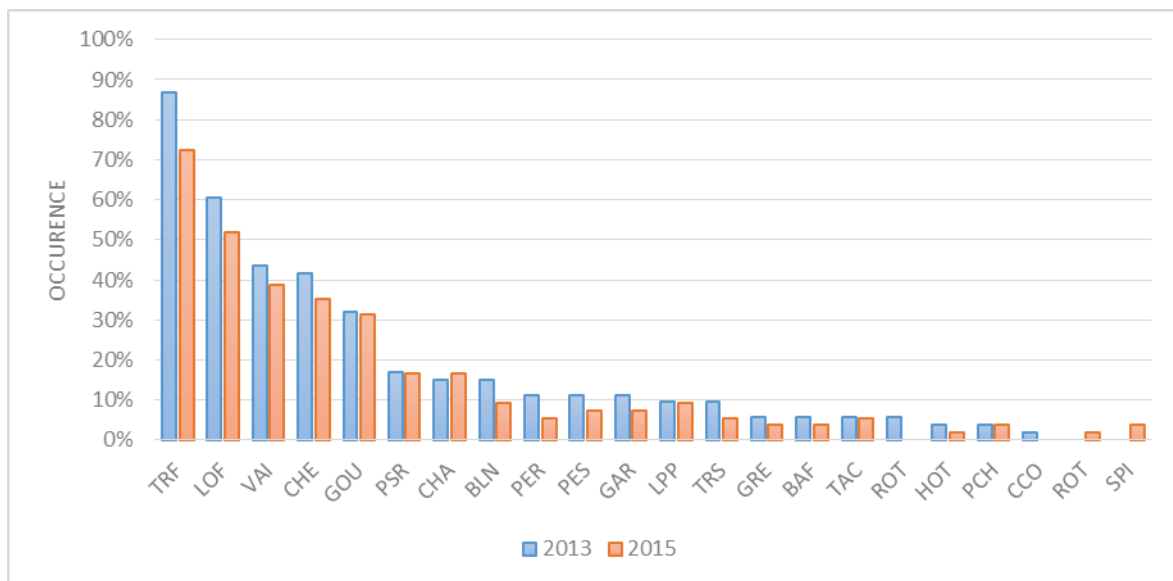


Figure 15 : Occurrence des différentes espèces piscicoles sur le territoire du Beaujolais en 2013 et 2015

### IV.2. Qualité des peuplements piscicoles

Sur les 54 stations analysées, moins de 35% présentent des peuplements de « bonne » à « très bonne » qualité selon l'Indice Poisson Rivière. La station la plus proche de l'état de référence se situe sur le ruisseau de Saint-Didier au lieu-dit « la Vouzelle ». A noter que 5 stations étaient en assec total au moment de l'inventaire. Globalement, les stations de qualité « mauvaise » à « très mauvaise » se situent sur les parties médianes et aval du territoire excepté sur le Merloux.

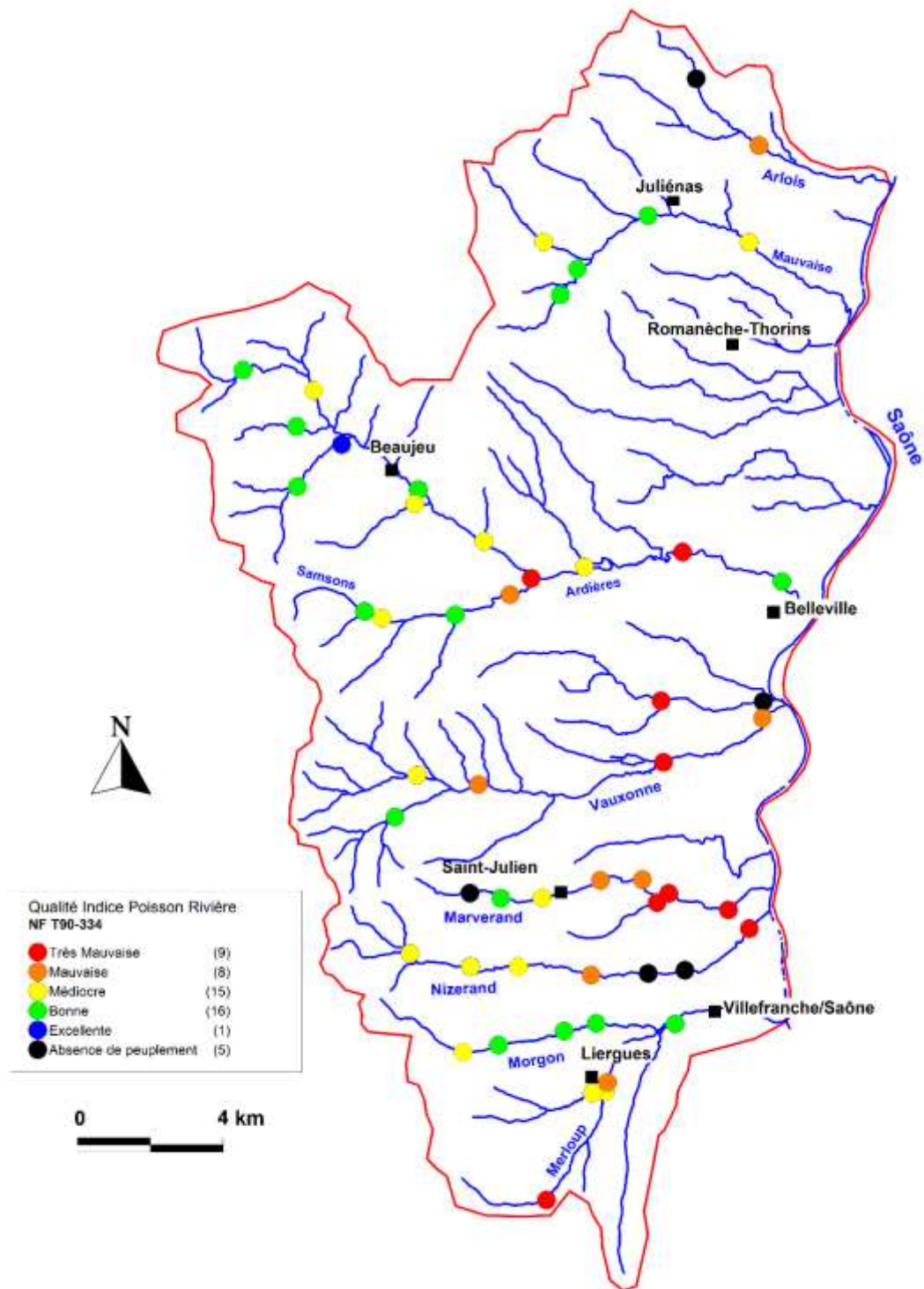


Figure 16 : Classement des cours d'eau du territoire Beaujolais en fonction de l'IPR 2015

### IV.3. Zoom sur la truite fario

La cartographie ci-dessous montre la répartition très apicale des truites fario sur le territoire du Beaujolais. En effet, les biomasses diminuent de manière importante dès les parties médianes des rivières inventoriées. Les problèmes de thermie, d'hydrologie et de physico-chimie sont probablement les principales explications à ces diminutions. De plus, 14 stations (soit 26%) n'ont présenté aucun individu soit pour des raisons d'assec (Nizerand) soit pour des problèmes de qualité physico-chimique (Arlois amont, Merloux, Marverand, Samsons aval).

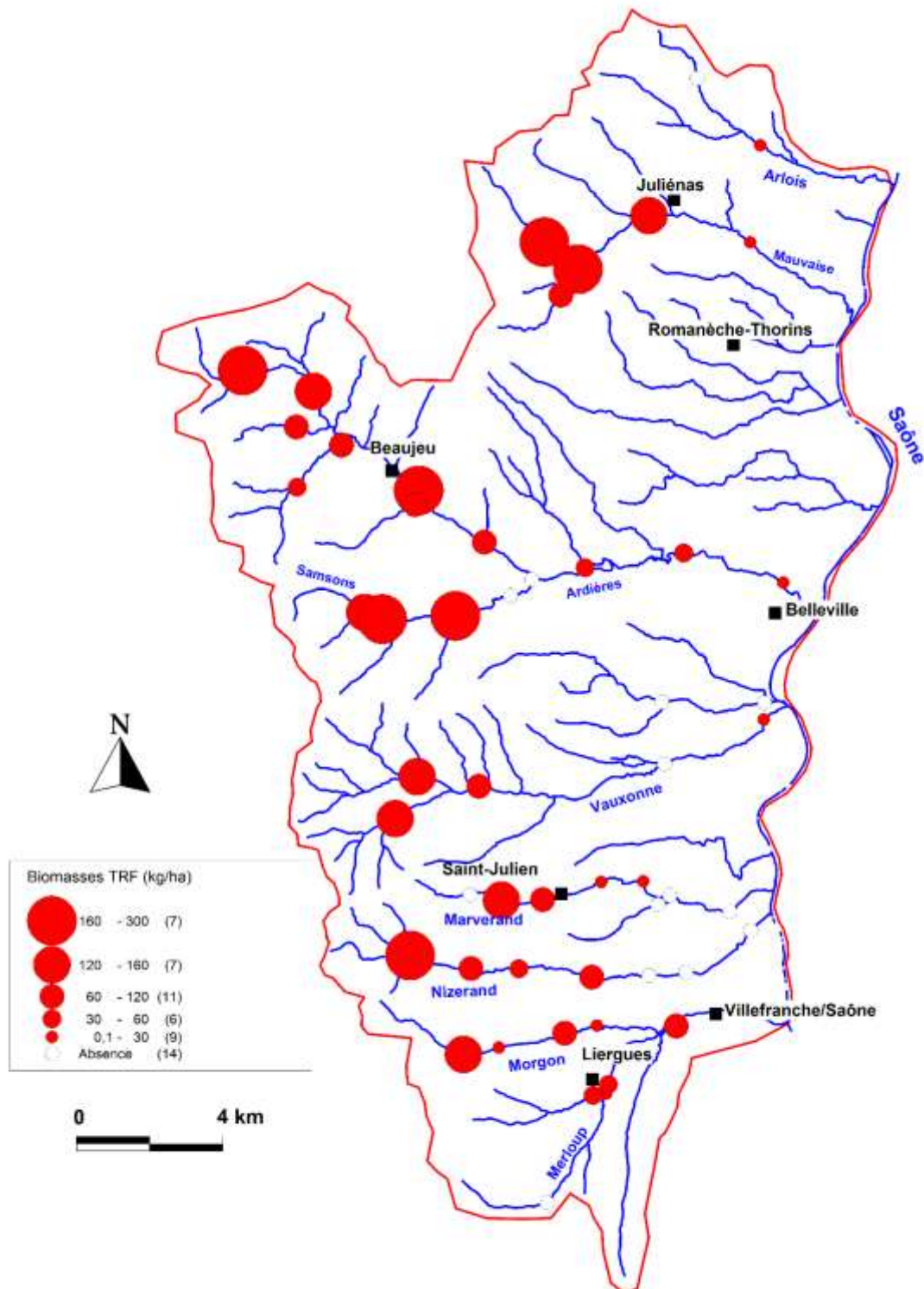
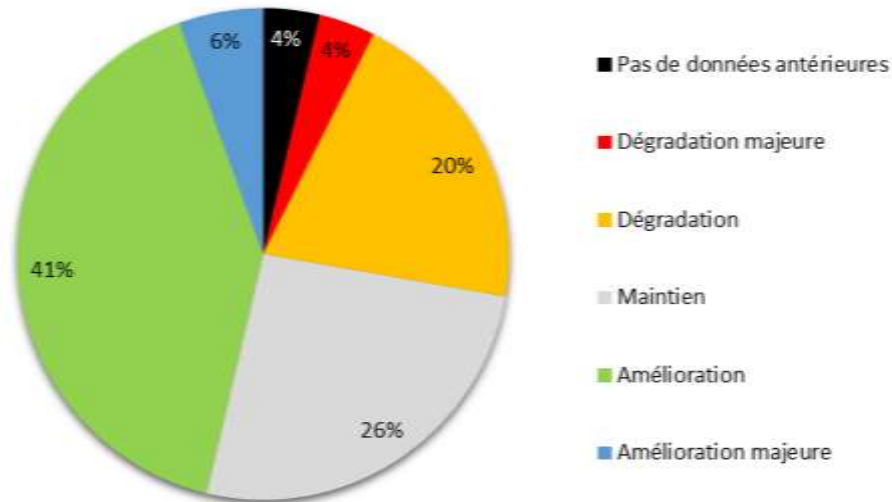


Figure 17 : Cartographie de la répartition des truites fario en 2015

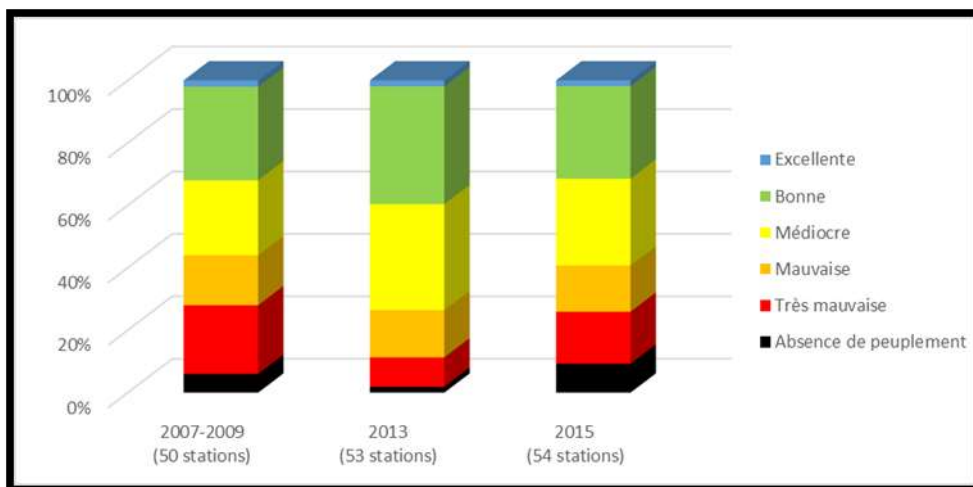
#### IV.4. Evolution des peuplements piscicoles

Sur les 52 stations pour lesquelles nous disposons de données antérieures de l'étude 2013, la tendance évolutive globale est jugée positive. L'augmentation des populations de truites fario en lien avec les conditions hydroclimatiques favorables des précédents étés et la stabilisation des espèces tolérantes (loche franche, chevesne, ...) sont les deux raisons principales de ces améliorations. D'après les résultats de 2015, 47% des stations d'inventaires présentent une amélioration notable entre les deux périodes d'échantillonnage. De manière générale, les peuplements piscicoles du territoire Beaujolais continue d'évoluer ; la biomasse moyenne a augmenté de 132 à 160 kg/ha.



**Figure 18 : Répartition (en %) de l'évolution des peuplements piscicoles entre 2013 et 2015**

D'après l'analyse des classes IPR, on observe une diminution des classes « bonne » et « médiocre » au profit des classes « très mauvaise » et « absence de peuplement » entre 2013 et 2015. Ceci est la conséquence de l'épisode de sécheresse exceptionnelle qui a fortement impacté les peuplements piscicoles. De plus, l'IPR sanctionne des surdensités de truites sur certains secteurs comme le Ru de Changy, Nizerand et Morgon amont d'où la nécessité de relativiser cet indice.



**Figure 19 : Comparaison des notes IPR entre l'étude préalable et celle de 2015**

La carte ci-dessous montre l'amélioration générale des têtes de bassins du territoire avec l'augmentation généralisée des populations de truites fario (cf. tableau en annexe). A l'inverse, les parties aval des rivières du Beaujolais médian (Marverand, Nizerand, Vauxonne) se sont dégradées en partie à cause des assècs importants

sur ces secteurs ; c'est également le cas sur la tête de bassin du Marverand et sur l'aval des Samsons dont le débit réservé n'a pas été respecté, le prélèvement d'un bief ayant conduit à l'assèchement complet du tronçon en aval de la prise d'eau.

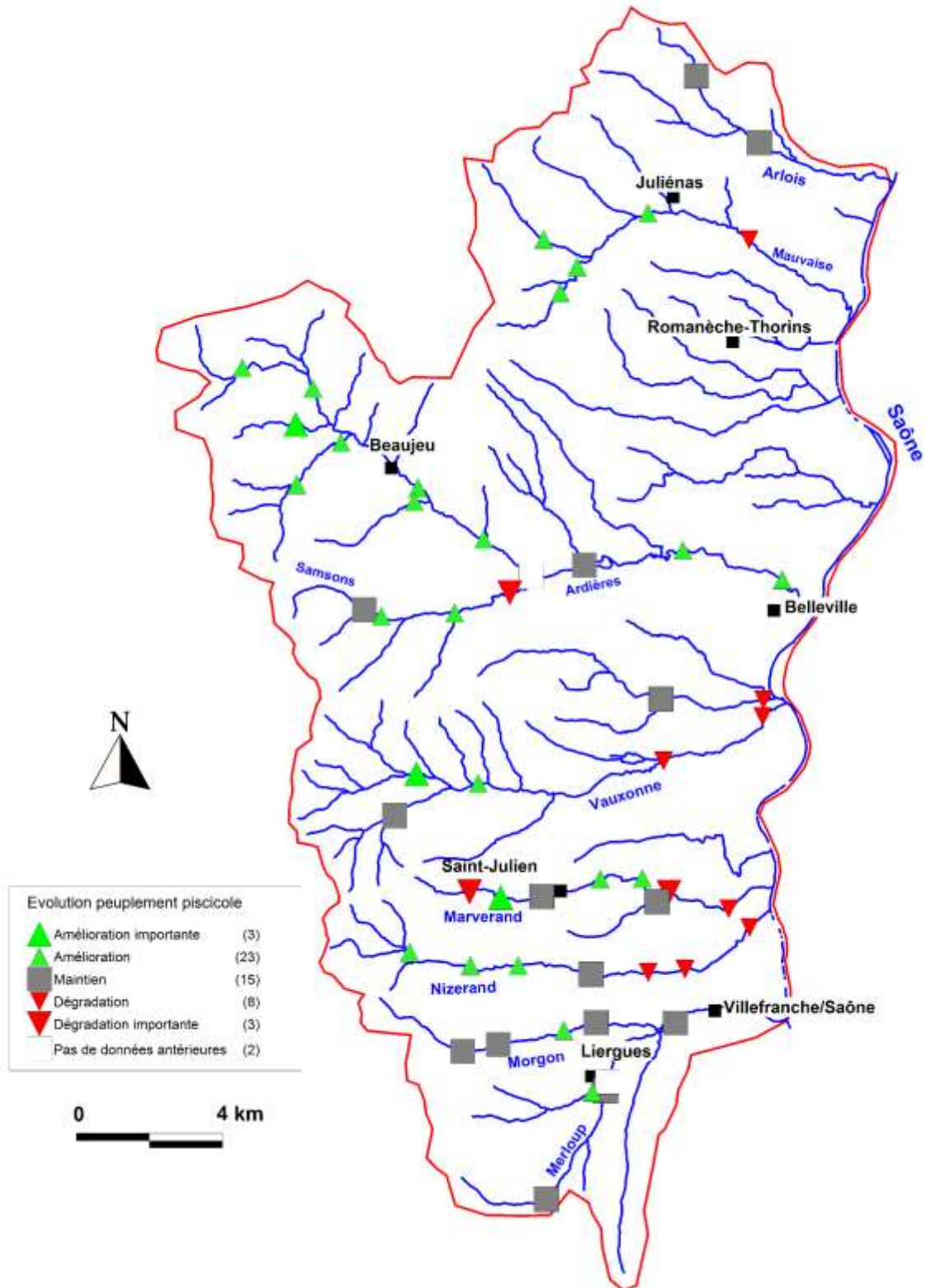


Figure 20 : Evolution des peuplements piscicoles entre 2013 et 2015

## IV.5 Cas particuliers

### Le ruisseau de Vernay

Petit affluent de l'Ardières amont, le ruisseau de Vernay a subi une crue exceptionnelle en juin 2012 causant une incision et une érosion très importantes de l'ensemble de son linéaire comme en témoigne l'élargissement du lit mineur sur les photos ci-dessous. Les conséquences sur la population de truite fario ont été immédiates avec une diminution nette de la classe d'abondance. Suite à ce constat, le ruisseau n'apparaissait plus prioritaire dans les actions du contrat de rivière (mise en défens et plantation de ripisylve). Toutefois, le milieu semble se régénérer rapidement (lit mineur recréé naturellement et population de truites en augmentation) et il apparaît de nouveau comme un secteur prioritaire à traiter. Ces propos seront à confirmer en 2017 lors de l'état final avec une prospection approfondie du linéaire pour rechercher d'éventuelles populations d'écrevisses.

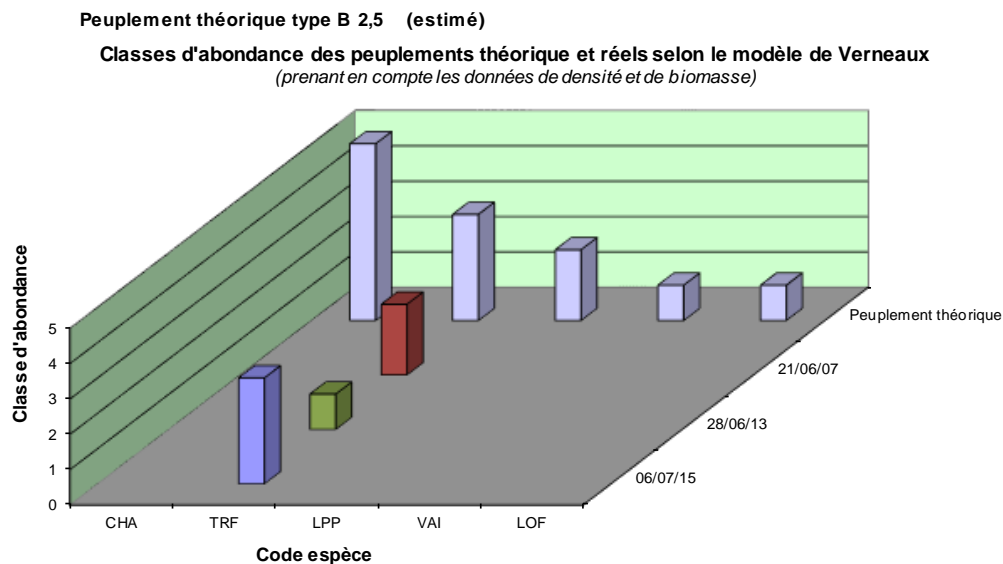


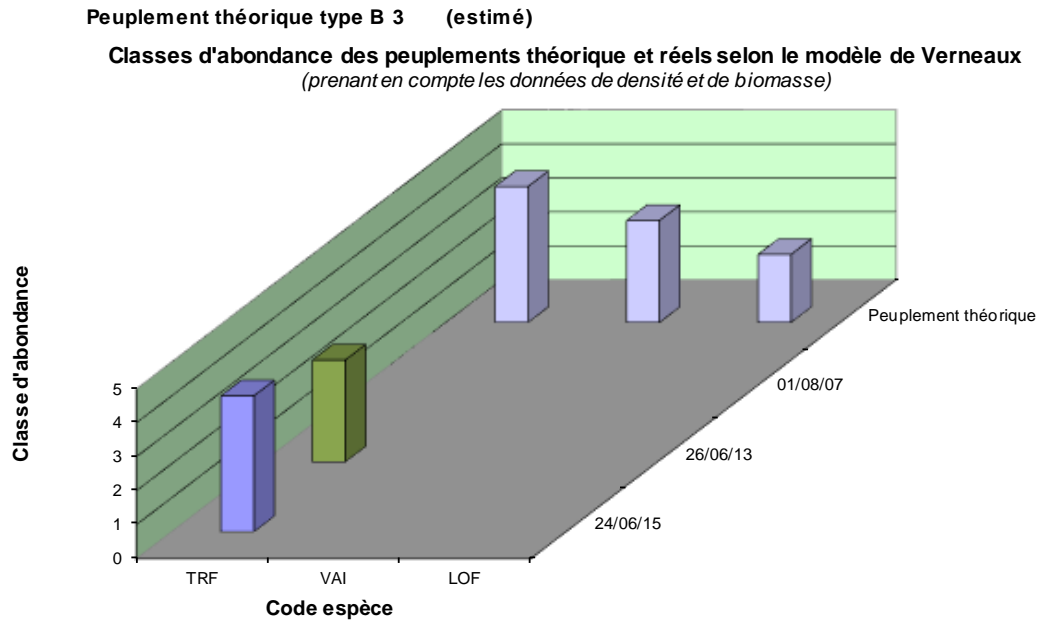
Figure 21 : Classes d'abondance des peuplements théorique et réels selon le modèle de Verneaux sur le ruisseau de Vernay au lieu-dit "Le Serroir"



Figure 22 : Evolution morphologique de la station de pêche suite à la crue exceptionnelle de juin 2012

*La Mauvaise au lieu-dit « Chizot »*

En 2007, la station était dépourvue de peuplement piscicole suite à une pollution aigüe aux produits phytosanitaires. L'inventaire de 2013 marquait la recolonisation rapide du secteur et avait lancé les interrogations sur le classement secondaire du secteur au niveau des actions du contrat de rivières. Les résultats 2015 confirment l'évolution très positive de la Mauvaise avec une population de truites fario dynamique et fonctionnelle. Aujourd'hui, il paraît évident que le classement doit faire l'œuvre d'une révision étant donné l'amélioration majeure et durable des communautés piscicoles et donc probablement de la qualité chimique.



**Figure 23 : Classes d'abondance des peuplements théorique et réels selon le modèle de Verneaux sur la Mauvaise au lieu-dit « le Chizot »**

## PROPOSITIONS D' ACTIONS

### I. Actions visant à protéger l'écrevisse à pieds blancs

Comme expliqué dans le suivi astacicole, la station aval de la tête de bassin de l'Ardières se situe dans une zone où une coupe à blanc de ripisylve a eu lieu au printemps. Outre l'impact de la coupe sur le réchauffement des eaux, cette dernière a été réalisée de manière peu respectueuse vis-à-vis du milieu aquatique, notamment en obstruant le lit du cours d'eau avec de multiples branches et troncs comme le montre la photo suivante.



Figure 24 : Lit de l'Ardières amont obstrué par les troncs et branches

De manière analogue, des remblais de terre végétale ont été opérés sur le ruisseau de Marchamp au niveau des stations de CMR avec un dépôt de branches dans le lit mineur du cours d'eau occasionnant une destruction partielle des habitats pour les écrevisses et un risque de perturbation majeure.



Figure 25 : Photos illustrant le remblai dans le lit majeur du ruisseau de Marchamp en juin 2015

En plus des possibles travaux de restauration sur ces secteurs, une vigilance accrue doit être opérée sur ces petits bassins où subsistent la plupart des populations d'écrevisses à pieds blancs du département. Il apparaît nécessaire d'effectuer un travail de prévention auprès des exploitants afin de préserver ces milieux hautement fragiles.

## II. Rétablissement de la continuité écologique

Les rivières du Beaujolais comptent en moyenne un seuil tous les kilomètres provoquant le cloisonnement des populations piscicoles, astacicoles, le blocage du débit solide ainsi que le réchauffement excessif des eaux. Le rétablissement de la continuité écologique permettrait de garantir la pérennité des populations piscicoles (flux géniques, accès aux zones de frayères, accès aux zones de refuges thermiques et/ou physico-chimiques). La plupart des ouvrages construits par l'Homme pour diverses raisons ne présentent plus aucune utilité de nos jours. La destruction de l'ensemble de ces ouvrages ou la mise en place de passes à poissons (solution alternative à utiliser en dernier recours) semble indispensable aujourd'hui à l'atteinte du bon état des cours d'eau préconisé par la DCE. La priorité a été mise sur des secteurs où la qualité chimique n'est pas ou peu limitante comme sur le Morgon ou le ruisseau des Samsons.

Au niveau du ruisseau des Samsons, les premiers travaux d'aménagement des ouvrages ont débuté comme le montrent les photos ci-dessous.



**Figure 26 : Arasement (en haut) et aménagement (en bas) de deux ouvrages infranchissables sur le ruisseau des Samsons**

Les efforts doivent être maintenus pour reconnecter l'Ardières et les Samsons médian afin de permettre aux populations de truites fario de trouver des zones de refuges et/ou de frayères. Cette idée est renforcée avec les résultats 2015 qui montrent une absence de truites dans la partie aval alors que la zone médiane possède une population dynamique et fonctionnelle avec une thermie plus favorable.

## CONCLUSION

L'état intermédiaire piscicole et astacicole effectué en 2015 montre dans l'ensemble des peuplements qui continuent de s'améliorer notamment avec l'augmentation des populations de truites fario sur les parties apicales des rivières du territoire. Toutefois, les parties aval de certaines rivières ont été fortement impactées par l'épisode hydroclimatique exceptionnel de l'été 2015. De nombreux assècs ont touché les cours d'eau du Beaujolais et les conséquences seront probablement visibles en 2017.

Le suivi thermique a montré qu'après un été relativement frais en 2014, les températures ont été très limitantes en 2015 pour les salmonidés sur l'ensemble du territoire et dès les têtes de bassins.

L'étude astacicole montre des populations d'écrevisses à pieds blancs dynamiques et fonctionnelles sur les secteurs suivis. Toutefois, leur milieu est fragile et des dégradations ont été notées et seront à surveiller dans les mois à venir. De plus, l'écrevisse signal continue la colonisation du territoire avec un nouveau secteur concerné à surveiller : le ruisseau de Saint-Didier.

Le suivi final en 2017 permettra d'évaluer précisément l'impact de la sécheresse 2015 sous réserve de l'absence d'évènements hydrologiques et climatiques particuliers. De plus, ce suivi permettra d'entrevoir les effets positifs des travaux de restauration de la continuité écologique menés à l'échelle du territoire. Des précautions particulières devront être prises dans l'interprétation des différents suivis biologiques du contrat de rivières afin de faire la part des choses entre l'impact des phénomènes naturels et les conséquences des actions réalisées en faveur du milieu aquatique.

## BIBLIOGRAPHIE

- Adam, O., 2008. Impact des produits de traitement du bois sur les amphipodes *Gammarus pulex* et *Gammarus fossarum* : approches chimique, hydro-écologique et écotoxicologique.
- Arrignon, J., 2004. L'écrevisse et son élevage. 4<sup>ème</sup> édition, Tec et Doc, Collection Aquaculture – Pisciculture, Paris, 285p.
- Bacchi, M., 1994. Recherches sur la macrofaune benthique de la Haute Loue. Évolution des peuplements depuis 1973. (Mém. DESS Eaux Continentales, Univ. Fr. Comté, Besançon).
- Bellanger, J., 2006. Causes de raréfaction de l'écrevisse à pieds blancs – Pressions exercées sur les têtes de bassin versant.
- Changeux, T., 2003. Evolution de la répartition des écrevisses en France métropolitaine selon les enquêtes nationales menées par le CSP de 1977 à 2011. Copie modifiée de la note technique – Bull. Fr. Pêche Piscic. N°370-371, pages 15-41.
- Crisp, D.T., 1996. Environmental requirements of common riverine European salmonid fish species in fresh water with particular reference to physical and chemical aspects. *Hydrobiologia* 323, 201–221.
- Crouzet, P., 2005. Protection des ravins rhodaniens du PNR du Pilat : diagnostic et propositions d'actions par l'étude d'une espèce bioindicatrice : l'écrevisse à pieds blancs.
- Curt, T., Lucot, E., Bouchaud, M., 2001. Douglas-fir root biomass and rooting profile in relation to soils in a mid-elevation area (Beaujolais Mounts, France). *Plant and Soil* 233, 109–125.
- Dan Moore, R., Spittlehouse, D.L., Story, A., 2005. Riparian Microclimate and Stream Temperature Response to Forest Harvesting: A Review1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 41, 813–834.
- Decourcière, H., Degiorgi, F., 2000. Protocole d'analyse semi-quantitative des communautés benthiques: le MAG20. Teleos.
- Elliott, J.M., 1975. The growth rate of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on maximum rations. *J. Anim. Ecol.* 44, 805–821.
- Elliott, J.M., 2006. Critical periods in the life cycle and the effects of a severe spate vary markedly between four species of elm mid beetles in a small stream. *Freshwater Biology* 51, 1527–1542.
- Elliott, J.M., Hurley, M.A., Fryer, R.J., 1995. A New, Improved Growth Model for Brown Trout, *Salmo trutta*. *Functional Ecology* 9, 290.
- Favaro, L., Tirelli, T., Pessani, D., 2010. The role of water chemistry in the distribution of *Austropotamobius pallipes* (Crustacea Decapoda Astacidae) in Piedmont (Italy). *Comptes Rendus Biologies* 333, 68–75.
- Foster, J., 1995. Factors influencing the distribution and abundance of the crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) in Wales and the Marches, UK. *Freshwater crayfish* 8, 78–98.
- Grandjean, F., Cornuault, B., Archambault, S., Bramard, M., Otrebsky, G., 2000. Life history and population biology of the white-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes pallipes*, in a brook from the Poitou-Charentes region (France). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 55–70.
- Lagarrigue, T., Baran, P., Lascaux, J.M., Belaud, A., 2001. Analyse de la variabilité de la croissance d'une population de truite commune (*Salmo trutta*) dans un torrent Pyrénéen. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 573–594.
- Lerat, D., Paris, L., Baran, P., 2006. STATUT DE L'ÉCREVISSE À PATTES BLANCHES (*AUSTROPOTAMOBIOUS PALLIPES* LEREBoullet, 1858) EN BOURGOGNE : BILAN DE 5 ANNÉES DE PROSPECTION. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 867–882.
- Mora, C., Roche, P., 2001. Situation des populations d'écrevisses en Rhône-Alpes. CSP.
- Moret, L.-D., 1993. Influence de l'épicéa commun sur la morphologie et la biocénose des cours d'eau Vosgiens. Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt des Vosges.
- Naura, M., Robinson, M., 1998. Principles of using River Habitat Survey to predict the distribution of aquatic species: an example applied to the native white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 8, 515–527.

- Neveu, A., 2000. Étude des populations d'*Austropotamobius pallipes* (Crustacea, Astacidae) dans un ruisseau forestier de Normandie. I. Structures démographiques et croissance : stabilité et variabilité au cours de six années. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 71–98.
- Parmentier, E., 1994. Étude de la biocénose benthique du Dugeon – Application d'un nouveau protocole d'échantillonnage – Bilan de qualité habitacionnelle – Analyse biocénotique générique – Bilan de qualité faunistique. (Mémoire DUEHH, Lab. Hydrobiol. Univ. Fr. Comté).
- Peay, S., 2000. Guidance on works affecting white-clawed crayfish. *English Nature*.
- Reyjol, Y., Roqueplo, C., 2002. Répartition des écrevisses à pattes blanches, *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858) dans trois ruisseaux de Corrèze; observation particulière des juvéniles. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 741–759.
- Reynolds, J.D., 1998. Conservation management of the White-Clawed Crayfish (*Austropotamobius pallipes*). *Irish Wildlife Manuals* 1.
- Roqueplo, C., Amato, G., Arrignon, J., Attard, J., Chaisemartin, C., Chartier, L., Clement, J., Durecu, A., Daguerre de hureaux, N., Farges, G., Laurent, P.J., Vey, A., Vigneux, D., Vigneux, E., 1984. *Austropotamobius pallipes* ou l'écrevisse à pattes blanches. Etude de l'association Française de Limnologie.
- Shirmohammadi, A., Yoon, K.S., Magette, W.L., 1997. Water quality in mixed land-use watershed-Piedmont region in Maryland. *Transactions of the ASAE* 40, 1563–1572.
- Stefan, H.G., Preud'homme, E.B., 1993. Stream Temperature Estimation from Air Temperature1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 29, 27–45.
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., Usseglio-Polatera, P., 2010. Invertébrés d'eau douce. systématique, biologie, écologie, CNRS. ed. CNRS.
- Troschel, H.J., 1997. Distribution and ecology of *Austropotamobius pallipes* in Germany. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 639–647.
- Trouilhé, M.C., 2006. Etude biotique et abiotique de l'habitat préférentiel de l'écrevisse à pattes blanches (*Austropotamobius pallipes*) dans l'ouest de la France. Implications pour sa gestion et sa conservation.
- Trouilhé, M.-C., Souty-Grosset, C., Grandjean, F., Parinet, B., 2007. Physical and chemical water requirements of the white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes*) in western France. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 17, 520–538.

## ANNEXES

Espèce	Nom commun	Code
<i>Alburnus alburnus</i>	ablette	ABL
<i>Anguilla anguilla</i>	anguille	ANG
<i>Barbus barbus</i>	barbeau	BAF
<i>Barbus meridionalis</i>	barbeau méridional	BAM
<i>Blicca bjoerkna et Abramis brama</i>	brèmes	BBB
<i>Leuciscus souffia</i>	blageon	BLN
<i>Rhodeus amarus</i>	bouvière	BOU
<i>Esox lucius</i>	brochet	BRO
<i>Carassius sp.</i>	carassins	CAS
<i>Cyprinus carpio</i>	carpe	CCO
<i>Cottus gobio</i>	chabot	CHA
<i>Leuciscus cephalus</i>	chevaine	CHE
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	épinoche	EPI
<i>Pungitius pungitius</i>	épinochette	EPT
<i>Rutilus rutilus</i>	gardon	GAR
<i>Gobio gobio</i>	goujon	GOU
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	gremille	GRE
<i>Chondrostoma nasus</i>	hotu	HOT
<i>Barbatula barbatula</i>	loche franche	LOF
<i>Lota lota</i>	lote	LOT
<i>Lampetra planeri</i>	lamproie de Planer	LPP
<i>Thymallus thymallus</i>	ombre	OBR
<i>Ictalurus melas</i>	poisson chat	PCH
<i>Perca fluviatilis</i>	perche	PER
<i>Lepomis gibbosus</i>	perche soleil	PES
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	rotengle	ROT
<i>Stizostedion lucioperca</i>	sandre	SAN
<i>Salmo salar</i>	saumon	SAT
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	spirlin	SPI
<i>Tinca tinca</i>	tanche	TAN
<i>Chondrostoma toxostoma</i>	toxostome	TOX
<i>Salmo trutta fario</i>	truite	TRF
<i>Phoxinus phoxinus</i>	vairon	VAI
<i>Leuciscus leuciscus</i>	vandoise	VAN

**Annexe 1 : Code espèce**