

# Suivi technique des opérations de restauration des ripisylves

## Ruisseau des Vernottes à la Grande Verrière

Etat initial.

Département de Saône-et-Loire



Décembre 2015



Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique.  
123 rue de Barbentane- BP 99- SENNECE 71004 MACON Cedex

**Suivi technique des opérations  
de restauration des ripisylves**

**Ruisseau des Vernottes à la Grande Verrière**

**Etat initial.**

**Département de Saône-et-Loire**

**FEDERATION DE SAONE-ET-LOIRE POUR LA PECHE ET LA  
PROTECTION DU MILIEU AQUATIQUE**

**Chassignol Rémy – *Chargé d'études (Rapporteur)***

Maupoux Julien – *Chargé d'études*

Sicard Irénée – *Animateur pêche et environnement*

*la Garderie Fédérale*

Breton Thomas

Mercier Alain

Pageaux Didier

Vautrin Thierry

Travail réalisé avec le concours de l'A.A.P.P.M.A D'AUTUN

2015

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>6</b>
<b>Les travaux de restauration .....</b>	<b>7</b>
I. Le ruisseau des Vernottes .....	7
I. Les travaux de restauration des ripisylves sur le ruisseau des Vernottes .....	12
I.1. Détail des travaux entrepris.....	12
I.1.1. Délimitation de la zone d'emprise des travaux. ....	12
I.1.2. La clôture.....	14
I.1.3. Les abreuvoirs « gués » .....	14
I.1.4. Les protections des berges par génie écologique. ....	15
I.1.1. Les plantations.....	19
<b>METHODOLOGIE.....</b>	<b>20</b>
I. Analyse des variables météorologiques et hydrologiques .....	20
II. Suivi du métabolisme thermique.....	21
II.1. La température un élément prépondérant.....	21
II.2. Acquisition des données thermiques .....	22
II.3. Analyse des données thermiques .....	22
III. Protocole simplifié des mesures d'habitat .....	23
III.1. La notion d'habitat .....	23
III.2. Détermination des faciès d'écoulement.....	23
III.3. Approche de la valeur d'habitat pour les truites adultes .....	24
III.4. Détermination de la quantité d'abris .....	24
IV. Protocoles des inventaires et des analyses piscicoles .....	25
IV.1. Acquisition des données piscicoles .....	25
IV.3. Détail des analyses piscicoles .....	27
IV.3.1. Evaluation des peuplements réels.....	27
IV.3.2. Calcul de l'Indice Poissons Rivière .....	27
IV.3.3. Etude des populations de truites fario.....	28
<b>RESULTATS .....</b>	<b>29</b>
I. Caractéristiques hydrologiques et météorologiques.....	29
I.1. Caractéristiques des étés 2014, 2015.....	29
I.1.1. Caractéristiques hydrologiques .....	29
I.1.2. Caractéristiques météorologiques.....	30
I.1.3. Bilan des conditions d'étiage pendant la période d'étude.....	33
II. Caractéristique du métabolisme thermique du ruisseau des Vernottes.....	34
III. Caractéristique des habitats piscicoles. Potentialités salmonicoles .....	41
III.1. Les faciès d'écoulement .....	42
III.2. Abris disponible pour les truites .....	45
III.3. Granulométrie dominante .....	47
III.4. Valeur d'habitat pour les truites adultes à l'étiage .....	47
III.5. Dynamique de végétalisation du site au premier été après les travaux.....	48
IV. Caractéristiques piscicoles du ruisseau des Vernottes .....	53
IV.1.1. Les espèces présentes sur le ruisseau des Vernottes à la Grande Verrière. ....	53
IV.1.2. Biomasses, densités et abondances piscicoles sur le ruisseau des Vernottes à la Grande Verrière.....	56
IV.1.3. Indice poisson rivière.....	59
IV.1.4. Détail et caractéristiques des populations de truite fario sur le ruisseau des Vernottes à la Grande Verrière.....	60
<b>Discussion - Conclusion .....</b>	<b>62</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>64</b>

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. SCHEMA DE FASCINE. EXTRAIT : GUIDE DE PROTECTION DES BERGES DE COURS D'EAU EN TECHNIQUES VEGETALES – BERNARD LACHAT 1994.....	15
FIGURE 2. VARIATIONS HYDROLOGIQUES DE LA CELLE A LA CELLE EN MORVAN (POLROY) .....	29
FIGURE 3. ÉCART A LA MOYENNE ANNUELLE DE REFERENCE (1981-2010) DE L'INDICATEUR DE TEMPERATURE MOYENNE SUR LA FRANCE DE 1900 A 2015.....	31
FIGURE 4. ETES LES PLUS CHAUDS ET LES PLUS SECS .....	32
FIGURE 5. TEMPERATURES MAXIMALES OBSERVEES SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES ET D'AUTRES RIVIERES SALMONICOLES DU DEPARTEMENT DE SAONE-ET-LOIRE- ETES 2011, 2012, 2013 ET 2015. ....	35
FIGURE 6. AMPLITUDES THERMIQUES JOURNALIERES MAXIMALES OBSERVEES EN °C SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES ET D'AUTRES RIVIERES SALMONICOLES DU DEPARTEMENT DE SAONE-ET-LOIRE – ETES 2011, 2012, 2013 ET 2015 .....	36
FIGURE 7. EVOLUTION DES TEMPERATURES SUR 3 JOURS D'AMPLITUDE THERMIQUE TRES FORTE ET UNE JOURNEE REFERENCE D'AMPLITUDE THERMIQUE MOYENNE .....	37
FIGURE 8. EVOLUTION DES DENSITES DE TRUITE EN RELATION AVEC LA MOYENNE DES TEMPERATURES MOYENNES DES 30 JOURS CONSECUTIFS LES PLUS CHAUDS .....	40
FIGURE 9. CARACTERISTIQUE GENERALE DES FACIES D'ECOULEMENT SUR LA PARCELLE DU RUISSEAU DES VERNOTTES OU LES TRAVAUX DE RESTAURATION ONT ETE ENTREPRIS. ....	42
FIGURE 10. REPRESENTATIVITE DES FACIES D'ECOULEMENT (% DE SURFACE EN M <sup>2</sup> ) SUR LA PARCELLE DU RUISSEAU DES VERNOTTES OU LES TRAVAUX DE RESTAURATION ONT ETE ENTREPRIS.....	43
FIGURE 11. NATURE DES ABRIS DISPONIBLES POUR LES TRUITES DU RUISSEAU DES VERNOTTES (PARCELLE TRAVAUX).....	46
FIGURE 12. FRACTION GRANULOMETRIQUE DOMINANTE SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES (PARCELLE TRAVAUX).....	47
FIGURE 13. EVOLUTION DE LA BIOMASSE PISCICOLE TOTALE OBSERVEE SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES EN 2014 ET 2015 (PARCELLE TRAVAUX).....	56
FIGURE 14. COMPOSITION SPECIFIQUE DU PEUPEMENT EN BIOMASSE SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES (PARCELLE TRAVAUX).....	57
FIGURE 15. CLASSE D'ABONDANCE DES POISSONS SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES EN 2014 ET 2015 (PARCELLE TRAVAUX).....	58
FIGURE 16. LES ROLES DE LA RIPISYLVE (EXTRAIT GUIDE PROTECTION DES BERGES DE COURS D'EAU EN TECHNIQUES VEGETALES – BERNARD LACHAT 1994.....	62

LISTE DES TABLEAUX

<b>TABLEAU 1. VALEUR D'HABITAT TRUITE ADULTE EN POURCENTAGE PAR GROUPE DE FACIES .....</b>	<b>24</b>
<b>TABLEAU 2. METRIQUES ET VARIABLES ENVIRONNEMENTALES UTILISEES POUR LE CALCUL DE L'IPR.....</b>	<b>27</b>
<b>TABLEAU 3. CLASSES DE QUALITES DEFINIES PAR L'IPR .....</b>	<b>27</b>
<b>TABLEAU 4. LIMITES DES CLASSES DE DENSITE DE TRUITE FARIO POUR LE REFERENTIEL CSP DR6, 1978 : .....</b>	<b>28</b>
<b>TABLEAU 5. ELEMENT DE THERMIE GENERALE.....</b>	<b>34</b>
<b>TABLEAU 6. QUELQUES VALEURS D'AMPLITUDES THERMIQUES JOURNALIERES .....</b>	<b>36</b>
<b>TABLEAU 7. SEUIL DE STRESS PHYSIOLOGIQUE .....</b>	<b>39</b>
<b>TABLEAU 8. MOYENNES DES TEMPERATURES MOYENNES DES 30 JOURS CONSECUTIFS LES PLUS CHAUDS SUR QUELQUES COURS D'EAU DU DEPARTEMENT.....</b>	<b>40</b>
<b>TABLEAU 9. CONDITION DE DEVELOPPEMENT D'UNE POPULATION DE TRUITE FARIO SELON LA MOYENNE DES TEMPERATURES MOYENNES DES TRENTE JOURS CONSECUTIFS LES PLUS CHAUDS.....</b>	<b>40</b>
<b>TABLEAU 10. LISTE DES MESURES D'HABITAT EFFECTUEES LORS DE L'ETAT INITIAL SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES (PARCELLE TRAVAUX) .....</b>	<b>41</b>
<b>TABLEAU 11. POURCENTAGES D'ABRIS DISPONIBLES SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES (PARCELLE DES TRAVAUX).....</b>	<b>45</b>
<b>TABLEAU 12. TYPE D'ABRIS RENCONTRE SUR LA STATION A DEBIT MOYEN ET A DEBIT FAIBLE.....</b>	<b>45</b>
<b>TABLEAU 13. CLASSE DE QUALITE DES VALEURS D'ABRIS ET DE VHA ADULTE (BARAN ET AL., 1999) .....</b>	<b>47</b>
<b>TABLEAU 14. STATION DE PECHE ELECTRIQUE.....</b>	<b>53</b>
<b>TABLEAU 15. ESPECES ECHANTILLONNEES SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES .....</b>	<b>53</b>
<b>TABLEAU 16. STATUTS JURIDIQUES DES ESPECES PRESENTES SUR LES STATIONS D'ETUDE DU RUISSEAU DES VERNOTTES.....</b>	<b>54</b>
<b>TABLEAU 17. COMPOSITION SPECIFIQUE DU PEUPEMENT PISCICOLE DU RUISSEAU DES VERNOTTES EN 2014 ET 2015 SUR LA STATION DU SUIVI PISCICOLE.....</b>	<b>56</b>
<b>TABLEAU 18. NOTE D'INDICE POISSON RIVIERE (ANNEE 2014, 2015).....</b>	<b>59</b>
<b>TABLEAU 19. CLASSES DE QUALITES DEFINIES PAR L'IPR.....</b>	<b>59</b>
<b>TABLEAU 20. CLASSE D'ABONDANCE DE TRUITE FARIO SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES(REFERENTIEL CSP DR 6) .....</b>	<b>60</b>
<b>TABLEAU 21. RAPPEL : LIMITES DES CLASSES DE DENSITE DE TRUITE FARIO POUR LE REFERENTIEL CSP DR6, 1978 :.....</b>	<b>60</b>

LISTE DES CARTES

**CARTE 1. LOCALISATION DU RUISSEAU DES VERNOTTES AU SEIN DU DEPARTEMENT DE SAONE-ET-LOIRE..... 7**

**CARTE 2. LOCALISATION PRECISE DU RUISSEAU DES VERNOTTES ..... 8**

**CARTE 3. BASSIN DU MECHET ..... 8**

**CARTE 4. DIAGNOSTIC DE L'IMPORTANCE DU PIETINEMENT SUR LES RIVIERES DU BASSIN DU MECHET – SECTEUR LA GRANDE VERRIERE..... 9**

**CARTE 5. PLAN DES TRAVAUX..... 13**

**CARTE 6. DISTRIBUTION DES FACIES D'ECOULEMENT SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES (PARCELLE TRAVAUX) – DEBUT ETE 2015 ..... 44**

**CARTE 7. DYNAMIQUE DE VEGETALISATION DU SITE AU PREMIER ETE (MESURE DU 17 JUILLET 2015) ..... 50**

---

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

<b>PHOTOGRAPHIE 1.</b>	<b>DYNAMIQUE DU RUISSEAU DES VERNOTTES .....</b>	<b>10</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 2.</b>	<b>ABSENCE DE VEGETATION ET EROSION SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES .....</b>	<b>10</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 3.</b>	<b>EROSION SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES .....</b>	<b>11</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 4.</b>	<b>ABSENCE DE RIPISYLVE SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES.....</b>	<b>11</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 6. PREALABLE.</b>	<b>TYPE D'ENCOCHE D'EROSION QUI NE PEUT ETRE VEGETALISEE SANS UNE STABILISATION 16</b>	
<b>PHOTOGRAPHIE 8.</b>	<b>BERGE ERODEE N°2 AVANT TRAITEMENT.....</b>	<b>17</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 9.</b>	<b>BERGE ERODEE N°2 APRES TRAITEMENT.....</b>	<b>17</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 10.</b>	<b>BERGE ERODEE N°3 AVANT TRAITEMENT .....</b>	<b>18</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 11.</b>	<b>BERGE ERODEE N°4 APRES TRAVAUX.....</b>	<b>18</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 12.</b>	<b>BERGE ERODEE N°4 AVANT TRAITEMENT .....</b>	<b>19</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 13.</b>	<b>BERGE ERODEE N°4 APRES TRAITEMENT.....</b>	<b>19</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 14.</b>	<b>OPERATION DE PECHE ELECTRIQUE .....</b>	<b>25</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 15.</b>	<b>OPERATION DE PECHE ELECTRIQUE .....</b>	<b>26</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 16.</b>	<b>BIOMETRIE SUR UNE TRUITE FARIO .....</b>	<b>26</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 17.</b>	<b>PARCELLE AUX BERGES PIETINEES.....</b>	<b>48</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 18.</b>	<b>JEUNES POUSSES D'AULNES.....</b>	<b>49</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 19.</b>	<b>JEUNES POUSSES D'AULNES.....</b>	<b>49</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 20.</b>	<b>VEGETATION HELOPHYTIQUE ET DEPOT SEDIMENTAIRE.....</b>	<b>51</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 21.</b>	<b>VEGETATION HELOPHYTIQUE.....</b>	<b>51</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 22.</b>	<b>LE RUISSEAU APRES RESTAURATION.....</b>	<b>52</b>
<b>PHOTOGRAPHIE 23.</b>	<b>: ILLUSTRATION DES 6 ESPECES PISCICOLES RESIDENTES SUR LE RUISSEAU DES VERNOTTES A LA GRANDE VERRIERE.....</b>	<b>55</b>

## INTRODUCTION

Sur les têtes de bassins versants, dans les secteurs où l'élevage bovin est bien développé, la végétation rivulaire a très souvent été supprimée. Les petits cours d'eau qui s'écoulent en milieu de prairie sont alors devenus très vulnérables. Piétinés par le bétail et dépourvus de ripisylve, ces petits milieux aquatiques ont connu une dégradation généralisée (eau et habitat).

La ripisylve est une composante qui structure fortement les milieux aquatiques, ses rôles sont multiples. Elle joue tout d'abord le rôle de protection thermique, facteur primordial sur les cours d'eau de tête de bassin. Mais les boisements de berges ont bien d'autres fonctionnalités. Ces derniers fournissent une grande quantité d'abris (systèmes racinaires et encombres) essentiels à la faune aquatique et notamment à la faune piscicole. Ils garantissent également le maintien des berges ce qui permet la présence de sous-berge, constituant des zones refuges supplémentaires. Ils représentent par ailleurs une ressource trophique pour de nombreux invertébrés et par conséquent pour les poissons qui s'en nourrissent (litière, bois mort). Enfin la végétation rivulaire joue un rôle important d'autoépuration de l'eau piégeant et assimilant les matières fines et matières polluantes provenant des versants ; autant de points positifs pour la qualité de l'eau.

L'absence de ripisylve est aussi étroitement liée à l'absence de clôture en bordure des ruisseaux. Bovins et autres animaux d'élevage broutent alors toutes les jeunes pousses se développant sur les berges. De plus la stagnation des animaux sur les berges et dans le lit du cours d'eau entraîne un piétinement fort duquel découle tout en ensemble de problématique : réduction du potentiel d'accueil par destruction des habitats de sous-berge et du lit, apport excédentaire et colmatage des substrats naturels...

Dans ce contexte, la Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique a souhaité s'inscrire dans une démarche de restauration des ripisylves sur certains ruisseaux de tête de bassin du secteur Morvan.

Ainsi, sur le ruisseau des Vernottes, commune de la Grande Verrière, 500 mètres linéaires de berge ont été restaurés à l'automne 2014. Les travaux ont consisté en la pose d'une clôture, la plantation d'une quarantaine d'arbres et la stabilisation de certaines berges très érodées au moyen des techniques végétales.

Ces travaux réalisés, il était important de prévoir un suivi technique pour mesurer et quantifier les évolutions physiques et biologiques du site.

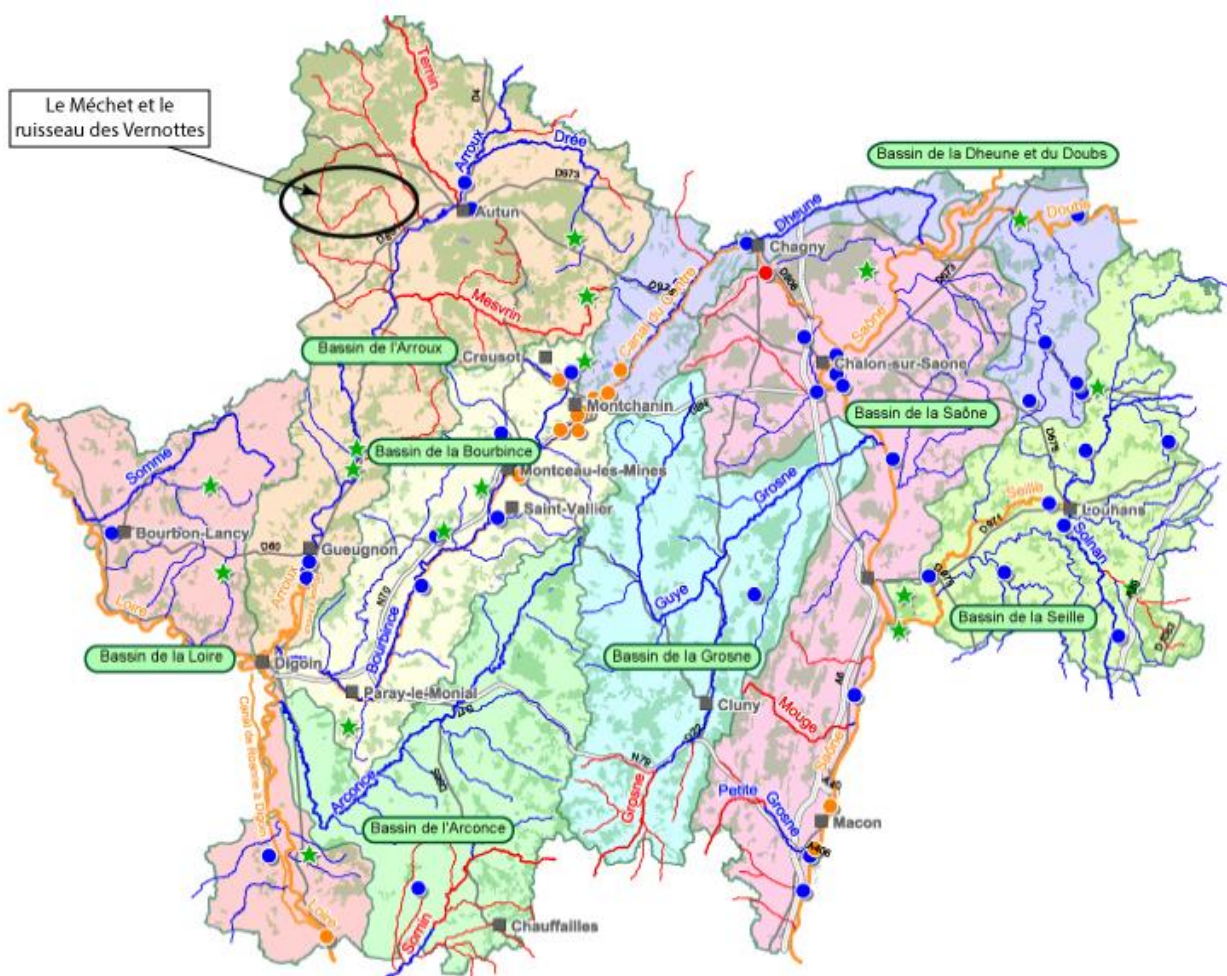
En caractérisant, l'évolution des quantités d'abris, des faciès d'écoulement, de la température et des populations piscicoles sur les portions où la Fédération a entrepris des travaux de restauration de la ripisylve, nous espérons ainsi sensibiliser les riverains, les pêcheurs, les exploitants agricoles et les autres usagers sur l'intérêt de revoir les arbres s'implanter plus massivement sur les berges de cours d'eau.

Le présent rapport constitue l'état initial du suivi technique des opérations de restauration des ripisylves sur le ruisseau des Vernottes à la Grande Verrière.



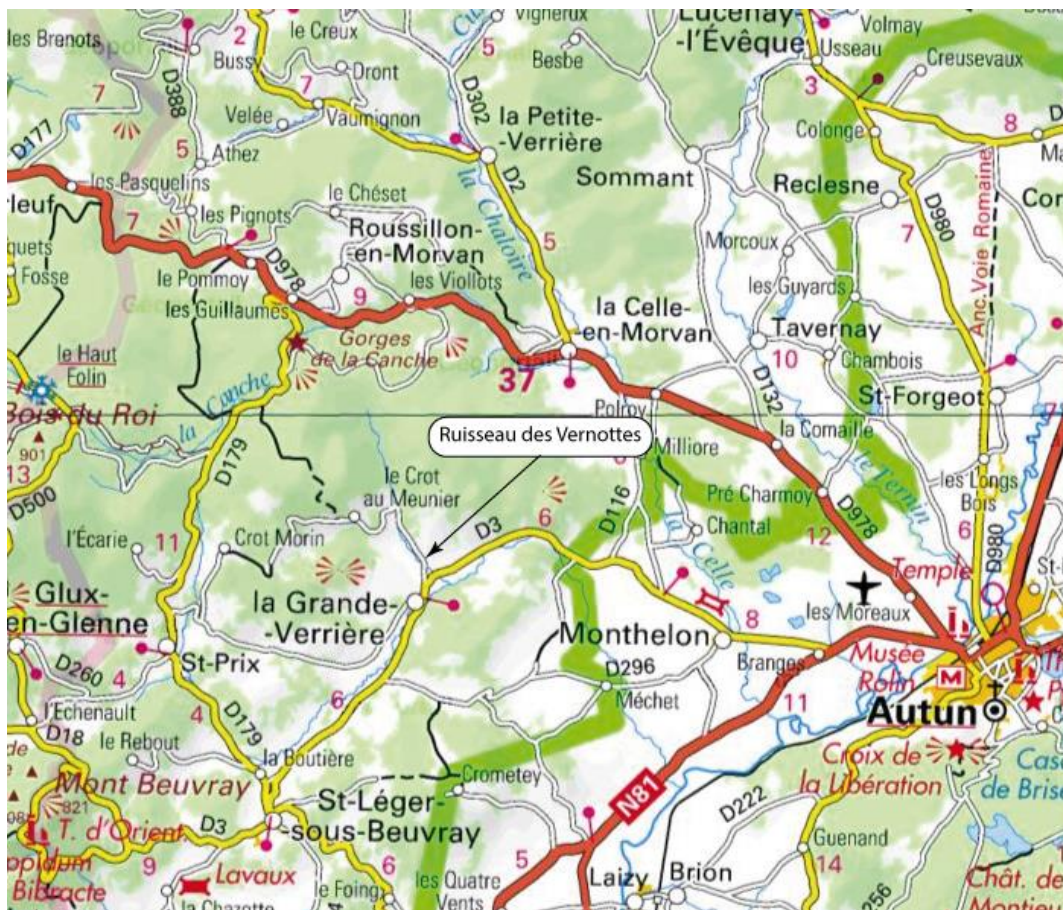
## I. Le ruisseau des Vernottes

Le Ruisseau des Vernottes est un affluent du Méchet. Situé en rive gauche, il conflue avec le Méchet légèrement en aval de la Grande Verrière.



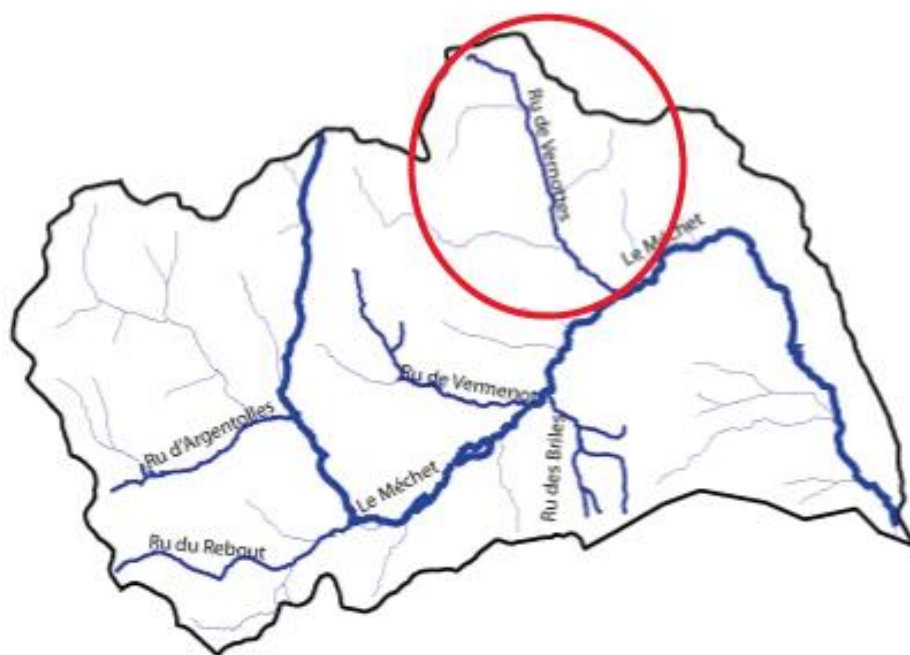
Carte 1. Localisation du ruisseau des Vernottes au sein du département de Saône-et-Loire

Le ruisseau prend sa source à 640 mètres d'altitude au lieu-dit Fontaine sauvage dans le massif du Haut Folin. D'une longueur de 5 560 mètres, le cours d'eau prend naissance et s'écoule sur ces premiers linéaires au milieu d'un grand massif boisé. Par la suite le cours d'eau traverse des prairies pâturées jusqu'à sa confluence avec le Méchet sur la commune de la Grande Verrière.



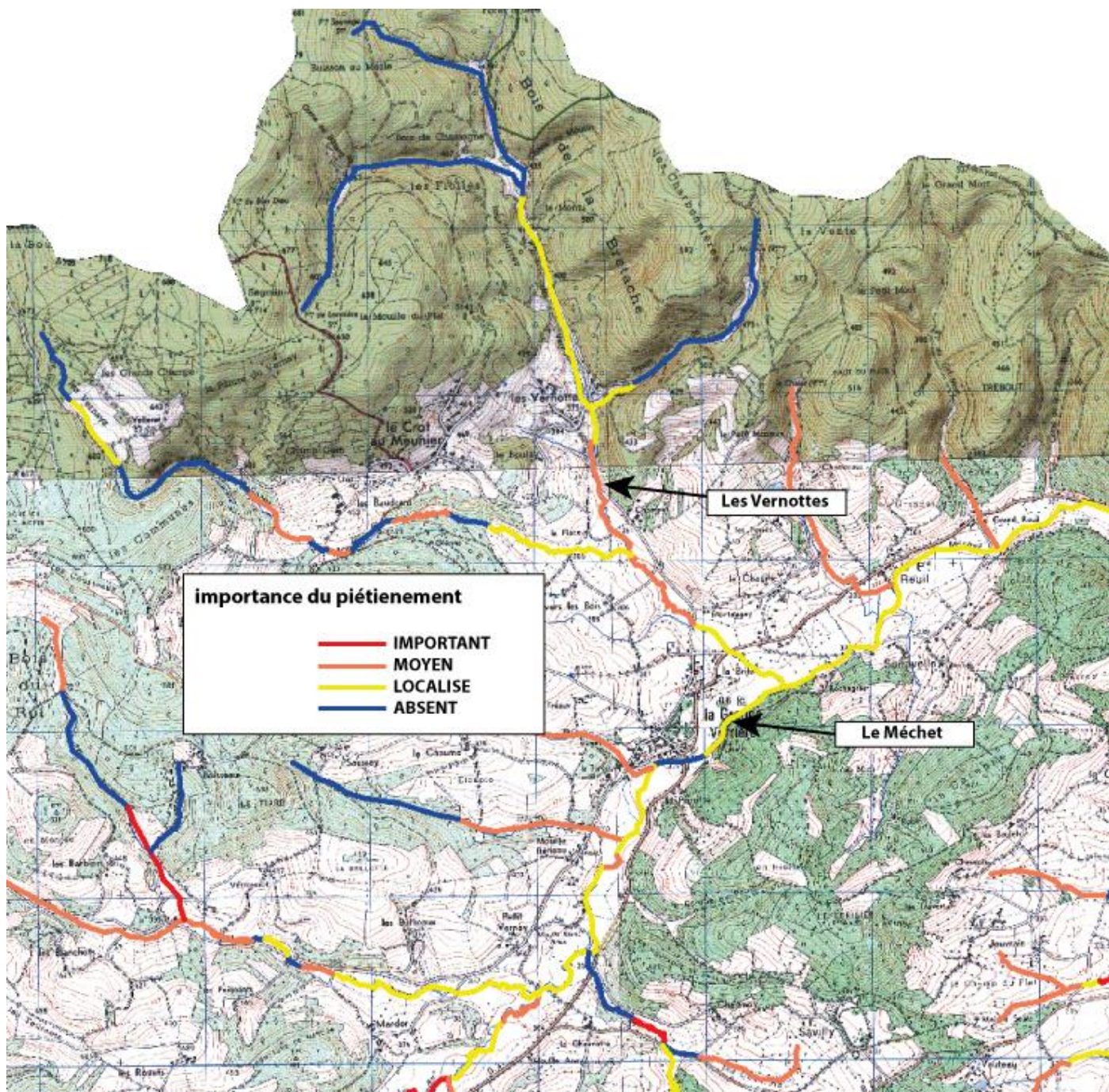
Carte 2. Localisation précise du ruisseau des Vernottes

Ce ruisseau, de 1<sup>ère</sup> catégorie piscicole dont une partie du droit de pêche est gérée par l'AAPPMA d'Autun, présente des caractéristiques piscicoles de tout premier plan. Des inventaires piscicoles entrepris dans le courant de l'automne 2002, avaient témoigné de la présence du chabot et de la truite fario sur le ruisseau.



Carte 3. Bassin du Méchet

Ce tributaire du Méchet n'est cependant pas épargné par les problématiques d'absence de végétation rivulaire, de piétinement et d'érosion de ses berges.



Carte 4. Diagnostic de l'importance du piétinement sur les rivières du bassin du Méchet – secteur la Grande Verrière

Selon, les premiers travaux d'expertises du Parc du Morvan l'importance du piétinement le long des berges du ruisseau des Vernottes est « localisé et modéré » (Cf. carte ci-dessus).

Mais si l'importance du piétinement reste moyen sur le ruisseau des Vernottes, l'absence de végétation rivulaire est constatée sur une très grande partie du linéaire aval du ruisseau.



Photographie 1. *Dynamique du ruisseau des Vernottes*



Photographie 2. *Absence de végétation et érosion sur le ruisseau des Vernottes*



Photographie 3. *Erosion sur le ruisseau des Vernottes*

Comme en témoignent les photos, le manque de ripisylve et la forte dynamique du ruisseau ont contribué à l'enfoncement et la grande mobilité du lit et à la formation de grandes encoches d'érosion.

En raison de la présence d'espèces piscicoles patrimoniales (truite fario, chabot), contraintes dans leur développement par l'absence généralisée de ripisylve, le ruisseau des Vernottes a été considéré comme un milieu à enjeux forts sur lequel des travaux pourraient améliorer considérablement les fonctionnalités piscicoles.



Photographie 4. *Absence de ripisylve sur le ruisseau des Vernottes*

# I. Les travaux de restauration des ripisylves sur le ruisseau des Vernottes

Lorsque Monsieur Garnier, propriétaire de parcelles riveraines le long du ruisseau des Vernottes à la Grande Verrière, a fait part de son souhait de revoir les berges du ruisseau colonisées par des arbres, la Fédération a saisi l'opportunité et s'est positionné comme maître d'ouvrage de travaux de restauration de ripisylve.

Ces travaux de restauration de berge étaient inscrits au contrat territorial Sud Morvan porté par le Parc Naturel Régional du Morvan. Ils ont été portés à connaissance de Monsieur Garnier lors d'une Déclaration d'Intérêt Générale.

Bien plus que les problèmes de thermie, d'habitat piscicole et de ressource trophique liés à l'absence de ripisylve, Monsieur Garnier souhaitait pouvoir stabiliser le lit de la rivière et limiter les érosions grâce à la reconstitution d'un boisement de berge.

La reconstitution de la végétation rivulaire ayant bien d'autres intérêts, il nous a semblé bon d'accompagner Monsieur Garnier dans sa démarche et d'orienter les travaux pour améliorer les qualités écologiques du ruisseau.

Pour restaurer la ripisylve du ruisseau des Vernottes, différentes solutions techniques ont été engagées conjointement.

- **Il a d'abord été nécessaire de protéger les berges du cours d'eau par la pose d'une clôture amovible** (clôture électrique). Placée de 1,50 à 2 mètres de la berge, cette clôture doit permettre de limiter les piétinements bovins mais aussi de favoriser la repousse de la végétation arborée en berge (ripisylve). Le cours d'eau présentant une forte dynamique, la clôture électrique présente l'avantage de pouvoir être réajustée selon les contraintes imposées par le ruisseau (à savoir sa mobilité).
- **Il a ensuite été important de prévoir pour le bétail des accès à la rivière et un point de franchissement par l'aménagement d'un abreuvoir « gué »** dans la zone clôturée. (voir plan des travaux).
- **En complément, il a été proposé un traitement des érosions de berge** par des techniques de génie végétal. Ces techniques doivent permettre d'une part de stopper les fortes incisions dans la berge et d'autre part de favoriser le développement d'une ripisylve dense. Ces mesures apportent aussi une certaine garantie dans la pérennité des travaux (emplacement de la clôture) en limitant la mobilité du cours d'eau.
- **Enfin quelques plantations d'espèces d'arbres** adaptées aux berges des cours d'eau et ruisseaux du Morvan ont été réalisées. Aulnes et saules ont aussi été implantés sur les berges du ruisseau.

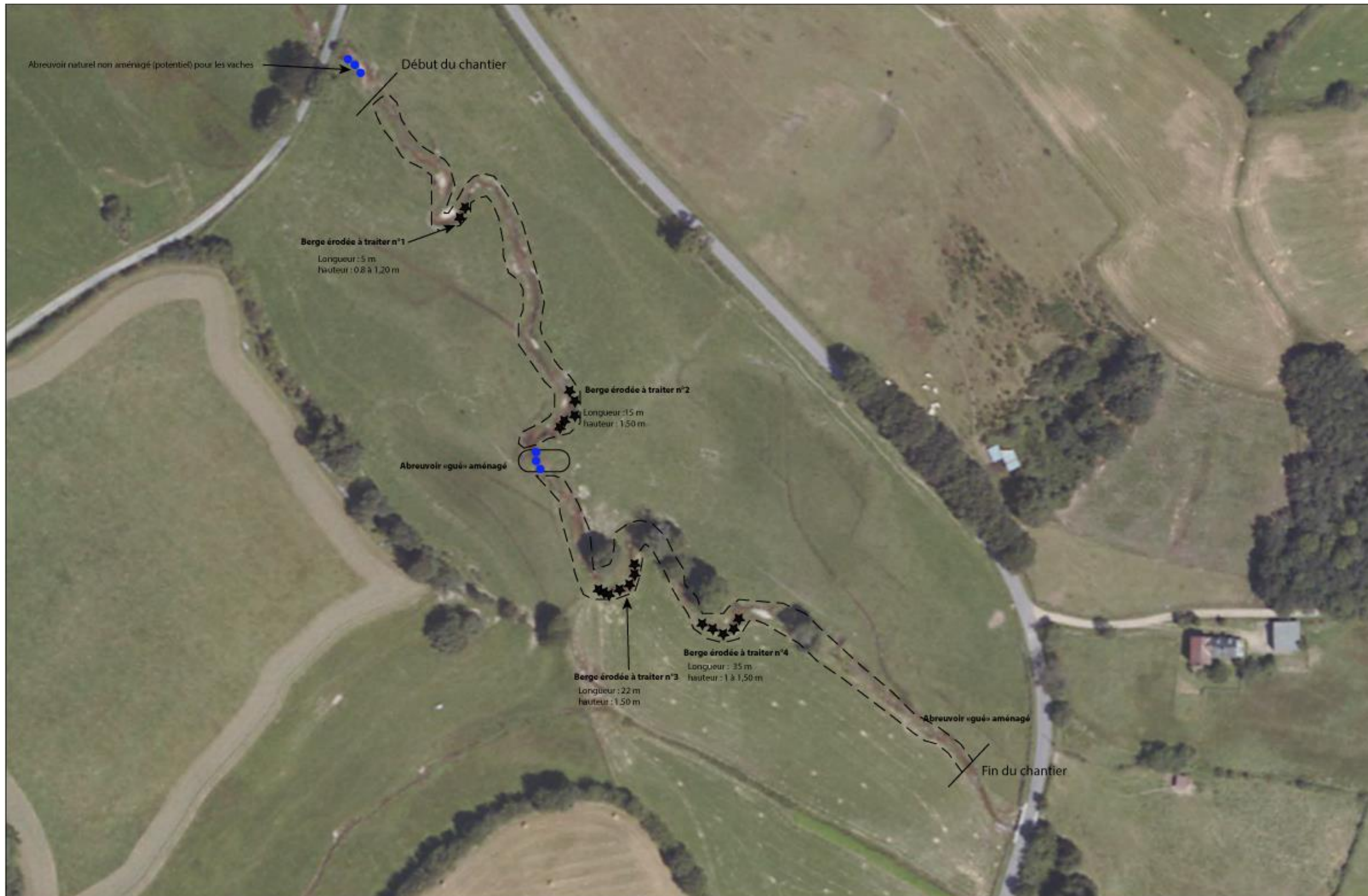
## I.1. Détail des travaux entrepris

### I.1.1. *Délimitation de la zone d'emprise des travaux.*

Sur la portion amont de la zone de travaux, il a été prévu de faire débiter la mise en défens des berges du cours d'eau une vingtaine de mètres après le busage situé sous la route (Cf. plan des travaux) ; ceci afin de permettre un entretien éventuel de la haie depuis le pré et de faciliter l'accès au busage. Cette disposition doit aussi pouvoir permettre aux vaches de venir s'abreuver en rive droite en aval immédiat des buses (abreuvoir naturel).

Sur la portion aval des parcelles, il a été convenu avec le propriétaire M Garnier que les 50 derniers mètres soient dépourvus de clôtures (Cf. plan des travaux).

**Ainsi délimitée, la zone de travaux présente un linéaire d'environ 432 mètres.**



Carte 5. Plan des travaux

### I.1.2. La clôture.

Le ruisseau des Vernottes est caractérisé par une forte dynamique. Les érosions sont profondes et marquées et le ruisseau semble avoir la capacité de se déplacer assez rapidement.

Pour faire face à cette capacité d'érosion et à cette forte mobilité, il s'est avéré préférable de s'orienter vers une clôture amovible de type clôture électrique. Plus facilement adaptable, cette clôture pourra être déplacée au besoin selon la dynamique du ruisseau.

Avec le temps, l'implantation de la ripisylve permettra de stabiliser le lit en contraignant les processus d'érosions.

La clôture a été placée au minimum à 1,5 mètre de la berge. En certain secteur, elle a été disposée à plus de 2 mètres de la berge afin de garantir une reprise optimale de la végétation rivulaire et de protéger au maximum les plantations.

La longueur de clôture est d'environ 420 mètres par linéaire de berge soit 840 mètres au total.

### I.1.3. Les abreuvoirs « gués »

Afin de permettre aux bovins de venir s'abreuver et de pouvoir traverser le cours d'eau pour accéder aux deux parcelles riveraines, un abreuvoir gué (Cf. plan des travaux) a été aménagé en milieu de parcelle.



Photographie 5. Abreuvoir gué réalisé sur la parcelle



#### I.1.4. Les protections des berges par génie écologique.

Il subsistait en 4 endroits des encoches d'érosion qu'il était possible de stabiliser avec des techniques de génie végétale.

Ces techniques présentaient le double avantage de contenir le ruisseau tout en permettant la végétalisation de ses berges.

Il était difficile d'envisager une reprise de la végétation au droit de ces encoches. Le lit était très encaissé (berge de plus d'un mètre de hauteur) et les racines risquaient de ne pas se développer suffisamment rapidement (risque fort de déstabilisation de la berge malgré d'éventuelles plantations).

Ce pourquoi, ces 4 linéaires de berges très fortement érodées et abruptes ont été retravaillées et stabilisées avec du génie végétale selon la technique du fasciné décrite dans le schéma ci-dessous

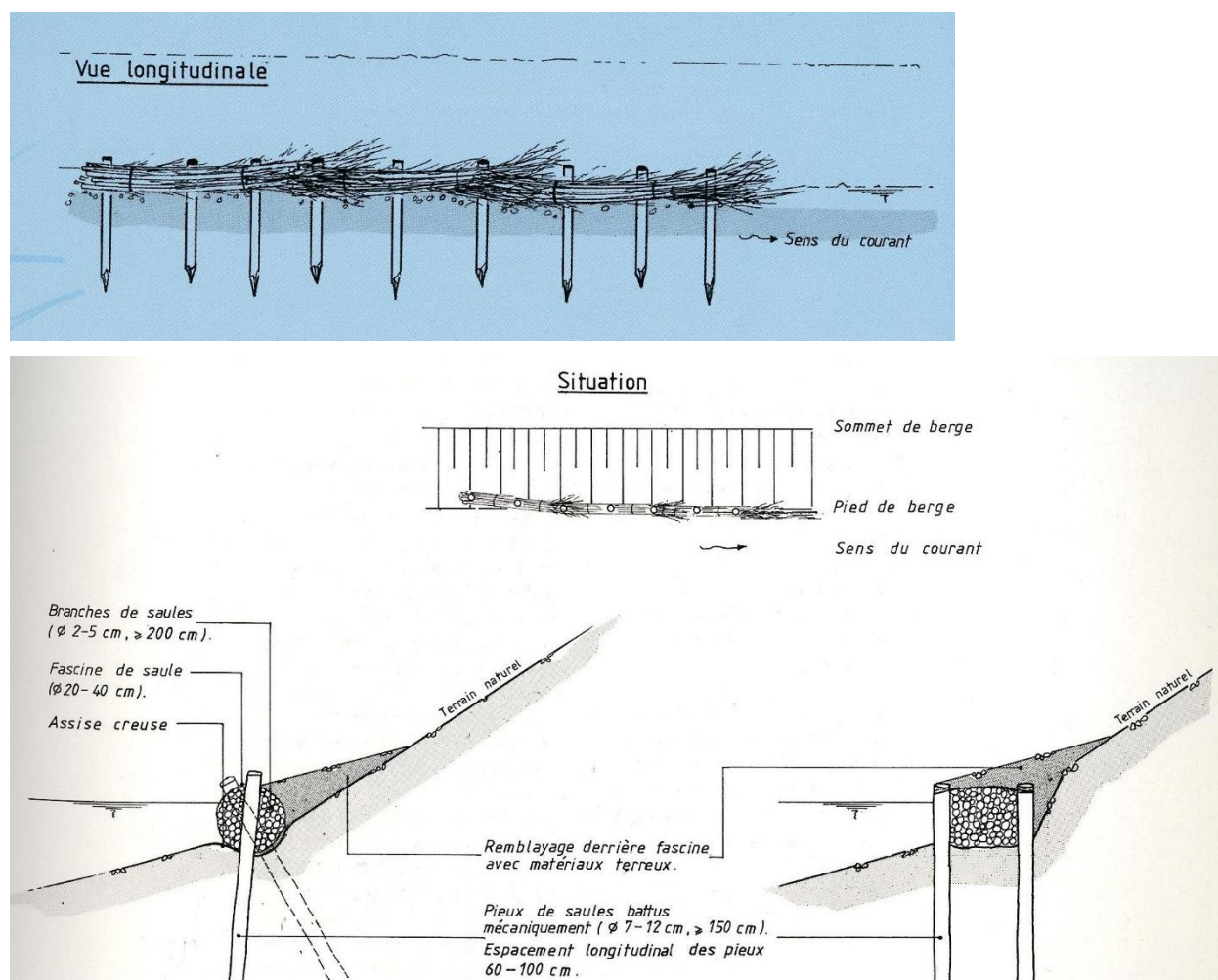


Figure 1. Schéma de fasciné. Extrait : Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales – Bernard Lachat 1994.



Photographie 6. *Type d'encoche d'érosion qui ne peut être végétalisée sans une stabilisation préalable.*

**Encoche d'érosion n°1** (voir IV plan des travaux préconisés)



Photographie 7. *Berge érodée n°1 avant traitement*

**Encoche d'érosion n°2** (voir IV plan des travaux préconisés)



Photographie 8. *Berge érodée n°2 avant traitement*



Photographie 9. *Berge érodée n°2 après traitement*

***Encoche d'érosion n°3*** (voir IV plan des travaux préconisés)



Photographie 10. *Berge érodée n°3 avant traitement*



Photographie 11. *Berge érodée n°4 après travaux*

**Encoche d'érosion n°4** (voir IV plan des travaux préconisés)



Photographie 12. *Berge érodée n°4 avant traitement*



Photographie 13. *Berge érodée n°4 après traitement*

**I.1.1. Les plantations.**

Une trentaine d'aulnes est venu compléter les mesures commentées ci-dessus.

## METHODOLOGIE

Le protocole du suivi technique repose sur l'acquisition de données « physiques » et biologiques afin de bien caractériser l'évolution du ruisseau après arrêt des piétinements par les bovins et implantation d'une ripisylve fonctionnelle ; l'objectif étant de caractériser l'évolution de l'habitat piscicole, de la thermie et des peuplements de poissons sur plusieurs années.

Ainsi des campagnes de mesures comprenant : des pêches électriques, un suivi thermique, et une caractérisation des faciès d'écoulement de la granulométrie et des abris (mesure d'habitat piscicole au sens large) ont été entreprises.

Ces mesures ont été effectuées sur le site restauré au cours de l'année 2014 avant la réalisation des travaux et dans l'année 2015 après réalisation des travaux, mais alors que la ripisylve ne s'était pas encore développée complètement et que la morphologie du cours d'eau n'avait pas encore évolué.

Les travaux de mis en défens de berge associés à des plantations de jeunes arbres engendrent des transformations du milieu mais ces dernières mettent quelques années avant d'être complètement observées.

Aussi les mesures réalisées avant travaux, au début de l'automne 2014, et 6 à 8 mois après travaux (avril à juillet 2015) peuvent être considérées comme satisfaisante pour caractériser l'état initial du ruisseau.

Il avait été pensé initialement de travailler en plus sur deux sites test : un situé en amont immédiat où le ruisseau est piétiné et un situé en aval où la ripisylve est encore bien présente.

Au final, il nous a semblé plus opportun (dans un premier temps) de se concentrer et d'affiner les travaux de mesure sur le site restauré ; l'essentiel étant de caractériser l'évolution physique du site au droit des travaux.

Néanmoins, les résultats (thermie, piscicole, habitat) ont été comparés à des valeurs de références (nationales et départementales)

### I. Analyse des variables météorologiques et hydrologiques

Les événements climatiques et l'hydrologie des rivières doivent être étudiés pour éviter tout biais d'analyse et interprétations erronées.

En effet ces événements structurent fortement les peuplements piscicoles ; principalement lors de l'étiage estival, une des périodes les plus contraignantes pour la faune aquatique.

Les étiages sévères sont donc fortement limitants pour la faune piscicole et plus particulièrement pour la truite fario, espèce cible du ruisseau des Vernottes.

Ils entraînent une réduction des espaces habitables, une concentration accrue des substances polluantes et toxiques (réduction de la dilution) et favorisent les élévations de température très néfastes à la truite fario, espèce sténotherme d'eau froide.

Aussi les données météorologiques et hydrologiques des étés 2014, et 2015 ont été étudiées. Même s'il nous a été possible de réaliser quelques mesures ponctuelles de débit, nous n'avons pas de chronique complète sur le ruisseau des Vernottes, le ruisseau ne disposant pas de station de mesures de débit.

Nous avons donc été contraints d'utiliser les mesures de débits d'une rivière toute proche : la rivière Celle dont le bassin est voisin. Ceci apporte un ordre d'idée sur l'importance des débits sur le secteur au cours des étés 2014 et 2015.

## II. Suivi du métabolisme thermique

### II.1. La température un élément prépondérant

Élément prépondérant de la répartition des espèces piscicoles, la température de l'eau doit être finement étudiée pour délimiter les zones de vie de chaque espèce. La température joue en effet un rôle fondamental sur la dynamique des populations puisque chaque espèce piscicole et chaque stade de développement (œufs, larves, juvéniles, adultes) possèdent un optimum thermique propre.

La température de l'eau des cours d'eau dépend de plusieurs facteurs : les conditions atmosphériques, les échanges au niveau du lit mineur, le débit, la topographie (voir synthèse bibliographique de CAISSIE, 2006). En général, les échanges air/eau représentent l'essentiel des transferts de chaleur, tandis que les apports d'eau souterraine influencent la thermie des cours d'eau de façon plus marginale. Les variations de débit, en augmentant ou en diminuant les temps de transferts et la capacité de réchauffement des volumes d'eau, peuvent avoir une influence significative sur la température de l'eau. La topographie, incluant **les aspects d'ombrage et de ripisylve**, est un paramètre important car il régule l'influence des conditions atmosphériques d'une part, et d'autre part c'est un facteur directement sous contrôle de l'occupation des sols. **Après des coupes de ripisylve, diverses études ont montré des augmentations de températures sur les cours d'eau suivis durant les périodes chaudes de l'ordre de 5 à 8°C. Ces coupes concernaient parfois des tronçons de moins de 1,3 km (HOSTETLER, 1991, in CAISSIE *et al.*, 2001). Ces différents travaux ont révélé que les temps nécessaires aux rivières pour récupérer leur régime thermique initial pouvaient être de l'ordre de 5 à 15 ans, suivant les vitesses de reconstitution de la ripisylve.** L'impact des ouvrages transversaux et des plans d'eau sur le réchauffement des cours d'eau est également à prendre en considération. En effet, l'étalement de la lame d'eau, le ralentissement des écoulements, le déficit hydrologique induit par l'évaporation accrue et le prélèvement sont des facteurs de bouleversement thermique

La truite fario, espèce cible du ruisseau de Vernottes, a des exigences très strictes vis-à-vis de ce paramètre physique des eaux. Pour cette espèce sténotherme d'eaux froides, les dangers sont liés essentiellement à une élévation des températures estivales. Le préférendum thermique de la truite s'étend de 4 à 19°C. Au-delà, la truite ne s'alimente plus, elle est en état de stress physiologique. A partir de 25°C, le seuil léthal est atteint (ce seuil peut être inférieur si la qualité d'eau est altérée).

Au-delà de l'échelle individuelle, les valeurs influençant la réponse globale à long terme des populations de truites communes en milieu naturel sont à évaluer sur des périodes plus longues via le calcul de la moyenne des températures moyennes journalières sur les 30 jours consécutifs les plus chauds ( $T_{m30j \max}$ ). Sur cette base la limite des 17,5-18°C influencerait en particulier le stade juvénile de l'année ou 0+ (mécanismes de mortalité, alimentation, croissance ; Elliot, 1995, Elliot et Hurley, 1998, Baran *et al.*, 1999, Baran et Delacoste, 2005, in Faure et Grès, 2008). En effet, suivant les études d'Elliot, auteur anglo-saxon ayant beaucoup travaillé sur le métabolisme des truites fario en relation avec les facteurs externes dont la thermie, il apparaîtrait que les truitelles 0+ ont une forte sensibilité au régime thermique des cours d'eau en été dès lors que la  $T_{moy30j \max}$  atteint le seuil de 17,5-18°C. A partir de ce seuil, le rendement énergétique est défavorable et l'énergie apportée par l'alimentation est plus faible que celle utilisée pour la capture de ses proies. Ce phénomène induit un amaigrissement des individus ainsi que des mortalités progressives et continues et des dévalaisons potentielles vers des milieux encore moins favorables.

Les poissons plus âgés (1+, 2+ et au-delà) seraient plus robustes et résilients vis-à-vis de la thermie en raison de la relation inversement proportionnelle entre la sensibilité au réchauffement du poisson et son rapport volume/surface.

La température a également un effet indirect sur d'autres paramètres physico-chimiques (oxygénation ...), sur les invertébrés benthiques et sur les agents pathogènes (INTERREG III, 2006).

## II.2. Acquisition des données thermiques

Dans l'été 2015, un enregistreur thermique a été disposé sur le ruisseau de Vernottes dans la parcelle qui a fait l'objet des travaux de restauration de la ripisylve. Cet appareil de type HOBO UA-001-64 a été immergé dans une zone calme et profonde (fosse), à l'abri des rayons directs du soleil. La température a été prise avec un pas de temps d'une heure sur une période s'étalant du mois de juin à septembre, période à laquelle les conditions thermiques sont les plus défavorables à la truite. A ce stade du suivi, seule l'année 2015 a fait l'objet de mesures de thermie. Par la suite si le suivi devait se poursuivre, il serait important de compléter l'analyse des régimes thermiques du ruisseau des Vernottes en plaçant plusieurs sondes sur le bassin (des sources en zone boisée sur les linéaires en prairie) ; ceci afin de mieux appréhender le métabolisme thermique du ruisseau.

## II.3. Analyse des données thermiques

Les données récupérées par l'enregistreur thermique ont tout d'abord été vérifiées. En effet, pour des raisons d'ensablements ou de mise hors d'eau, les valeurs enregistrées peuvent être anormales et non représentatives de la température de l'eau de la rivière.

Après la phase de validation, les données brutes ont été analysées afin de calculer différentes valeurs de référence (seuil biologique de développement de la truite fario) :

### Thermie générale :

- **Ti min** : température instantanée minimale
- **Ti max** : température instantanée maximale
- **Ajmax Ti** : amplitude thermique journalière maximale
- **Tmp** : température moyenne de la période

### Préférence thermique de la truite

- **% Tmj 4-19** : pourcentage de jours durant lesquels la température est comprise entre 4 et 19°C (préférence thermique de la truite)
- **Tm 30j max** : température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds.

### Stress physiologique de la truite fario (arrêt alimentation)

- **% Tmj>19** : pourcentage de jours où la température moyenne journalière est supérieure à 19°C
- **Nb Ti > 19** : nombre d'heures total où la température instantanée est supérieure à 19°C
- **Nb sq Ti>19** : nombre de séquences durant lesquelles les températures restent supérieures à 19°C
- **Nbmax Ti csf>19** : nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les températures restent supérieures à 19°C.

### Seuil létal de la truite fario

- **Nb Ti ≥ 25** : nombre d'heures total où la température instantanée est supérieure ou égale à 25°C
- **Nb sq Ti≥25** : nombre de séquences durant lesquelles les températures restent supérieures ou égale à 25°C
- **Nbmax Ti csf≥19** : nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les températures restent supérieures ou égale à 25°C

A titre de comparaison, les valeurs mesurées sur les Vernottes ont été comparées à certaines de celle obtenues sur le suivi thermique estival de la Fédération.



## III. Protocole simplifié des mesures d'habitat

### III.1. La notion d'habitat

Dans un cours d'eau, sur un secteur donné, la qualité d'un peuplement piscicole est directement dépendante du niveau trophique, de la qualité de l'eau, mais aussi de l'habitat physique dans lequel les poissons peuvent évoluer.

A l'échelle d'une « petite » portion de cours d'eau (séquence, station...) l'habitat physique, encore appelé habitat piscicole, est décrit par la combinaison de trois facteurs : la hauteur d'eau, la vitesse des courants et les substrats.

A qualité d'eau et niveau trophique égaux, les capacités piscicoles d'un site d'eau courante, tel que le ruisseau des Vernottes, sont déterminées par la diversité et la qualité des combinaisons de hauteur d'eau, de vitesse de courant et de substrat. (CSP 1994 – TELEOS 2000 – TELEOS 2002).

Ces combinaisons de hauteur d'eau, de vitesse de courant et de substrat peuvent, être approchées, décrites et standardisées (entre autre) par la description et la mesure des différents faciès d'écoulement (plat, radier, mouille...).

Dans un système d'eau courante, la succession de ces faciès d'écoulement peut permettre d'expliquer une partie de la qualité des peuplements piscicoles. Mais lorsqu'on travaille plus particulièrement sur la truite commune, espèce repère sur le ruisseau des Vernottes, il faut aussi considérer la notion d'abris piscicole.

En effet la présence de zones refuges et d'abris (caches) en quantités suffisantes est nécessaire pour ne pas être un facteur limitant de la capacité d'accueil d'un cours d'eau (ECOGEA 2005). Les zones de caches sont classiquement des sous berges, des abris sous racines, sous bloc, sous embacle...

Faciès d'écoulement et abris piscicoles sont aussi liés à la nature des berges (présence de ripisylve, piétinement, écrasement) ce pourquoi, il nous a semblé important de réaliser de telles mesures.

### III.2. Détermination des faciès d'écoulement

Sur le linéaire de la parcelle concernée par les travaux, les faciès d'écoulement ont été déterminés et mesurés.

A l'aide d'un topofil et d'une perche graduée les mesures suivantes ont été réalisées :

- longueur du faciès,
- largeur moyenne du lit mouillé sur la station,
- profondeur moyenne à l'échelle du faciès.

La détermination des faciès d'écoulement a été déterminée d'après la typologie de Delacoste et al. (1995).

En complément pour chaque faciès d'écoulement, la granulométrie dominante, la surface favorable à la reproduction de truites et le colmatage des substrats ont été relevés.

Pour la granulométrie la clé suivante a été utilisée:

- Bloc > 5 cm
- Galet de 2 à 5 cm
- Gravier de 2 mm à 2 cm
- Sable de 50 µm à 2mm
- Limon argile < 50 µm

Ces mesures ont été réalisées lors de l'automne 2014 et au début de l'été 2015 à niveau d'étiage.

L'étiage est la période pendant laquelle les conditions sont considérées comme les plus défavorables pour les salmonidés adultes. En effet, les débits d'étiages (QMNA 2 – QMNA 5) représentent le potentiel de production minimal dans un cours d'eau à régime pluvial comme ceux du Morvan (Heggenes et al. 1996).

### III.3. Approche de la valeur d'habitat pour les truites adultes

A partir de la détermination des faciès d'écoulement, une valeur d'habitat (VA) pour les truites adultes (16 à 18 cm), a été attribuée à chaque station.

Pour ce faire, et à titre expérimental, il a été utilisé une méthode des microhabitats « simplifiée ». Cette méthode résulte de différents travaux menés sur un ensemble de cours d'eau salmonicole (Philippe Baran – CSP données non publiées). Elle découle de travaux menés dans le cadre de l'application de la méthode des microhabitats – Application du protocole EDF – R&D.

Ainsi les faciès d'écoulement ont été classifiés par grand groupe. A chaque grand groupe, une valeur d'habitat est attribuée.

Groupe	Faciès	Valeur d'habitat truite adulte
PROFOND	Mouille Baignoire Plat profond Plat profond courant Plat profond rapide	31.4 %
PLAT	Plat Plat courant Plat rapide	19.3 %
ESCALIER	Plat escalier Radier varié Cascade Plat	13 %
RADIER	Radier Plat radier	8.9%

Tableau 1. Valeur d'habitat truite adulte en pourcentage par groupe de faciès

Connaissant les longueurs et surfaces de chaque faciès, il est possible de calculer une valeur d'habitat et de Surface Pondérée Utile (SPU en m<sup>2</sup>/100 m) pour les truites adultes pour chaque station de pêche électrique.

### III.4. Détermination de la quantité d'abris

La méthode des microhabitats telle qu'elle est pratiquée classiquement (méthode estimhab, méthode EVHA - protocole EDF – R&D), ou telle qu'elle a été pratiquée pour ce rapport d'étude, prend en compte la dimension hydraulique de l'habitat (vitesse, profondeur). Cependant, elle n'intègre pas correctement la notion d'abris, importante au développement d'une population de truite fario (Ginot et al, 1988).

Pour pallier à cela, les abris ont été déterminés et quantifiés selon le protocole de Binns (1982). A l'aide d'une perche graduée, les sous berges, les caches sous racines, sous embacles, sous bloc, ont été mesurés par faciès pour chaque station.

De la sorte, pour chaque station, une surface d'abris a été calculée. Exprimée en m<sup>2</sup>/100m de berge et ou en % de la superficie totale de la station (Baran, 1995), il est possible ainsi de comparer les valeurs obtenues à celles mesurées sur d'autres cours d'eau.

## IV. Protocoles des inventaires et des analyses piscicoles

### IV.1. Acquisition des données piscicoles

Concernant l'acquisition de données biologiques piscicoles, la méthodologie proposée consiste en la réalisation de pêches électriques d'inventaires par 2 passages successifs (De Lury 1951) sur 1 station située sur la zone restaurée.

La méthode de pêche consiste à créer un champ électrique entre deux électrodes en délivrant par un générateur un courant continu de 0,5 à 1A.



Dans un rayon d'action de 1 m autour de l'anode, des lignes électriques équipotentielles sont créées et ressenties par le poisson. La différence de potentiel entre la tête et la queue actionne les muscles du poisson qui adopte alors un comportement de nage forcée en direction de l'anode (zone d'attraction). A proximité de l'anode, ses muscles sont alors tétanisés ce qui rend le poisson capturable à l'épuisette (zone de galvanotaxie).

Photographie 14. Opération de pêche électrique

Le type de matériel et le nombre d'anode est adapté au gabarit du cours d'eau. Pour les inventaires piscicoles réalisés à l'automne 2014 et 2015 sur le ruisseau des Vernottes, un groupe portable de type EFKO 1500 à une anode a été utilisé.

La prospection a été effectuée au minimum par quatre personnes avec une épuisette par anode.

Les inventaires piscicoles ont été réalisés selon la méthode de pêche électrique par épuisement (De Lury, 1951). Deux passages successifs ont été mis en œuvre sans remise à l'eau entre les passages. Les poissons capturés lors du premier et du second passage ont été dissociés.

Les espèces prélevées ont fait l'objet d'une biométrie pour le recueil des données : dénombrement, biomasses et tailles ont été relevées individuellement pour les espèces telles que la truite fario, par lot avec échantillon aléatoire représentatif pour les espèces d'accompagnement.

Les poissons capturés ont ensuite été remis à l'eau ; la méthode d'échantillonnage à l'électricité présentant l'avantage d'être peu traumatisante pour le poisson.



Photographie 15. *Opération de pêche électrique*



Photographie 16. *Biométrie sur une truite fario*

## IV.3. Détail des analyses piscicoles

### IV.3.1. *Evaluation des peuplements réels*

Même en appliquant deux passages successifs, la méthode de pêche électrique ne permet pas de capturer l'ensemble des individus. Les pêches d'inventaires à deux passages successifs permettent néanmoins une estimation relativement précise du peuplement réel. Les estimations sont effectuées par la méthode de Carle et Strub (1978), qui est plus précise que la méthode de De Lury (1947) (Cowx, 1983 ; Gerdeaux, 1987).

L'estimation des peuplements réels permet une première analyse basée sur les densités, les biomasses totales ou par espèce et la diversité spécifique des peuplements piscicoles.

### IV.3.2. *Calcul de l'Indice Poissons Rivière*

L'Indice Poissons Rivière (IPR) permet de mesurer l'écart entre le peuplement d'une station à partir des résultats du premier passage de pêche électrique, et le peuplement attendu en situation de référence. Il prend en compte 7 métriques auxquelles il attribue un score en fonction de l'écart observé (tableau 2). L'IPR est obtenu par la somme de ces 7 valeurs, et est égal à 0 lorsque le peuplement n'est pas perturbé. La situation de référence est déterminée par 9 variables environnementales (tableau 2).

Le calcul est effectué grâce à un classeur Excel mis au point par le Conseil Supérieur de la Pêche (version 1.3, avril 2006). L'indice se présente sous la forme d'une échelle ouverte à laquelle correspondent 5 classes de qualité (tableau 4).

Basé uniquement sur les effectifs, cet indice ne prend en compte ni la biomasse ni la structure des populations (classes d'âge). Il se révèle par conséquent relativement peu sensible dans les cours d'eau présentant une diversité naturellement pauvre (1 à 3 espèces, soient les biotypes B1, 5 et B2) pour lesquels les altérations se manifestent en premier lieu par une altération de la structure des populations (Belliard, 2006).

Métriques	Variables environnementales
Nombre total d'espèces	Surface du bassin versant (km <sup>2</sup> )
Nombre d'espèces rhéophiles	Distance à la source (km)
Nombre d'espèces lithophiles	Largeur moyenne en eau (m)
Densité d'individus tolérants	Pente (‰)
Densité d'individus invertivores	Profondeur moyenne en eau (m)
Densité d'individus omnivores	Altitude (m)
Densité totale d'individus	Température moyenne de l'air en juillet (°C)
	Température moyenne de l'air en janvier (°C)
	Unité hydrographique

Tableau 2. Métriques et variables environnementales utilisées pour le calcul de l'IPR

Note IPR	Classe de qualité
[ 0 ; 7 [	Excellente
[ 7 ; 16 [	Bonne
[ 16 ; 25 [	Médiocre
[ 25 ; 36 [	Mauvaise
≥ 36	Très mauvaise

Tableau 3. Classes de qualités définies par l'IPR

### IV.3.3. *Etude des populations de truites fario*

Afin d'analyser plus précisément les évolutions liées à la restauration de la ripisylve sur un ruisseau à truite telle que le ruisseau des Vernottes, il est intéressant d'observer dans le détail la structure des populations salmonicoles.

Pour ce faire, il est apparu judicieux d'utiliser le référentiel truite fario mis au point par la DR6 du Conseil Supérieur de la Pêche (1978).

Basé sur le Massif Central cristallin (comme le Morvan), il définit 7 classes de densité numérique et pondérale pour les populations estimées, identifiées par un code couleur (tableau 4).

Un tel outil permet d'estimer si les densités et biomasses de truite observées sur un cours d'eau sont faibles, moyennes ou fortes.

Densité pondérale (kg/ha)	Classe de densité	Densité numérique (ind./ha)		
		Largeur du cours d'eau		
		< 3m	3 - 10m	> 10m
-----300-----	Très importante	-----10000-----	-----7000-----	-----5000-----
-----200-----	Importante	-----5500-----	-----4000-----	-----2700-----
-----125-----	Assez importante	-----3200-----	-----2200-----	-----1600-----
-----75-----	Moyenne	-----1800-----	-----1200-----	-----900-----
-----50-----	Assez faible	-----1100-----	-----700-----	-----550-----
-----30-----	Faible	-----600-----	-----400-----	-----300-----
	Très faible			

*Tableau 4. Limites des classes de densité de truite fario pour le référentiel CSP DR6, 1978 :*

## I. Caractéristiques hydrologiques et météorologiques

Les conditions climatiques (température, pluviométrie...) influencent directement le métabolisme thermique et les régimes hydrologiques des cours d'eau. Ces conditions jouent un rôle essentiel sur la qualité des peuplements piscicoles et tout particulièrement sur la dynamique des populations de truite commune.

La truite commune est une espèce sténotherme d'eau froide sensible aux étiages et à la hausse des régimes thermiques en période estivale.

### I.1. Caractéristiques des étés 2014, 2015

#### I.1.1. Caractéristiques hydrologiques

Les données hydrologiques utilisées dans ce document proviennent de la banque de données hydro (<http://hydro.eaufrance.fr/> - producteur DREAL Bourgogne).

ENTRE2 - ECOULEMENTS ANNUELS - 2014 à 2015

La Selle à la Celle-en-Morvan [Polroy]

Code station :	K1284810	Producteur :	DREAL Bourgogne
Bassin versant :	138 km <sup>2</sup>	E-mail :	Marc.Philippe@developpement-durable.gouv.fr

Comparaison graphique des débits journaliers d'une année avec ceux du passé

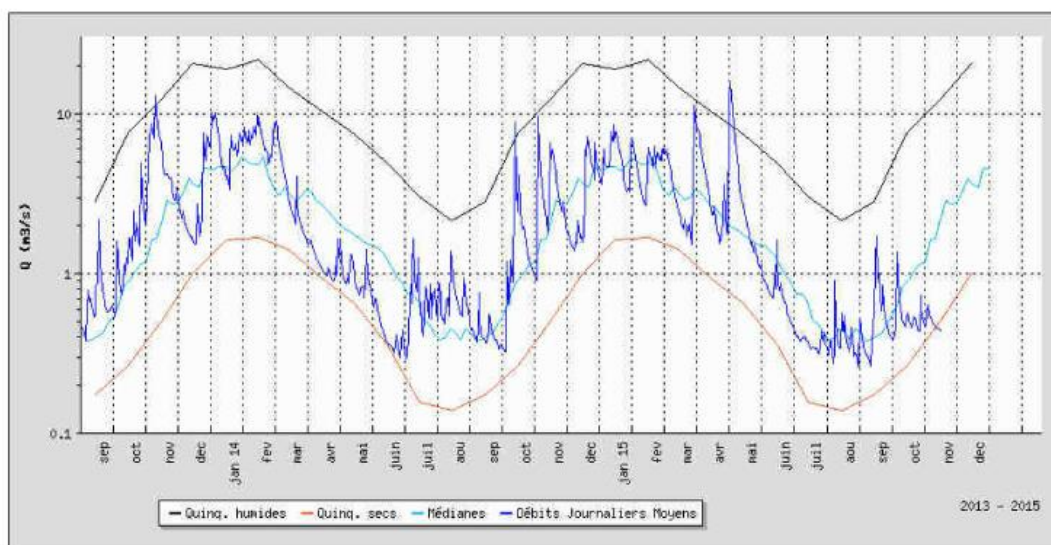


Figure 2. Variations hydrologiques de la Celle à la Celle en Morvan (Polroy)

Le ruisseau des Vernottes ne disposant pas de station de mesure de débit. Les données du cours d'eau, la Celle, situé sur le bassin voisin ont été utilisées pour approcher les conditions hydrologiques du ruisseau. S'agissant de bassins tout proches, issus des massifs du Morvan, l'exploitation des données de débits mesurées sur la Celle paraît pertinente pour approcher les conditions hydrologiques des Vernottes. Néanmoins, il s'agit de cours d'eau au gabarit très distinct : le ruisseau des Vernottes et un petit ruisseau de tête de bassin de 1 à 2 m de largeur alors que la Celle est une rivière beaucoup plus large située beaucoup plus en aval sur le réseau hydrographique.

L'exploitation des données hydrologiques mesurées sur la Celle lors des étés 2014 et 2015 ne peut donner qu'un aperçu de l'hydrologie du ruisseau des Vernottes.

Au regard de la figure, page précédente, présentant l'évolution des débits journaliers entre les années 2014 et 2015, il apparaît qu'après un printemps 2014 sec (débit proche des valeurs du débit quinquennal sec : QMNA5), les débits observés lors de l'été 2014 ont été très soutenus avec des valeurs très nettement supérieures à la médiane.

Malgré un été 2015 très sec, la pluviométrie observée au printemps 2015 a permis de limiter le manque d'eau lors de l'étiage estival. Les débits sur la Celle sont restés certes inférieurs à la valeur médiane mais assez nettement supérieure au QMNA5. Concernant le ruisseau des Vernottes, ce dernier ne s'est jamais asséché. Si les niveaux d'eau sont restés faibles, ils n'ont jamais atteint de seuil critique (limite d'assec et rupture d'écoulement). On peut penser que le débit du ruisseau des Vernottes était proche ou légèrement inférieur au QMNA5.

A titre d'information, le débit mesuré sur le ruisseau des Vernottes le 1er juillet 2015 était de 21 litres par seconde.

### I.1.2. Caractéristiques météorologiques

Pour décrire les caractéristiques météorologiques, les bulletins climatologiques mensuels de météo France ont été utilisés : <http://www.meteofrance.com/accueil>.

Les conditions de températures observées lors des premières années du suivi (2014 et 2015) ont été particulièrement chaudes.

Ainsi, 2015 a été dans son ensemble une année très chaude en France. Avec une moyenne de 8,7 °C pour les températures minimales et de 18,4 °C pour les maximales, **2015 se place au 3<sup>e</sup> rang des années les plus chaudes (1 °C au-dessus de la normale), devancée par 2014 (1,2 °C au-dessus de la normale) et 2011 (1,1 °C au-dessus de la normale).**

Globalement, 2015 est la 2<sup>e</sup> année la plus chaude sur l'Europe et l'année la plus chaude au niveau mondial depuis le début des mesures.



# Ecart à la moyenne annuelle de référence 1981-2010 de l'indicateur de température moyenne

Zone climatique : France

1900 à 2015

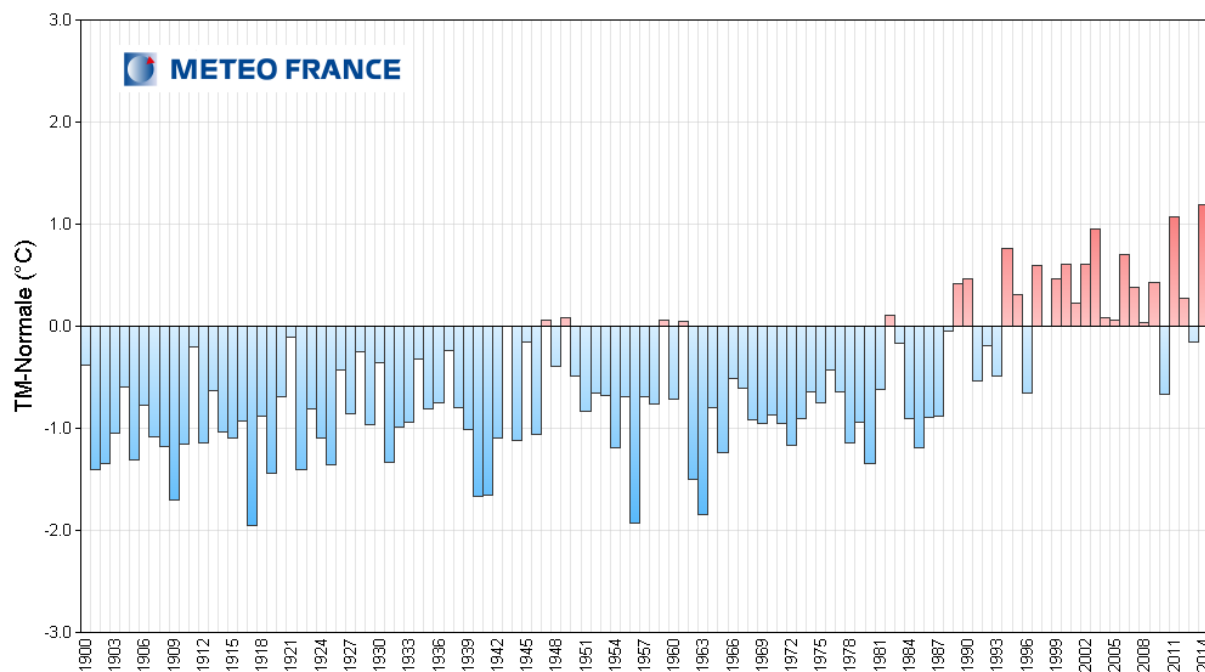


Figure 3. Écart à la moyenne annuelle de référence (1981-2010) de l'indicateur de température moyenne sur la France de 1900 à 2015.

Diagramme élaboré à partir d'un indicateur thermique constitué de la moyenne des températures annuelles de 30 stations métropolitaines (en rouge : les valeurs supérieures à la moyenne des températures annuelles, en bleu : celles inférieures à cette moyenne). © Météo-France

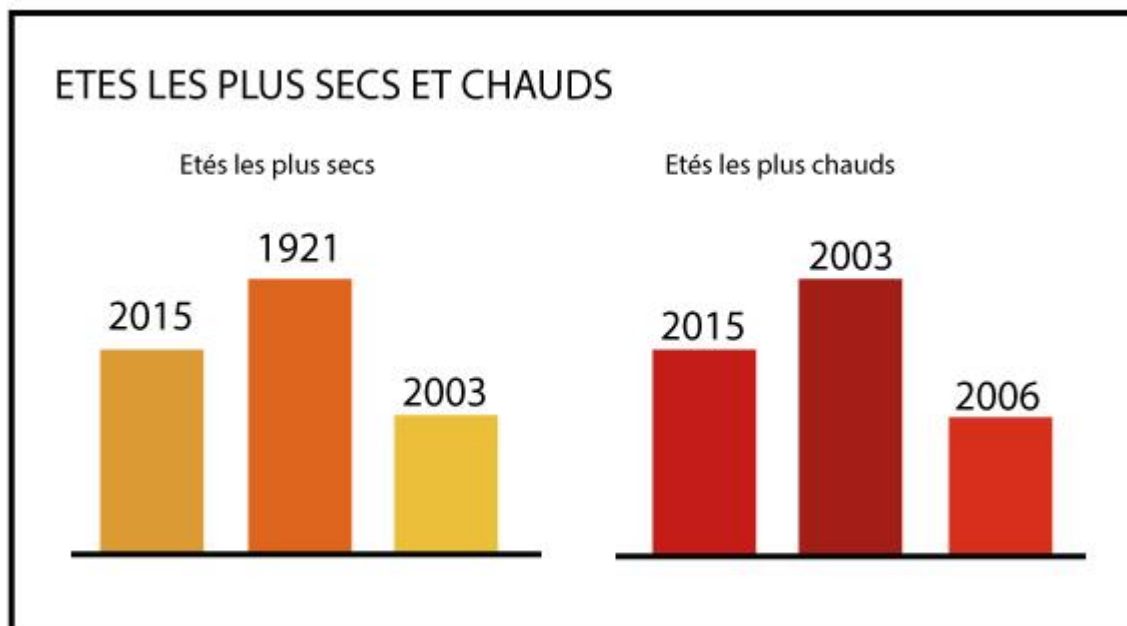


Figure 4. Etés les plus chauds et les plus secs

Source la chaîne météo : <http://actualite.lachainemeteo.com/actualite-meteo/2015-08-20-06h18/ete-2015---le-2eme-plus-chaud-apres-2003-28640.php>

Concernant la période estivale, l'été 2015 a été le deuxième été le plus chaud jamais observé juste après l'été 2003 et devant l'été 2006.

L'été 2015 a aussi été le deuxième été le plus sec jamais observé après l'été 1921 et devant l'été 2003.

Toutes ces remarques montrent à quel point le réchauffement a été généralisé en 2014 et 2015. Ceci ne peut être sans conséquences sur les mesures de températures et les résultats de pêches électriques observés lors de cette étude d'état initial.

#### a. Eté 2014

Si l'année 2014 a été particulièrement chaude, l'été 2014 n'a pas connu des températures particulièrement élevées.

En effet seul le mois de juin a connu des températures chaudes. Juillet a été très arrosé et légèrement plus frais qu'à l'habitude en Saône-et-Loire. Enfin, le mois d'août a connu une fraîcheur remarquable.

Sur le plan thermique l'été 2014 n'a pas été nécessairement pénalisant pour la faune piscicole.

#### b. Eté 2015 –

Excepté le mois de septembre, l'ensemble de l'été a été particulièrement chaud. Une vague de chaleur est apparue à la fin juin (des valeurs dépassant les normales de +3.5°C). Elle s'est poursuivie au début du mois de juillet avant de s'estomper quelque peu pour reprendre en août. Selon météo France, les maximales observées en août ont été très élevées. Elles se situent entre la 3<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> position des mois d'août les plus chauds.

Sur le plan thermique, l'été 2015 a été très fortement pénalisant pour la faune piscicole. S'agissant d'un des étés les plus secs jamais observés, on peut imaginer à quel point les conditions ont pu être limitantes pour les espèces piscicoles les plus sensibles (truite fario et espèces accompagnatrices)...

### I.1.3. Bilan des conditions d'étiage pendant la période d'étude

Sur le plan hydrologique les étés 2014 et 2015 ont été assez distincts.

L'été 2014, très arrosé et pas spécifiquement chaud n'a pas engendré de fortes contraintes sur les populations piscicoles sensibles.

Tout le contraire de l'été 2015, peu arrosé et très chaud, l'étiage estival a été particulièrement marqué ce qui n'a pas été sans conséquence sur la nature des peuplements piscicoles. Certains stades de vie et certaines espèces piscicoles ont connu des contraintes fortes.

L'intensité des évènements climatiques peut fausser certaines des mesures réalisées lors de cette étude d'état des lieux (mesure thermique et inventaire piscicole en 2015). Il est important d'en tenir compte pour ne pas générer de biais dans l'analyse et avoir des interprétations trop hâtives.

## II. Caractéristique du métabolisme thermique du ruisseau des Vernottes

Le ruisseau des Vernottes étant un cours d'eau à vocation salmonicole, les données thermiques étudiées ont été celles correspondantes aux exigences physiologiques de la truite commune (Cf partie méthodologie) :

- le preferendum thermique (température de 4 à 19°C),
- le seuil de stress physiologique - arrêt de l'alimentation (température >19°C)
- le seuil léthal (température > 25°C)

Pour rappel, l'enregistreur thermique a été disposé dans le ruisseau lors de l'été 2015, été particulièrement chaud et sec.

Aussi, pour mieux appréhender l'évolution des températures estivales sur le ruisseau des Vernottes, les données de références citées ci-dessus ont été comparées avec celles obtenues lors de l'été 2015, sur d'autres cours d'eau du département de Saône-et-Loire à fortes potentialités salmonicoles.

Ainsi les températures estivales constatées sur le ruisseau des Vernottes ont été comparées avec celles obtenues sur le Méchet, affluent du ruisseau, le Botoret dans sa partie amont (Chauffailles) et sur le Mussy dans sa partie amont (Anglure-sous-Dun).

Ces portions de cours d'eau situées dans le Morvan et le Haut Beaujolais (Mussy et Botoret) renferment des populations salmonicoles.

De par leurs caractéristiques physiques (habitat), physico-chimiques (température et qualité d'eau) et biologiques (population de truite fario), ces rivières sont considérées comme des références dans le département de Saône-et-Loire pour la truite fario.

Comme l'été 2015 a été particulièrement marqué, des données antérieures (années 2011, 2012 et 2013) ont été utilisées pour mieux comparer et appréhender les évolutions thermiques.

Station	Dd Période	Df Période	Durée	Ti min	Ti max	Ajmax Ti	Tmp
<b>Vernottes --- Grande Verrière</b>	<b>19/06/2015</b>	<b>15/09/2015</b>	<b>89</b>	<b>9,8</b>	<b>30,7</b>	<b>13,4</b>	<b>19,07</b>
Méchet --- Grande Verrière	17/06/2011	07/09/2011	83	12,4	24,4	7,8	17,05
	16/06/2012	16/09/2012	93	11	22,4	6,4	16,45
	15/06/2013	10/09/2013	88	11,4	23	6	16,87
	<b>19/06/2015</b>	<b>15/09/2015</b>	<b>89</b>	<b>10,5</b>	<b>24,9</b>	<b>6,3</b>	<b>17,82</b>
Botoret - Chauffailles	17/06/2011	07/09/2011	83	11,8	22,6	5,6	16,05
	07/07/2012	16/09/2012	72	10,8	22,1	5,2	16,03
	15/06/2013	10/09/2013	88	10,1	21,8	5,6	15,82
	<b>19/06/2015</b>	<b>15/09/2015</b>	<b>89</b>	<b>9</b>	<b>24,4</b>	<b>7,1</b>	<b>17,12</b>
Mussy - Anglure sous Dun	17/06/2011	07/09/2011	83	10,7	21,3	5,4	15,55
	10/07/2012	16/09/2012	69	10,5	20,8	5	16
	15/06/2013	10/09/2013	88	10,1	21,6	5,5	15,93
	<b>19/06/2015</b>	<b>15/09/2015</b>	<b>89</b>	<b>9</b>	<b>23,4</b>	<b>5,1</b>	<b>16,59</b>

Tableau 5. Elément de thermie générale

**Ti min** : température instantanée minimale

**Ti max** : température instantanée maximale

**Ajmax Ti** : amplitude thermique journalière maximale

**Tmp** : température moyenne de la période

L'analyse des données de thermie générale présentées dans le tableau précédent souligne quelques premiers éléments d'interprétation.

En premier lieu, il convient d'insister à nouveau sur l'intensité de l'été 2015. Les températures maximales instantanées (Ti max), les températures moyennes (T<sub>mp</sub>) et l'amplitude thermique journalière maximale (A<sub>jmax</sub> Ti) ont été très fortes sur l'ensemble des cours d'eau comparés.

Sur le Morvan, le ruisseau des Vernottes et son affluent le Méchet ont présenté des métabolismes thermiques plus importants que les cours d'eau du haut Beaujolais (Botoret et Mussy).

Sur le ruisseau des Vernottes, l'été 2015 a été d'ailleurs tout particulièrement intense et « violent ». La température maximale observée a atteint la valeur de 30.7°C. Le seuil thermique légal pour la truite fario (25°C) a donc été largement dépassé. Mais d'après nos informations, aucune truite n'a été observée morte pendant cette période. Selon les résultats de la sonde, la température aurait dépassé pendant 224 heures la température de 25°C lors de 38 séquences dont la plus longue aurait duré 10 heures consécutives.

Les truites de plus grande taille (1 an et plus) ont peut-être su se protéger (veine d'eau froide) ou fuir la zone pendant cet étiage (dévalaison vers le Méchet). Mais pour les truitelles, il est fort probable que les dommages ont été plus conséquents. Les mortalités sur ces petits poissons ont certainement dû passer inaperçue. Quelques chabots et loches franches ont d'ailleurs été observés morts sur le site.

Il se pourrait aussi que les mortalités de truitelles puissent se poursuivre de façon continue et discrète pendant la saison automnale et hivernale (Affaiblissement des individus-Cf méthodologie – importance de la thermie).

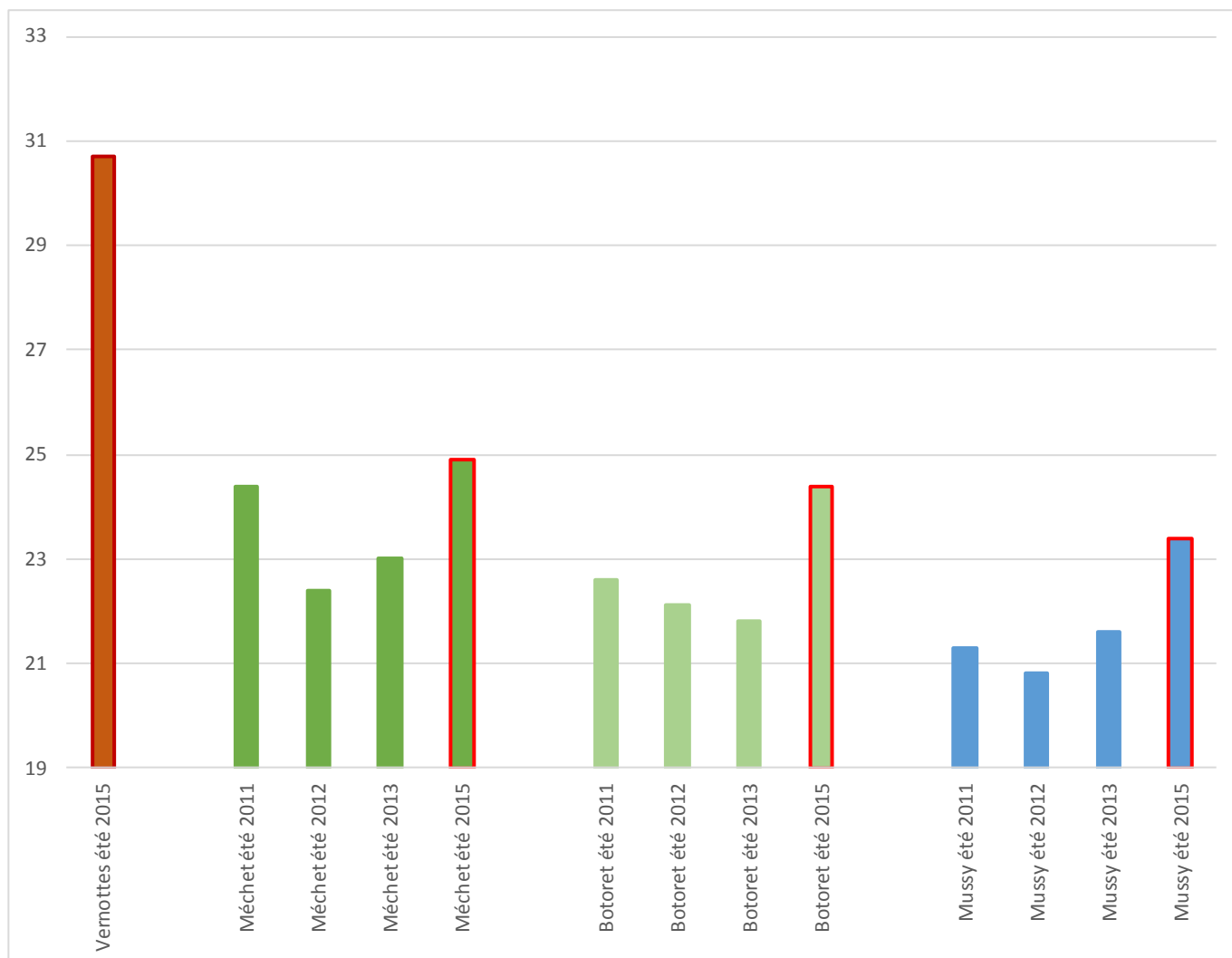


Figure 5. Températures maximales observées sur le ruisseau des Vernottes et d'autres rivières salmonicoles du département de Saône-et-Loire - Étés 2011, 2012, 2013 et 2015.

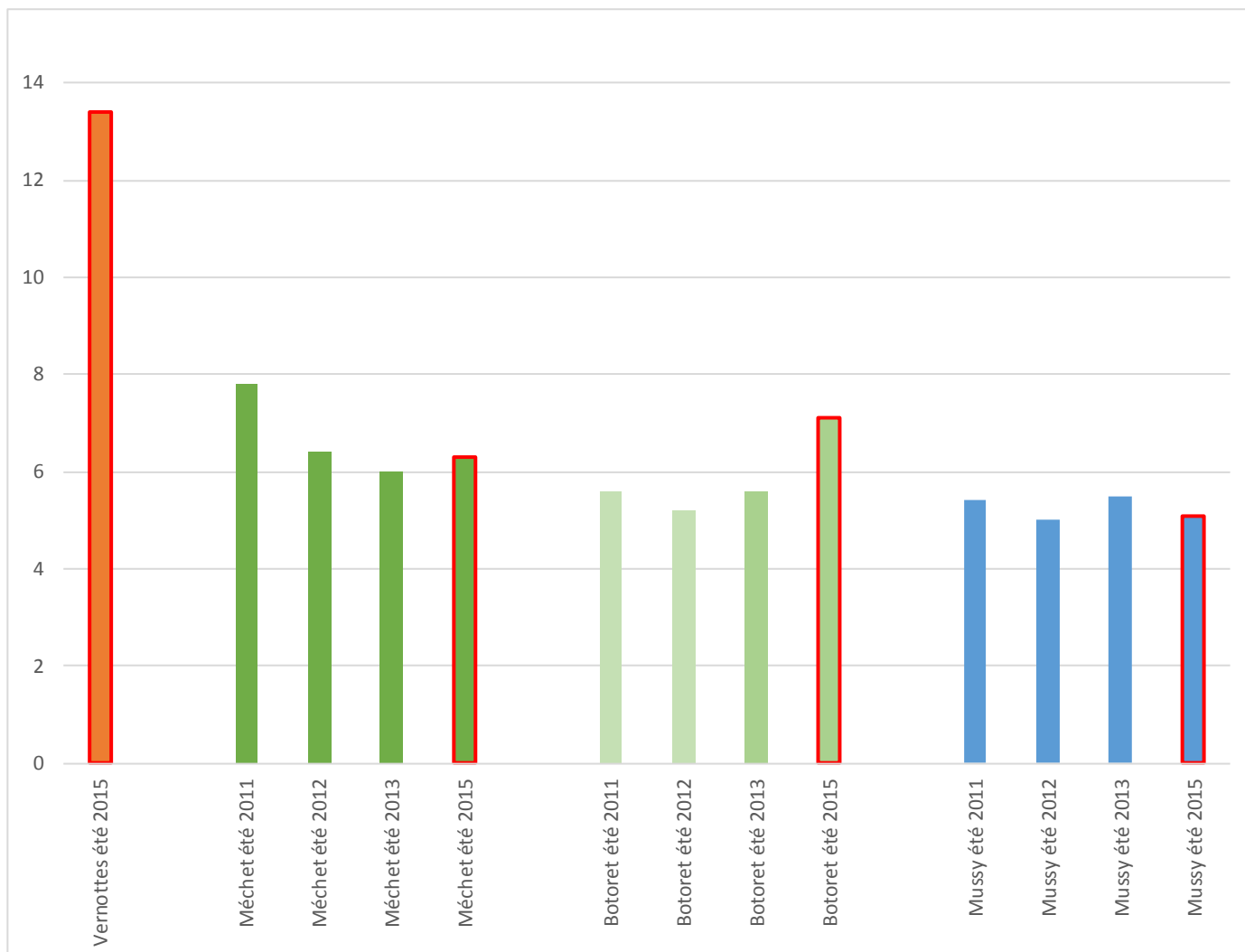


Figure 6. Amplitudes thermiques journalières maximales observées en °C sur le ruisseau des Vernottes et d'autres rivières salmonicoles du département de Saône-et-Loire – Étés 2011, 2012, 2013 et 2015

L'amplitude thermique journalière maximale calculée a atteint la valeur de 13.4°C sur le ruisseau des Vernottes. C'est une valeur très forte qui met en évidence un bouleversement thermique marqué. Bien évidemment ceci s'explique par l'intensité de l'été 2015.

Mais, face à une telle valeur d'amplitude thermique journalière, nous nous sommes interrogés sur la validité des données et sur le fonctionnement de la sonde. A plusieurs reprises dans l'été, la sonde a été visitée pour s'assurer que cette dernière n'avait pas été exondée.

Il s'avère qu'elle est restée bien immergée pendant toute la période d'étude.

		Amplitude thermique journalière
Parmi les journées les plus chaudes	15 juillet 2015	13.376 °C
	2 août 2015	12.924 °C
	3 août 2015	12.774 °C
	16 juillet 2015	12.729 °C
Journée test	20 août 2015	7.437 °C

Tableau 6. Quelques valeurs d'amplitudes thermiques journalières

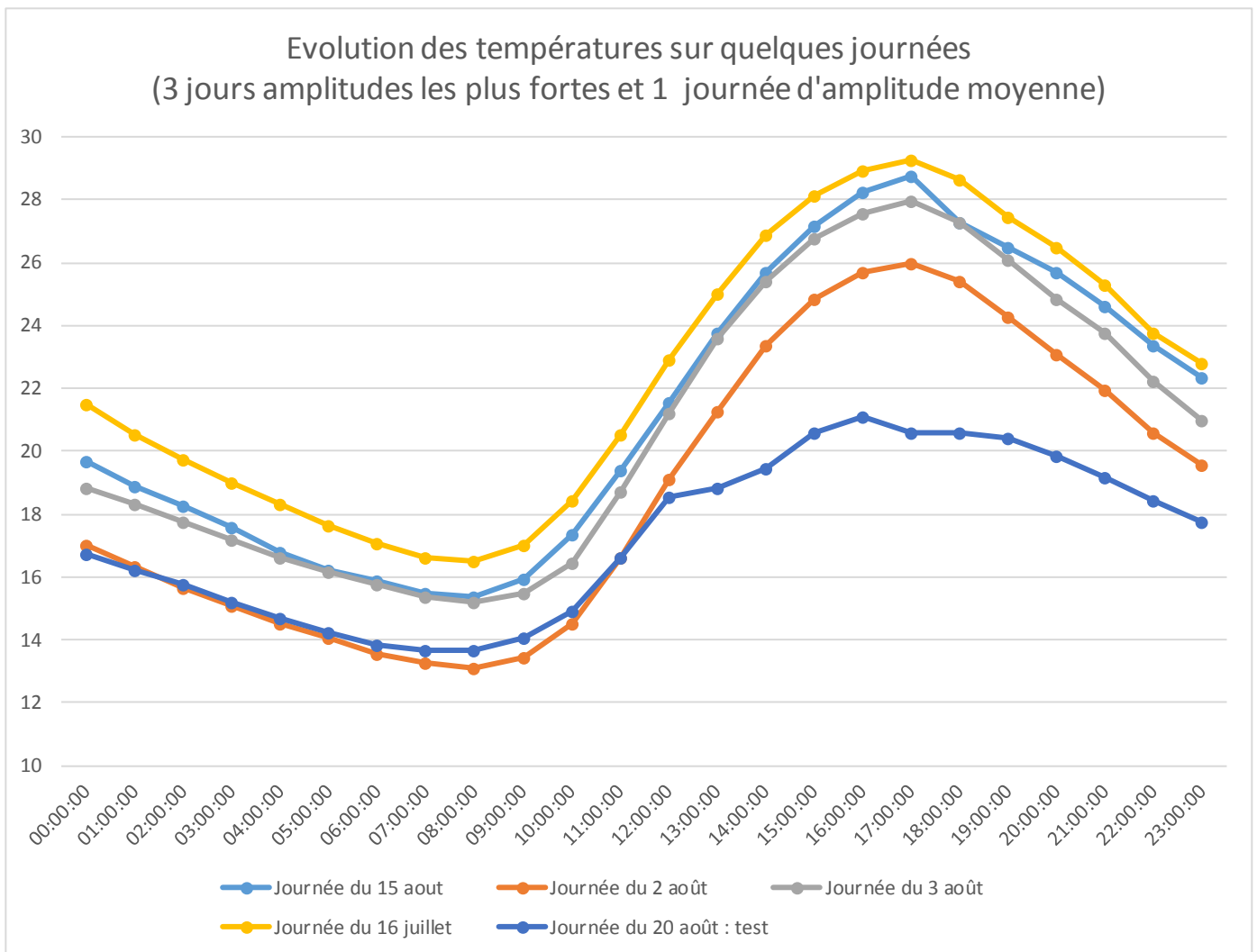


Figure 7. Evolution des températures sur 3 jours d'amplitude thermique très forte et une journée référence d'amplitude thermique moyenne

Pour vérifier la validité des données, nous avons au cours de différentes journées cherché à observer l'évolution des températures journalières (Cf. figure – ci-dessus).

Nous avons retenu les 4 jours où les amplitudes thermiques ont été les plus fortes : la journée du 16 juillet, la journée du 2 août, la journée du 3 août et la journée du 15 août. Afin de bien comprendre les évolutions thermiques au sein d'une même journée, ces valeurs ont été comparées avec celles obtenues lors d'une journée (le 20 août) où les amplitudes thermiques sont restées moyennes et proches de celle observées classiquement sur de nombreuses rivières à truite du département (autour des 7°C).

L'analyse de ces données a montré sur les jours de fortes amplitudes comme ceux d'amplitudes moyennes, une évolution classique des températures instantanées : à savoir un refroidissement lent et progressif des températures depuis la fin d'après-midi (déclin du soleil) jusqu'au matin (8 à 9h00) et une augmentation plus rapide des températures jusqu'à la fin d'après-midi.

Les données enregistrées par la sonde nous semblent donc valides. Elles sont parfois extrêmes car l'été a été particulier.

Pour expliquer ces amplitudes thermiques très prononcées, il faut souligner que toute la partie aval du ruisseau des Vernottes est dépourvue de végétation, donc fortement exposée au rayonnement solaire. Lors de petits débits, la température de l'eau monte vite. Avec le déclin du soleil, la température baisse doucement. On peut même penser que l'eau fraîche de toute la partie boisée amont arrive sur les portions aval dans la nuit et refroidit l'eau assez nettement. Ceci pourrait expliquer des telles amplitudes.

Ceci soulignerait aussi l'importance de la végétation rivulaire (vectrice d'ombre) sur ces tous petits milieux.

Ces valeurs d'amplitudes thermiques importantes mettent en évidence un bouleversement du métabolisme thermique. De telles variations entraînent certainement des phénomènes de très fort stress physiologique chez les organismes les plus sensibles, dont les juvéniles de truite fario.

Les premiers éléments de thermie montrent très clairement que l'été 2015 n'a pas pu être favorable au développement de la truite sur le ruisseau des Vernottes.

Comme il a déjà été énoncé, la truite est une espèce d'eau froide. Son préférendum thermique se situe entre 4°C et 19°C.

Sur le ruisseau des Vernottes, lors de la période d'analyse (début juin à fin septembre 2015) la température a dépassé 19°C, 51% du temps (Cf. tableau ci-après).

C'est une valeur très forte pour un ruisseau à vocation salmonicole. A titre de comparaison, sur le Méchet (son affluent), la température a dépassé ce seuil 37% du temps lors de l'été 2015, alors que sur le Botoret et le Mussy ce seuil a été dépassé respectivement 25 et 18 % du temps.

A comparer des étés précédents, le seuil de 19°C a été beaucoup plus largement dépassé lors de l'été 2015.

Si les dépassements des 19°C ont été très nombreux sur le ruisseau des Vernottes, il est intéressant de constater que leurs durées en heures consécutives sont restées inférieures au Botoret et au Méchet :

- 89 heures consécutives durant lesquelles les températures restent supérieures à 19°C sur les Vernottes,
- 118 heures consécutives durant lesquelles les températures restent supérieures à 19°C sur le Méchet,
- 119 heures consécutives durant lesquelles les températures restent supérieures à 19°C sur le Botoret.

L'analyse des amplitudes thermiques journalières sur le ruisseau des Vernottes permet d'expliquer en partie pourquoi le cumul d'heure où la température est supérieure à 19°C est inférieur à celui observé sur d'autre cours d'eau. En effet, le refroidissement nocturne est très important sur le ruisseau, tant et si bien que la nuit les températures redescendent très fréquemment en dessous des 19°C.



	Préférendum thermique						
	Dd Période	Df Période	Durée	%j Tmj>19	Nb Ti > 19	Nb sq Ti > 19	Nbmax Ti csf > 19
<b>Vernottes --- Grande Verrière</b>	<b>19/06/2015</b>	<b>15/09/2015</b>	<b>89</b>	<b>51</b>	<b>998</b>	<b>78</b>	<b>89</b>
Méchet --- Grande Verrière	17/06/2011	07/09/2011	83	13	403	37	70
	16/06/2012	16/09/2012	93	9	233	27	40
	15/06/2013	10/09/2013	88	17	413	32	99
	<b>19/06/2015</b>	<b>15/09/2015</b>	<b>89</b>	<b>37</b>	<b>751</b>	<b>40</b>	<b>118</b>
Botoret - Chauffailles	17/06/2011	07/09/2011	83	8	187	18	18
	07/07/2012	16/09/2012	72	7	134	14	17
	15/06/2013	10/09/2013	88	2	120	19	13
	<b>19/06/2015</b>	<b>15/09/2015</b>	<b>89</b>	<b>25</b>	<b>538</b>	<b>36</b>	<b>119</b>
Mussy - Anglure sous Dun	17/06/2011	07/09/2011	83	4	89	9	15
	10/07/2012	16/09/2012	69	4	111	10	15
	15/06/2013	10/09/2013	88	2	160	24	18
	<b>19/06/2015</b>	<b>15/09/2015</b>	<b>89</b>	<b>18</b>	<b>398</b>	<b>30</b>	<b>69</b>

Tableau 7. Seuil de stress physiologique

Tmj>19 : pourcentage de jours où la température moyenne est supérieure à 19°C

Nb Ti>19 : nombre d'heures totales où la température instantanée est supérieure à 19°C

Nb sq Ti>19 : nombre de séquences durant lesquelles les températures restent supérieures à 19°C

Nbmax Ti csf>19 : nombre d'heures max consécutives durant lesquels les températures restent supérieures à 19°C

Jusqu'alors, nous avons évoqué le métabolisme thermique du ruisseau des Vernottes et ses incidences sur l'état des populations salmonicoles avec des valeurs de températures instantanées. Mais les valeurs influençant la réponse globale à long terme des populations de truites communes en milieu naturel sont à évaluer sur des périodes plus longues.

Les études scientifiques récentes ont ainsi montré à quel point l'évolution sur le long terme d'une population de truite fario était étroitement liée à une valeur moyenne de référence : la moyenne des températures moyennes des trente jours consécutifs les plus chauds (*Tm30j max*).

Sur cette base, la limite des 17,5-18°C influencerait en particulier le stade juvénile de l'année (0+). En effet, suivant les études d'Elliot, auteur anglo-saxon ayant beaucoup travaillé sur le métabolisme des truites fario en relation avec les facteurs externes dont la thermie, il apparaîtrait que les truitelles 0+ ont une forte sensibilité au régime thermique des cours d'eau en été dès lors que la moyenne des températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds atteint le seuil de 17,5-18°C.

A partir de ce seuil, le rendement énergétique est défavorable et l'énergie apportée par l'alimentation est plus faible que celle utilisée pour la capture de ses proies. Ce phénomène induit un amaigrissement des individus ainsi que des mortalités progressives et continues et des dévalaisons potentielles vers des milieux encore moins favorables.

Des récentes et nombreuses mesures ont montré qu'un gain de 0,5°C au-delà du seuil de 17°C (de *Tm30j max*) entraînait une baisse des densités d'un facteur 2 à 3.

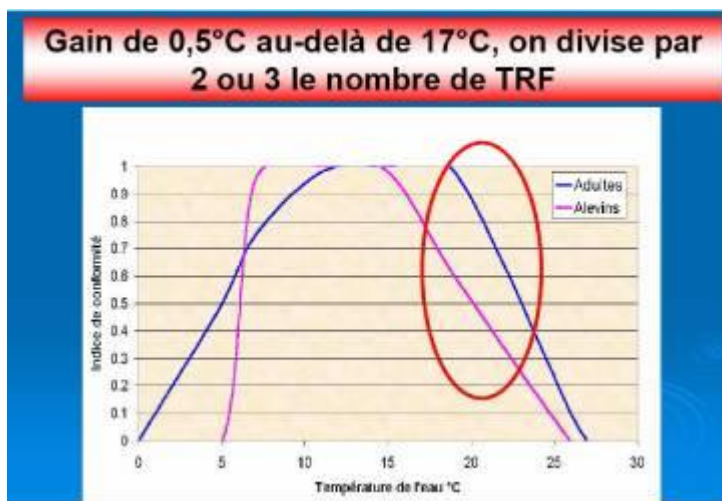


Figure 8. Evolution des densités de truite en relation avec la moyenne des températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds

	Dd Période	Df Période	Durée	Tm30j max
<b>Vernottes --- Grande Verrière</b>	<b>19/06/2015</b>	<b>15/09/2015</b>	<b>89</b>	<b>21,48</b>
Méchet --- Grande Verrière	17/06/2011	07/09/2011	83	17,08
	16/06/2012	16/09/2012	93	17,4
	15/06/2013	10/09/2013	88	17,35
	<b>19/06/2015</b>	<b>15/09/2015</b>	<b>89</b>	<b>20,09</b>
Botoret - Chauffailles	17/06/2011	07/09/2011	83	17,08
	07/07/2012	16/09/2012	72	17,4
	15/06/2013	10/09/2013	88	17,35
	<b>19/06/2015</b>	<b>15/09/2015</b>	<b>89</b>	<b>19,23</b>
Mussy - Anglure sous Dun	17/06/2011	07/09/2011	83	16,44
	10/07/2012	16/09/2012	69	17,31
	15/06/2013	10/09/2013	88	17,69
	<b>19/06/2015</b>	<b>15/09/2015</b>	<b>89</b>	<b>18,58</b>

Tableau 8. Moyennes des températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds sur quelques cours d'eau du département.

Tm30j max	
>19°C	Très défavorable
18,5 - 19°C	Défavorable
18 - 18,5°C	Faiblement favorable
17,5 - 18°C	Moyennement favorable
17-17,5°C	Assez favorable
16,5°C-17°C	Favorable
<16,5° C	Très favorable

Tableau 9. Condition de développement d'une population de truite fario selon la moyenne des températures moyennes des trente jours consécutifs les plus chauds.

Sur le tableau 8, on constate que les moyennes des températures moyennes des trente jours consécutifs les plus chauds (Tmoy30j max) pour l'été 2015 sont excessives sur l'ensemble des cours d'eau décrits. Mais cette observation est d'autant plus remarquable pour le ruisseau des Vernottes où la Tm 30 j max dépasse très nettement les 21°C (condition très défavorables aux TRF).

Très clairement, les conditions thermiques de l'été 2015 ont été tout particulièrement défavorables à la truite fario. La comparaison entre cours d'eau a aussi mentionné la forte sensibilité du ruisseau des Vernottes au réchauffement. Beaucoup plus que d'autres petites rivières à truites, la température des eaux peut monter très vite sur le ruisseau. Cela s'explique par des débits et une lame d'eau plus faible (gabarit du cours d'eau) mais aussi par l'absence de ripisylve sur une grande partie du linéaire.

Pour mieux appréhender le métabolisme thermique estival du ruisseau, il serait intéressant de prolonger le suivi thermique pour étudier le ruisseau lors d'un été moins chaud mais aussi pour mieux comprendre les phénomènes qui expliquent les réchauffements et les fortes amplitudes thermiques journalières constatées lors de cet état initial. Pour cela il serait intéressant de disposer différentes sondes sur tout le bassin versant du ruisseau.

### III. Caractéristique des habitats piscicoles. Potentialités salmonicoles

Les travaux d'étude sur des cours d'eau de référence français répartis dans les préalpes, le Jura Sud et le Sud du massif central (Souchon et al., 1989) ainsi que sur les rivières des Pyrénées centrales (Baran, 1995) ont montré que les densités de truites adultes sur un cours d'eau étaient en premier lieu limitées par l'habitat « adulte » disponible en période d'étiage.

Aussi pour entreprendre des mesures d'habitat dans un cours d'eau salmonicole tel que le ruisseau des Vernottes, il est important de pouvoir travailler à niveau d'étiage (QMNA2 et QMNA 5).

Sur le ruisseau des Vernottes, les mesures d'habitat ont été réalisées à trois dates distinctes : le 27/10/2014, le 24/04/2015 et le 17/07/2015.

<b>Date</b>	<b>27/10/2014</b>	<b>24/04/2015</b>	<b>17/07/2015</b>
Mesure débits	non	oui	oui
Mesure faciès écoulement	oui	oui	oui
Mesure Valeurs Habitat Truite Adulte (VHA)	oui	oui	oui
Mesure abris	oui	oui	oui
Mesure granulométrie	oui	non	oui
Mesure Surface favorable à la reproduction (SFR)	oui	non	oui
Mesure colmatage	oui	non	oui

Tableau 10. Liste des mesures d'habitat effectuées lors de l'état initial sur le ruisseau des Vernottes (Parcelle travaux)

Les mesures entreprises le 27 octobre 2014 et le 24 avril 2015 ont été réalisées pour des débits assez similaires (de l'ordre de 0.15 m<sup>3</sup>/s – débit moyen peu soutenu). A contrario les mesures entreprises le 17 juillet 2015 ont été réalisées alors que l'étiage était bien marqué (débit de l'ordre de 0.020 m<sup>3</sup>/s – à priori plus faible que le QMNA5).

Pour l'analyse, les mesures enregistrées le 27 octobre 2014 et le 17 juillet 2015 ont été retenues. Le même linéaire a été prospecté lors de ces deux jours de terrain.

La valeur d'étiage du 17 juillet 2015 sert de référence. Mais il est intéressant d'analyser les habitats à un débit plus élevé (27 octobre 2014). En comparant et commentant les deux valeurs, il devient possible de mieux appréhender la quantité, la qualité et la nature des habitats sur la station restaurée du ruisseau des Vernottes.

### III.1. Les faciès d'écoulement

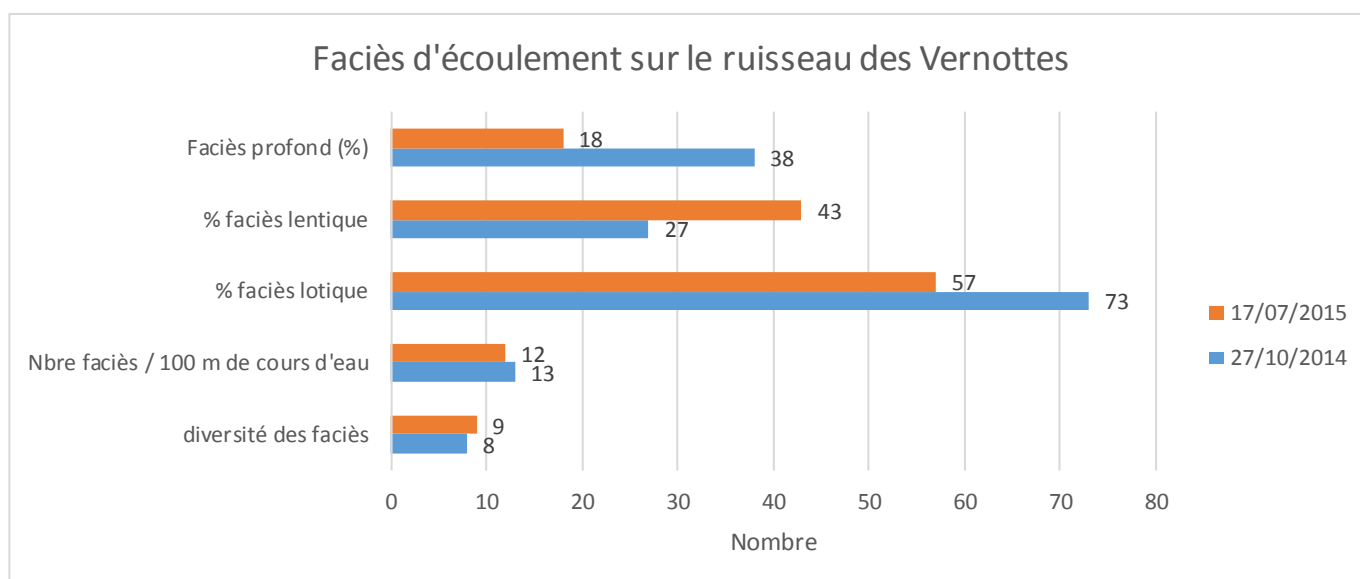


Figure 9. Caractéristique générale des faciès d'écoulement sur la parcelle du ruisseau des Vernottes où les travaux de restauration ont été entrepris.

Sur la station du ruisseau des Vernottes la diversité des faciès est de 8 à 9 faciès distincts observés selon que le débit soit très faible ou moyen. Pour la quantité de faciès observés sur 100 mètres la valeur oscille entre 12 et 13. Il n'y a donc pas de différence majeure sur ces deux aspects lorsque le débit du ruisseau est très faible ou moyen.

Les valeurs décrites ci-dessus restent légèrement plus fortes que celles mesurées sur son affluent le Méchet (Chassignol 2015).

La lecture de ces premiers résultats souligne déjà la bonne dynamique alluviale du ruisseau (beaucoup de transport solide et de mobilité).

Le débit a néanmoins une influence sur la quantité de faciès lotiques ou lenticques. Aux débits les plus faibles, la station du ruisseau présente seulement 57% de faciès courant contre 73% lors d'un débit moyen. Fort logiquement les faciès profonds sont plus importants à débit moyen que lors d'un débit d'étiage : 18% à débit faible contre 38% à débit moyen.

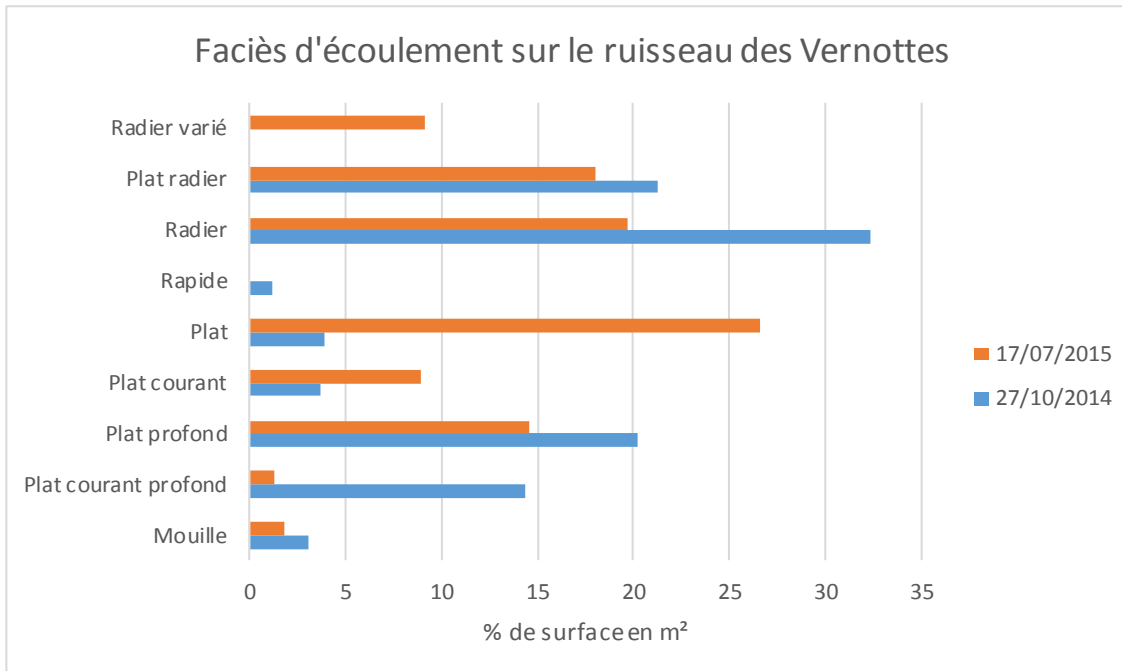


Figure 10. Représentativité des faciès d'écoulement (% de surface en m<sup>2</sup>) sur la parcelle du ruisseau des Vernottes où les travaux de restauration ont été entrepris.

L'analyse plus fine des faciès d'écoulement montre à débit d'étiage que les faciès d'écoulement les plus représentés sont :

- les plats (environ 27%),
- les radiers (environ 20%),
- les plats radiers (18%).

Pour un débit plus élevé (27/10/2014), la répartition des faciès dominant changent quelque peu :

- les radiers (environ 32%),
- les plats radiers (environ 21%),
- les plats profonds (20%).

Entre les valeurs de débit faibles et de débits moyens, les évolutions les plus marquées sont celles observées pour les plats et les plats courants profonds. Les plats augmentent fortement à débit faible alors que les plats courants profonds diminuent à l'étiage.



Carte 6. Distribution des faciès d'écoulement sur le ruisseau des Vernottes (parcelle travaux) – Début été 2015

### III.2. Abris disponibles pour les truites

Les faciès d'écoulement peuvent expliquer pour une part, la quantité et la qualité d'habitat qu'une rivière peut apporter à une population de truite fario. Cependant ceci n'intègre pas correctement la notion d'abris, importante au développement d'une population de truite fario (Ginot et al., 1988).

Caractériser la capacité d'accueil d'une rivière pour l'espèce truite fario ne peut se faire sans étudier conjointement la nature des faciès d'écoulements et la quantité des caches et abris présents sur une portion de cours d'eau.

Date	27/10/2014	17/07/2015
% d'abris	0,59	0,79*

\* en omettant les hélophytes (absente en octobre) et les travaux de fascinages.

*Tableau 11. Pourcentages d'abris disponibles sur le ruisseau des Vernottes (parcelle des travaux)*

Les valeurs d'abris varient de 0.59% le 27 octobre 2014 (débit moyen) à 0.79% le 17 juillet 2015 (débit d'étiage). Inférieures à 1%, ces valeurs sont considérées comme faibles (Baran et al., 1999).

On peut s'étonner que les quantités d'abris soient plus fortes à débit faible qu'à débit moyen. La différence reste faible mais on peut avancer quelques hypothèses pour expliquer ce phénomène :

- différence d'appréciation dans la mesure.
- modification dans la structure des berges suite aux crues du printemps 2015 et à l'arasement d'un seuil en amont (création de sous berge supplémentaire).

Quoiqu'il en soit, il convient de rester prudent sur les raisons. Il est préférable de retenir que la quantité d'abris sur la station varie entre 0.5 et 0.8% (avant travaux).

	27/10/2014			17/07/2015		
	pour un débit moyen			pour un débit faible		
	m <sup>2</sup> total	m <sup>2</sup> abris/100m <sup>2</sup> rivière	%	m <sup>2</sup> total	m <sup>2</sup> abris/100m <sup>2</sup> rivière	%
Bloc	0,015	0,002	0,3	0,115	0,02	2,1
Ss racine&ligneux	3,13	0,41	69,2	2,425	0,34	43,2
Ss Berge	1,375	0,18	30,4	3,0675	0,43	54,7
Total	4,52	0,59	100	5,61	0,79	100

*Tableau 12. Type d'abris rencontré sur la station à débit moyen et à débit faible*

Il existe aussi quelques petites différences de mesure dans les types d'abris rencontrés lors de la journée du 27 octobre 2014 et du 17 juillet 2015.

Il faut donc retenir des fourchettes de valeurs et garder à l'esprit que les abris majoritaires sont d'abord liés aux racines et au débris ligneux ; et ceci malgré le manque de ripisylve sur la station. On peut donc imaginer qu'avec l'implantation d'une végétation rivulaire sur la station, la quantité d'abris pourrait augmenter considérablement.

Les sous berges constituent le deuxième abri d'importance sur la station. Leur quantité a augmenté à l'été 2015 suite aux érosions liées aux crues de printemps et à la modification du seuil situé juste en tête de parcelle (travaux d'amélioration de la continuité piscicole).

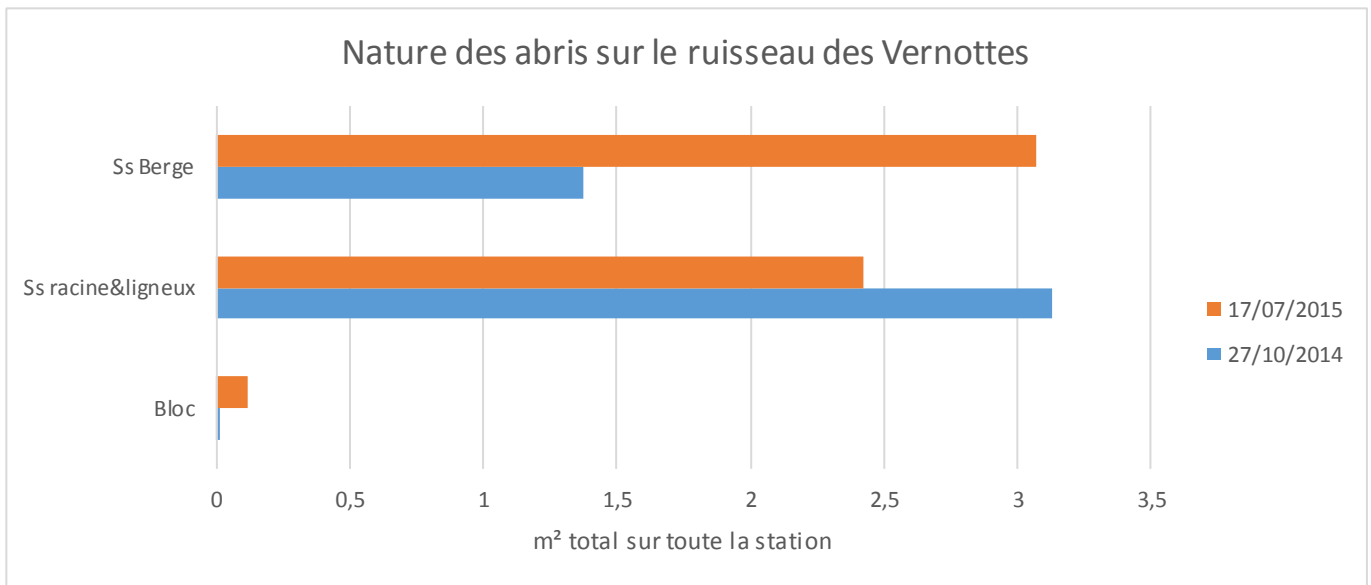


Figure 11. Nature des abris disponibles pour les truites du ruisseau des Vernottes (parcelle travaux)

Sur la station :

- les abris liés aux sous-berges sont compris entre 0.18 et 0.43 m<sup>2</sup> pour 100 m<sup>2</sup> de rivière,
- les abris liés aux racines et débris ligneux sont compris entre 0.34 et 0.41 m pour 100 m<sup>2</sup> de rivière,
- les abris liés aux blocs sont compris entre 0,002 et 0.02 pour 100 m<sup>2</sup> de rivière.



### III.3. Granulométrie dominante

Sur la station de mesure d'habitat, les fractions granulométriques dominantes sont grossières. Les ensembles granulométriques où les blocs et les galets dominent, sont très majoritaires. Cela concerne les blocs, blocs-galets, blocs-graviers, bloc-sable et les galets, galets-blocs, galets-graviers, galets-sables.

Les ensembles granulométriques où les sables et les graviers sont dominants sont peu fréquents sur la station.

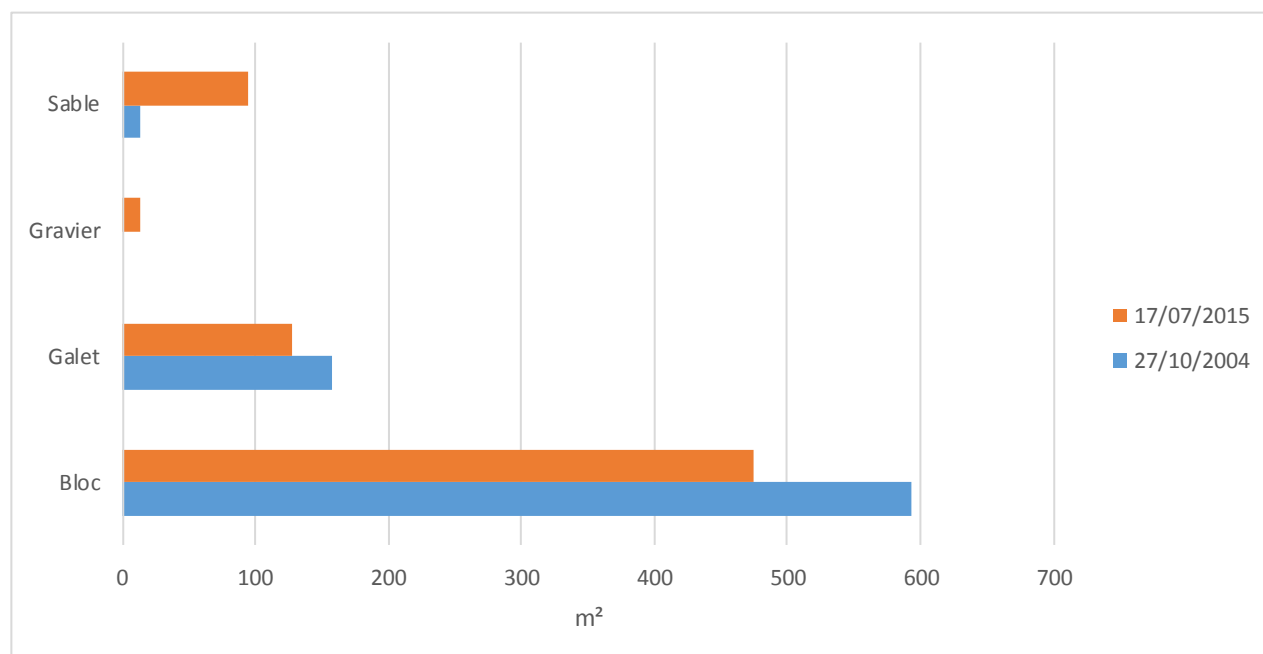


Figure 12. Fraction granulométrique dominante sur le ruisseau des Vernottes (parcelle travaux)

### III.4. Valeur d'habitat pour les truites adultes à l'étiage

	27/10/2014	17/07/2015
	Débit moyen	Débit faible
Valeur d'Habitat Adulte en VHA %	17.9%	16.8%
Surface Pondérée Utile SPU (m²/100m)	27.73	25.23

Conformément à la méthode énoncée dans la partie méthodologie, des valeurs d'habitat truite adulte (VHA %) et des valeurs de SPU (m²/100 m) ont été estimées pour la station de mesure à plusieurs reprises selon la méthode de détermination des faciès d'écoulement (Philippe Baran – CSP données non publiées).

Les valeurs d'habitats adultes (VHA ou SPU) restent faibles sur la station. La VHA varie de 16.8% à débit très faible à 17.9% pour des débits moyens.

Appréciation	Valeurs Références	
	% abris	% VHA adulte
Faible	<1%	<15%
Moyen	1 à 1.5%	15 à 20%
Fort	> 1.5%	>20%

Tableau 13. Classe de qualité des valeurs d'abris et de VHA Adulte (Baran et al., 1999)

Pour un petit ruisseau, ces valeurs ne sont pas complètement anormales. Il n'est pas certain qu'elles augmentent à l'avenir après implantation d'une ripisylve, car ces valeurs ne dépendent que de la nature des faciès d'écoulement.

Mais comme déjà énoncé l'habitat pour une truite adulte ne se résume pas simplement à la nature des faciès d'écoulement mais aussi à la quantité d'abris disponibles. Or, les abris peuvent être directement dépendants de la végétation rivulaire (racines, sous berge, bois mort), d'où l'importance de l'implantation sur la station d'une ripisylve.

### **III.5. Dynamique de végétalisation du site au premier été après les travaux**

Avant la mise en place de la clôture, il ne subsistait sur les berges du cours d'eau que 5 grands arbres déjà âgés et de la végétation rase de type herbacé.

On pouvait apercevoir quelques jeunes pousses d'aulne au printemps, mais dès l'arrivée des bovins dans la parcelle, ces dernières étaient automatiquement broutées.

A l'été 2015, 8 mois après la mise en place de la clôture une végétation héliophytique d'intérêt s'était déjà développée (iris, jonc, graminées, fleurs). Mais des jeunes pousses d'arbres ont pu aussi se développer.

Il a ainsi été dénombré plus d'une centaine de jeunes pousses en incluant les quelques boutures de saules (une dizaine) et les 30 aulnes implantés au moment des travaux mais sans compter les fascines disposées pour tenir les berges les plus érodées.

#### **Parcelle brouté et piétinée en amont de la zone de travaux**



Photographie 17. Parcelle aux berges piétinées

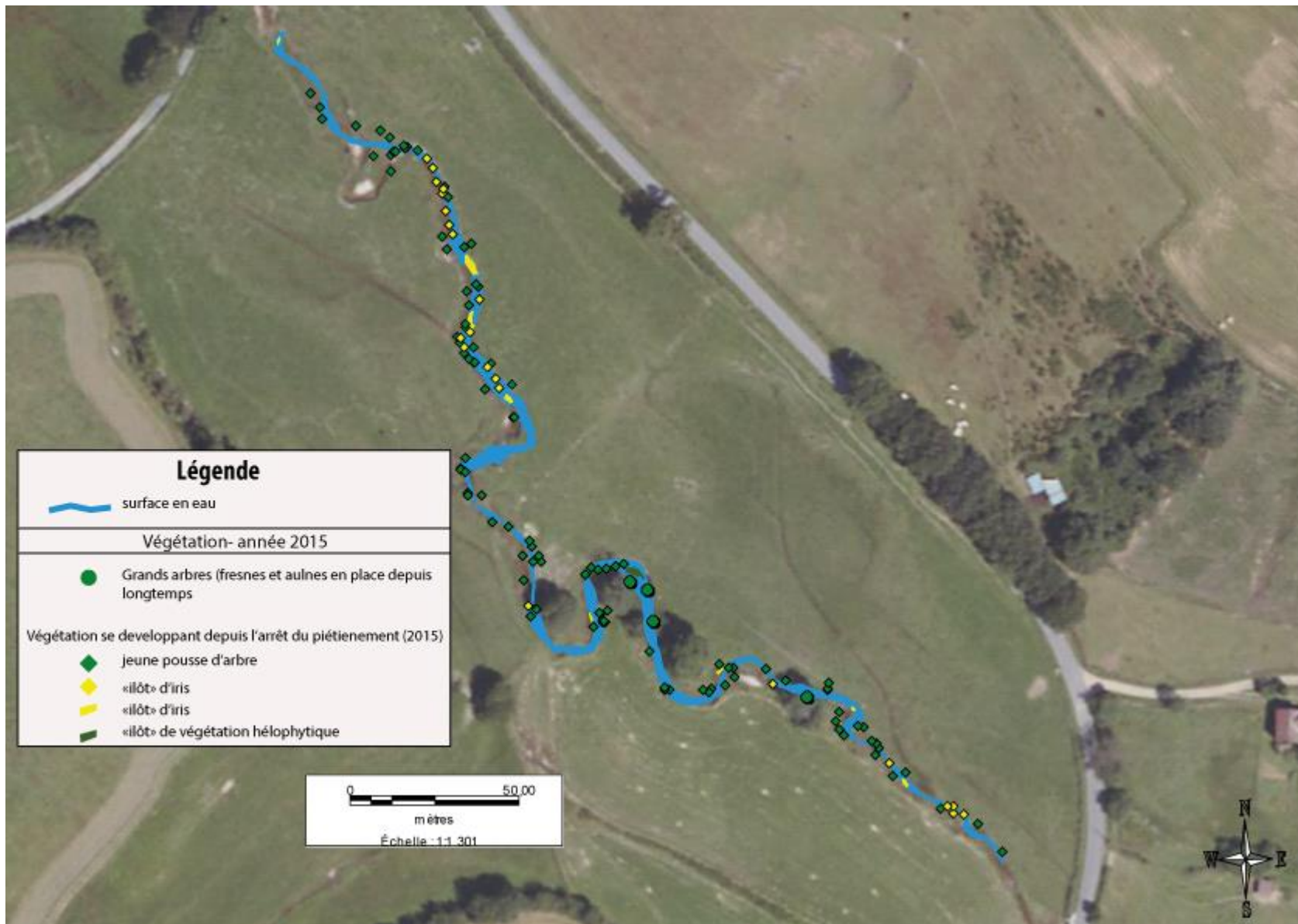
**Parcelle sur laquelle les travaux ont été entrepris**



Photographie 18. *Jeunes pousses d'aulnes*



Photographie 19. *Jeunes pousses d'aulnes*



Carte 7. Dynamique de végétalisation du site au premier été (mesure du 17 juillet 2015)



Photographie 20. *Végétation hélophytique et dépôt sédimentaire*



Photographie 21. *Végétation hélophytique*



Photographie 22. *Le ruisseau après restauration*

## IV. Caractéristiques piscicoles du ruisseau des Vernottes

Les caractéristiques piscicoles du ruisseau des Vernottes ont été déterminées dans la parcelle où les travaux de restauration de la ripisylve ont été entrepris.

En ces lieux, nous sommes sur les portions avals du ruisseau, non loin de sa confluence avec le Méchet.

Les pêches électriques ont été réalisées au début des automnes 2014 et 2015.

Code station	Commune	Lieu-dit	Situation	X (NGF – 92)	Y (NGF – 92)	Date de pêche
Vernottes 2	La Grande Verrière	Montaugey	Parcelle où les travaux ont été réalisés	786860	6653031	16/10/2014 08-10-2015

Tableau 14. station de pêche électrique

### IV.1.1. Les espèces présentes sur le ruisseau des Vernottes à la Grande Verrière.

Famille	Nom espèce	Nom latin	CODE	16/10/2014	08/10/2015
COTTIDAE	Chabot	Cottus perifretum	CHA	*	*
BALITORIDAE	Loche franche	Barbatula barbatula	LOF	*	*
SALMONIDAE	Truite commune	Salmo trutta	TRF	*	*
PETROMYZONTIDAE	Lamproie de Planer	Lampetra planeri	LPP	*	*
CYPRINIDAE	Chevesne	Squalius cephalus	CHE		*
	Vairon	Phoxinus phoxinus	VAI	*	*
Richesse spécifique				5	6

Tableau 15. Espèces échantillonnées sur le ruisseau des Vernottes

Les inventaires piscicoles entrepris sur le ruisseau des Vernottes à la Grande Verrière lors des années 2014 et 2015, ont permis de dénombrer 6 espèces piscicoles distinctes : chabot, truite commune, lamproie de planer, loche Franche, chevesne et vairon.

C'est une faible valeur de diversité piscicole, mais cela reste tout à fait standard pour un petit ruisseau salmonicole, si on excepte la présence du chevesne.

Le chevesne non présent à l'automne 2014 et apparu lors de l'échantillonnage du 8 octobre 2015. Typologiquement, cette espèce n'est pas à sa place dans ce petit ruisseau à truite. Mais l'intensité de l'étiage estivale 2015 peut avoir eu une répercussion directe sur la présence de cette espèce d'eau chaude dans le ruisseau. En effet une trentaine d'alevin a été capturée lors de l'inventaire piscicole de l'automne 2015. On peut supposer que la reproduction a eu lieu cette année sur le ruisseau pour cette espèce particulière. Il a suffi de quelques géniteurs présents sur le ruisseau.

Sur l'ensemble des 6 espèces piscicoles inventoriées on peut distinguer deux grands groupes de poissons :

- **la truite fario et ses espèces accompagnatrices, le chabot, la lamproie de planer, le vairon, la loche franche,**
- **un cyprinidé ubiquiste tolérant : le chevesne.**

Famille	Nom Espèce	Nom Latin	Code	Réglementation nationale		Directive européenne Habitat-Faune-Flore	Liste rouge des espèces menacées en France (1)
				A.M. du 8/12/1988 fixant la liste des poissons protégés	Art. R 432.5 du C.E. : espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques		
BALITORIDAE	Loche franche	Barbatula barbatula	LOF				LC
COTTIDAE	Chabot commun	Cottus perifretum	CHA			Annexe II	DD
CYPRINIDAE	Chevesne	Squalius cephalus	CHE				LC
	Vairon	Phoxinus phoxinus	VAI				DD
PETROMYZONTIDAE	Lamproie de planer	Lampetra planeri	LPP	X		Annexe II	LC
SALMONIDAE	Truite fario	Salmo trutta	TRF	X			LC

(1) EX : Eteint dans la nature ; RE : Disparu de France métropolitaine ; CR : en danger critique d'extinction ; EN : en danger ; VU : Vulnérable ; NT : Quasi menacé ; LC : Préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes ; NA : non applicable (taxon introduit, en limite d'aire, ...)

*Tableau 16. Statuts juridiques des espèces présentes sur les stations d'étude du ruisseau des Vernottes*

Sur la rivière, 3 espèces sur 6 présentent un statut juridique de protection, ce qui confirme et renforce le caractère patrimonial du ruisseau des Vernottes.

En effet la truite fario, la lamproie de planer mais aussi le chabot sont des poissons inscrits dans des textes nationaux ou européens de protection de la nature (Cf. tableau 16 ci-dessus).



Photographie 23. : *Illustration des 6 espèces piscicoles résidentes sur le ruisseau des Vernottes à la Grande Verrière*



(Photo : Fédération du Rhône pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique):

### IV.1.2. Biomasses, densités et abondances piscicoles sur le ruisseau des Vernottes à la Grande Verrière

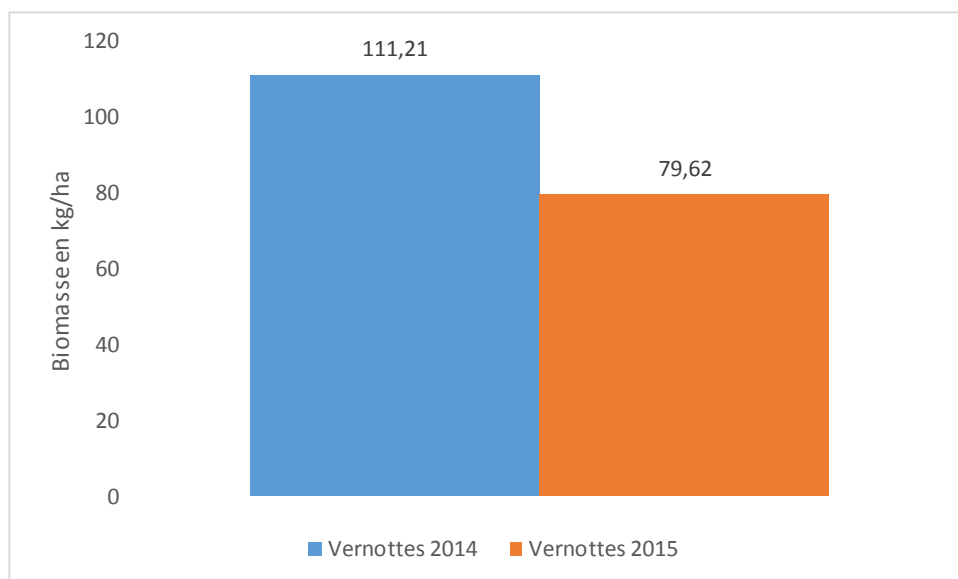


Figure 13. Evolution de la biomasse piscicole totale observée sur le ruisseau des Vernottes en 2014 et 2015 (parcelle travaux)

La biomasse piscicole totale est fluctuante sur les années d'étude. Elle varie entre 80 kg/ha (suite à l'été 2015) et 111 kg/ha en 2014. Cette fluctuation reste modérée. Ces valeurs de biomasses peuvent être considérées comme plutôt faibles.

	Espèces					
	CHA	CHE	LOF	LPP	TRF	VAI
Biomasse (kg/ha)	<b>52,98</b>	<b>0</b>	<b>2,42</b>	<b>1,13</b>	<b>34,92</b>	<b>19,76</b>
Densité (ind/1000m <sup>2</sup> )	<b>895,16</b>	<b>0</b>	<b>48,39</b>	<b>32,26</b>	<b>64,52</b>	<b>725,81</b>
Classe abondance	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
Biomasse (kg/ha)	<b>6,30</b>	<b>1,58</b>	<b>7,35</b>	<b>8,41</b>	<b>20,79</b>	<b>35,20</b>
Densité (ind/1000m <sup>2</sup> )	<b>82,55</b>	<b>240,15</b>	<b>112,57</b>	<b>240,15</b>	<b>67,54</b>	<b>1298,31</b>
Classe abondance	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Tableau 17. Composition spécifique du peuplement piscicole du ruisseau des Vernottes en 2014 et 2015 sur la station du suivi piscicole.

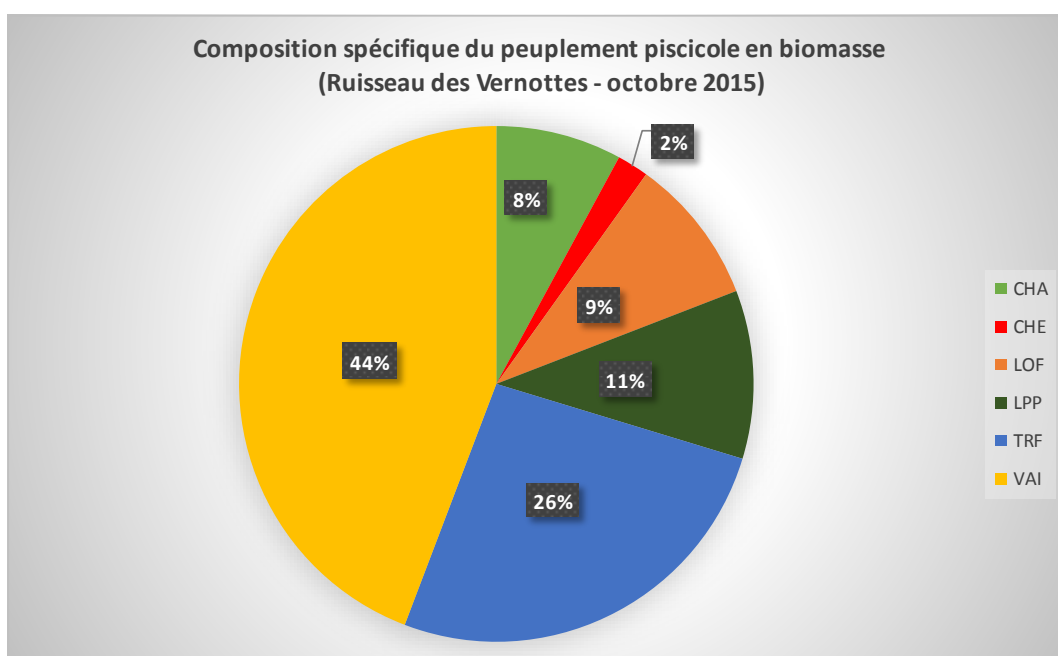
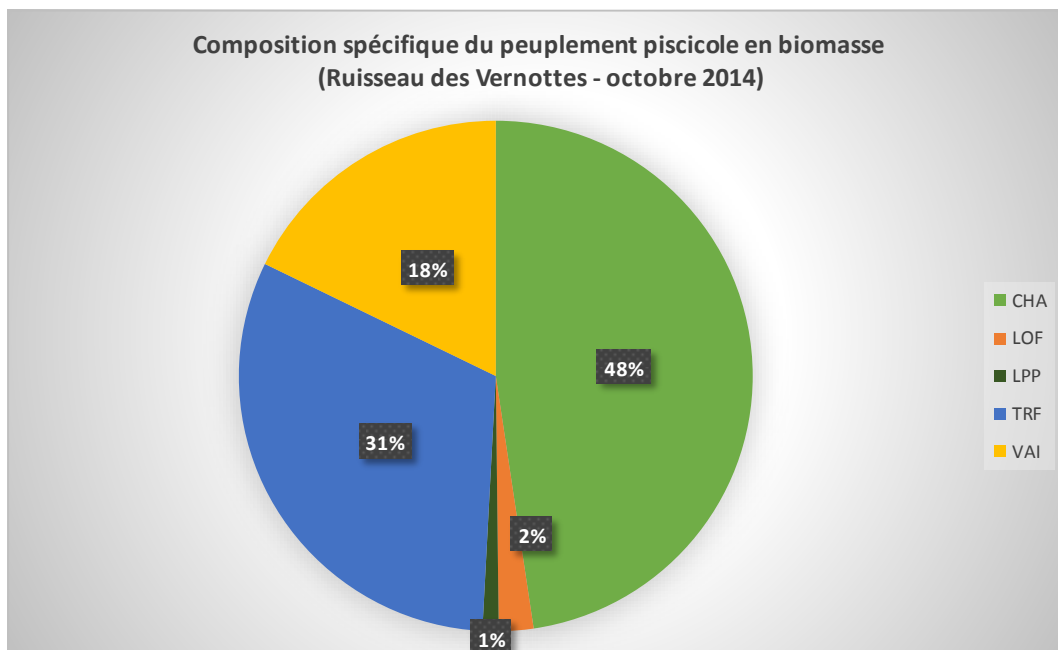


Figure 14. Composition spécifique du peuplement en biomasse sur le ruisseau des Vernottes (parcelle travaux)

Le peuplement est majoritairement dominé (en biomasse) par trois espèces : la truite commune, le vairon et le chabot. Ceci est à tout fait en adéquation avec les caractéristiques biotypologiques du ruisseau. La loche Franche et la lamproie de planer sont présentes mais à des niveaux moindres.

Néanmoins l'observation de la composition spécifique en biomasse du peuplement piscicole montre quelques évolutions sur la station entre l'automne 2014 et l'automne 2015. L'intensité de l'étiage estival (2015) semble avoir eu des répercussions sur la structure des peuplements.

Ainsi la truite fario et surtout le chabot, deux espèces sensibles à la température de l'eau, ont connu une baisse de leur biomasse respective. Quelques chabots morts ont même été observés lors de l'été 2015 sur la station. A contrario, le vairon, la lamproie de planer et la loche franche ne semblent pas avoir été impactés par cet épisode particulier ; épisode de sécheresse et de fortes chaleurs qui a permis aussi l'apparition du chevesne sur la station.

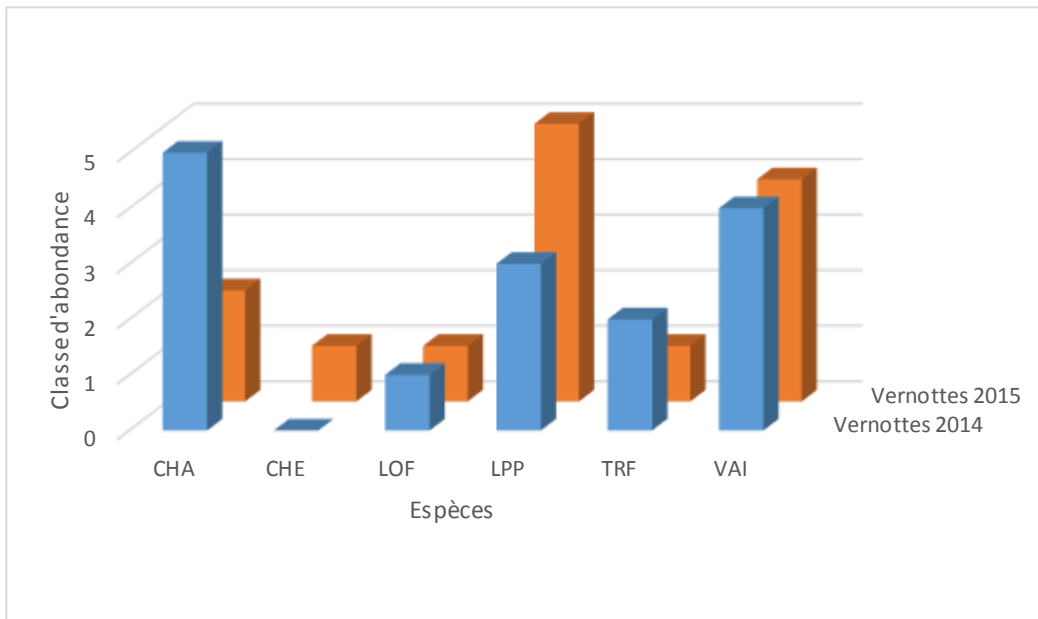


Figure 15. Classe d'abondance des poissons sur le ruisseau des Vernottes en 2014 et 2015 (parcelle travaux)

L'analyse de l'évolution des classes d'abondances entre les deux années réaffirment les observations faites précédemment à savoir :

- une baisse des abondances observées pour le chabot et la truite,
- un maintien des populations de vairon et de loche franche,
- l'apparition du chevesne en 2015.

La figure ci-dessus témoigne aussi d'une augmentation des densités de lamproie de planer en 2015. La technique d'échantillonnage à l'électricité n'étant pas du tout efficace sur la lamproie de planer, il est plus que délicat de commenter cette augmentation et d'y trouver une explication rationnelle.

### IV.1.3. *Indice poisson rivière*

	IPR	
	Note	Classe qualité
Vernottes 2014	6,6	Excellente
Vernottes 2015	20,6	Médiocre

Tableau 18. Note d'Indice Poisson Rivière (année 2014, 2015)

Note IPR	Classe de qualité
[ 0 ; 7 [	Excellente
[ 7 ; 16 [	Bonne
[ 16 ; 25 [	Médiocre
[ 25 ; 36 [	Mauvaise
≥ 36	Très mauvaise

Tableau 19. Classes de qualités définies par l'IPR

En 2014 l'Indice Poisson Rivière calculé sur le ruisseau des Vernottes témoignait de la bonne qualité du peuplement piscicole du ruisseau. Très sensible à la présence de la truite fario et de certaines de ces espèces accompagnatrices (chabot, lamproie de planer) l'Indice Poisson Rivière accordait une très bonne note au ruisseau des Vernottes.

En 2015, la situation est très différente. En effet, l'indice poisson rivière donne cette fois-ci une note de classe de qualité médiocre à la station de pêche. L'indice souligne une forte altération du milieu.

L'indice poisson rivière permet donc de bien mettre en avant l'impact du fort étiage estival et de ses conséquences sur le ruisseau.

Cette dégradation de la note s'explique simplement par la présence du chevesne, espèce polluo tolérante d'eau chaude qui a su profiter de la canicule de 2015 pour venir coloniser un nouveau milieu.

#### **Remarque :**

En omettant dans le calcul de l'indice poisson rivière, les chevesnes capturés, la note revient à 10 soit une classe de qualité bonne.

#### IV.1.4. *Détail et caractéristiques des populations de truite fario sur le ruisseau des Vernottes à la Grande Verrière*

	Densité TRF (ind/ha)		Biomasse TRF (kg/ha)	
	2014	2015	2014	2015
Vernottes	645	675	35	21

*Tableau 20. Classe d'abondance de truite fario sur le ruisseau des Vernottes (référentiel CSP DR 6)*

Comparées au référentiel existant pour les cours d'eau français (référentiel CSP DR 6), les densités et les biomasses de truites fario mesurées sur le ruisseau des Vernottes sont faibles à très faibles (Cf. référentiel du tableau 21, ci-dessus).

Pour expliquer ces faibles densités, il faut évoquer une tendance forte au réchauffement sur le ruisseau et une capacité d'accueil encore trop faible (habitat physique : faciès d'écoulement et abris).

En ce sens les travaux de restauration de la ripisylve sur une parcelle du ruisseau des Vernottes sont très positifs puisqu'ils devraient contribuer à limiter le réchauffement et favoriser l'augmentation des surfaces d'abris favorable aux truites. Ils devront seulement être répétés sur des linéaires plus vastes pour espérer des résultats nets et pérennes à l'échelle du bassin.

Densité pondérale (kg/ha)	Classe de densité	Densité numérique (ind./ha) Largeur du cours d'eau		
		< 3m	3 - 10m	> 10m
300	Très importante	10000	7000	5000
200	Importante	5500	4000	2700
125	Assez importante	3200	2200	1600
75	Moyenne	1800	1200	900
50	Assez faible	1100	700	550
30	Faible	600	400	300
	Très faible			

*Tableau 21. Rappel : Limites des classes de densité de truite fario pour le référentiel CSP DR6, 1978 :*

Les conditions ont été extrêmes pour les truites lors de l'été 2015. La température a dépassé environ 50% du temps les 19°C. Des pics jusqu'à 30°C ont été observés. Dans ces conditions les truites n'ont normalement pas pu survivre sur la station. Et il est très probable qu'il y ait eu des pertes.

Pour autant à l'automne 2015, quelques truites de toutes tailles ont été capturées sur la station. Certes l'abondance a diminué par rapport à 2014, mais cette diminution n'a pas été si nette.

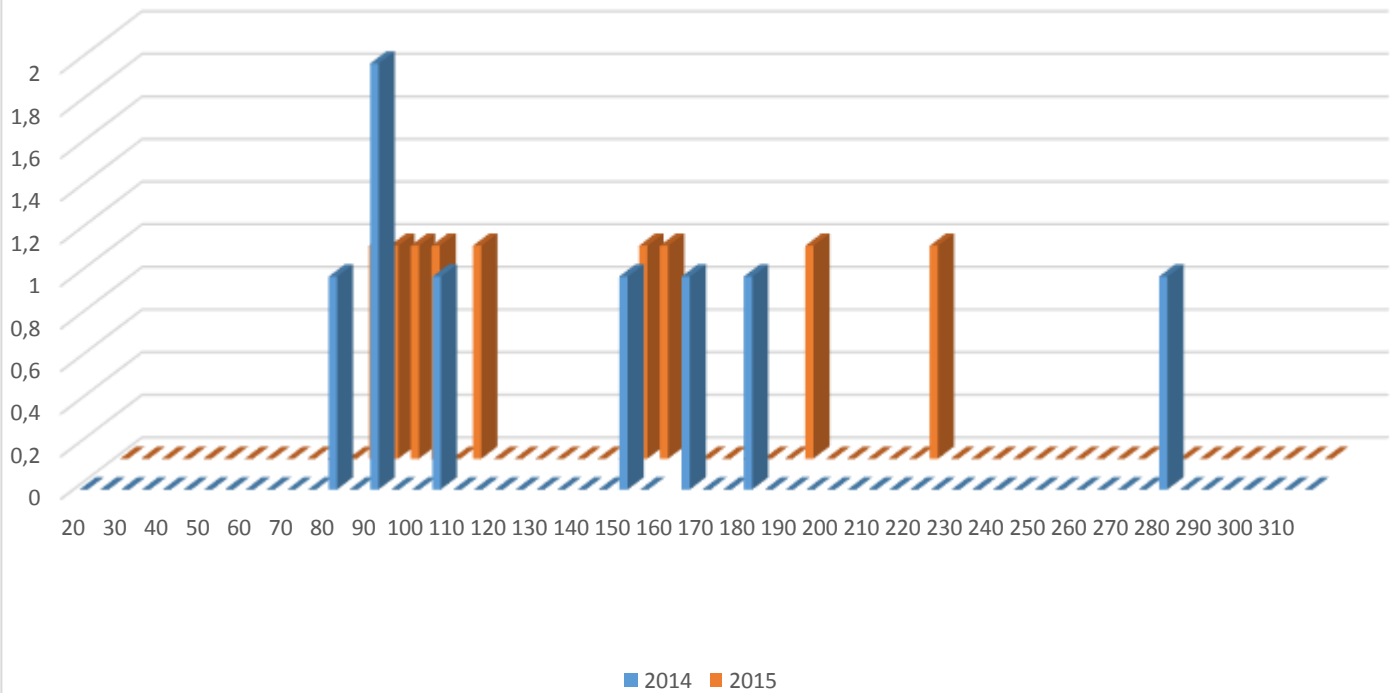
Il est difficile d'expliquer avec certitude ces observations. Mais il ne faut pas oublier que les poissons se déplacent beaucoup. De plus la reproduction (hiver 2014-2015) a plutôt bien réussi. Un excédent d'alevins a pu dévaler des portions amont fraîches du ruisseau dès le mois de septembre pour venir coloniser la station.

Aussi, à partir du mois de septembre, certains sujets adultes ont pu commencer à remonter du Méchet, affluent tout proche, de gabarit beaucoup plus important et beaucoup mieux préservé de la canicule de 2015 (Cf. partie Thermie).

Comme de nombreux salmonidés les truites ont de fortes capacités à rechercher les zones fraîches. Certaines ont pu fuir la station ou trouver quelques zones de « résurgences froides ». Néanmoins cette hypothèse reste assez incertaine sur le massif cristallin très imperméable du Morvan.

Enfin l'analyse de la thermie a montré que chaque jour en fin de nuit et aux premières heures du matin, la température redescendait très nettement (jusqu'à 14 – 15°C). Peut-être que cela a pu permettre aux truites de survivre. Mais ceci nous paraît peu probable

## Histogramme des classes de taille de truite fario sur le ruisseau des Vernottes (Station travaux).



## Discussion - Conclusion

La ripisylve est une composante fortement structurante de l'écosystème rivière. Ses rôles sont multiples et sa présence sur les berges d'un cours est très souvent étroitement liée avec la qualité écologique de ce dernier.

La ripisylve joue tout d'abord le rôle de protection thermique, facteur primordial sur les cours d'eau de tête de bassin. Facteur encore plus primordial aujourd'hui alors que les effets du réchauffement climatique terrestre se font de plus en plus sentir. Mais les boisements de berges ont bien d'autres fonctionnalités. Ces derniers fournissent une grande quantité d'abris (systèmes racinaires et encombres) essentiels à la faune aquatique et notamment à la faune piscicole. Ils garantissent également le maintien des berges ce qui permet la présence de sous-berge, constituant des zones refuges supplémentaires. Ils représentent par ailleurs une ressource trophique pour de nombreux invertébrés et par conséquent pour les poissons qui s'en nourrissent (litière, bois mort). Enfin la végétation rivulaire joue un rôle important d'autoépuration de l'eau piégeant et assimilant les matières fines et matières polluantes provenant des versants ; autant de points positifs pour la qualité de l'eau.

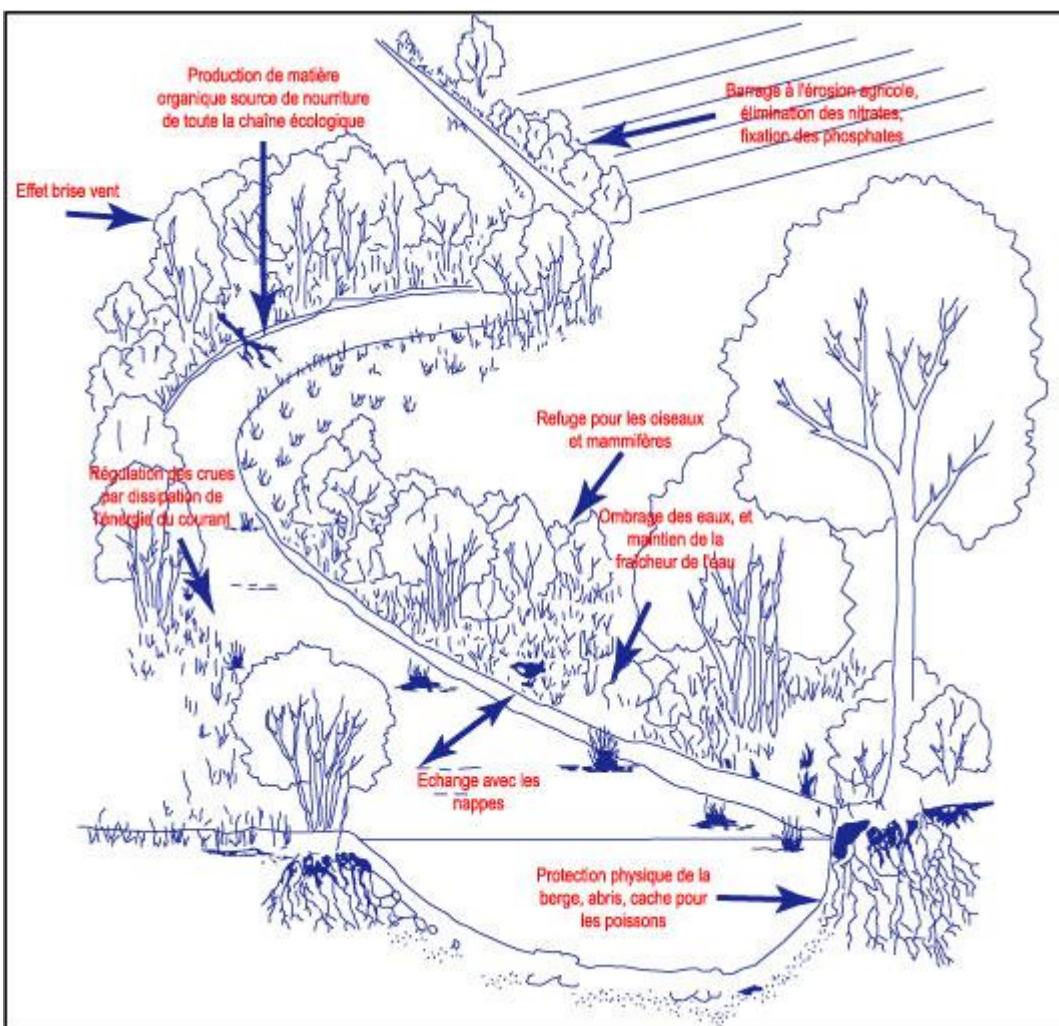


Figure 16. Les rôles de la ripisylve (Extrait guide protection des berges de cours d'eau en techniques végétales – Bernard Lachat 1994).



Malheureusement, bien souvent, en zone d'élevage la ripisylve a été purement et simplement supprimée sur les ruisseaux et les petites rivières de tête de bassin afin de faciliter la gestion et l'exploitation des parcelles.

Hormis une altération notable de la qualité écologique des milieux aquatiques concernés, cela a en plus favorisé les érosions et les incisions dans les berges, l'enfoncement du lit des cours d'eau, le transport sédimentaire et le dépôt de sédiment fin (sable). Autant d'aspects qu'exploitants et propriétaires riverains souhaiteraient ne plus connaître.

Voilà pourquoi il est important aujourd'hui de favoriser les politiques permettant la restauration, ou la réimplantation des ripisylves le long des ruisseaux et rivières.

Ce pourquoi, la Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique a souhaité s'inscrire dans un travail de restauration de la ripisylve sur le ruisseau des Vernottes, affluent de 1<sup>ère</sup> catégorie piscicole du Méchet, rivière patrimoniale du Morvan.

Pour favoriser la reprise de la végétation sur le ruisseau, une clôture a été disposée à 1.5 mètre de la berge (jusqu'à 2 mètres). En accompagnement un passage à gué a été réalisé et de grandes zones d'érosion ont été traitées au moyen des techniques végétales. Quelques plantations sont venues finaliser ces travaux.

Afin de suivre et de contrôler l'efficacité des travaux, il était important de mettre en œuvre un état initial. Ce dernier a permis de mettre en avant plusieurs points :

- un ruisseau caractérisé par un habitat piscicole de qualité moyenne à faible (cache, abris faciès d'écoulement),
- un ruisseau ayant une forte tendance au réchauffement,
- un ruisseau ayant connu une dégradation particulièrement sévère de son métabolisme thermique lors de l'été 2015,
- un ruisseau qui abrite néanmoins un peuplement piscicole d'intérêt patrimonial qu'il convient de protéger.

Tous ces aspects renforcent le fort intérêt d'une reconquête de la ripisylve sur les parties aval du ruisseau des Vernottes.

Cet état initial a aussi permis de mesurer dès les premiers mois après les travaux, une reprise importante et encourageante de la végétation naturelle après la mise en place de la clôture et l'arrêt des piétinement bovins.

Autant de signes qui laissent espérer une amélioration de la qualité écologique sur le ruisseau. Cette dernière pourra être évaluée d'ici 2 à 3 années, puis suivi par la suite selon la vitesse de développement de la végétation rivulaire.

## BIBLIOGRAPHIE

- Baran P., 1995.** Analyse de la variabilité des abondances de truites communes (*Salmo trutta* L.) dans les Pyrénées centrales françaises. Influence des échelles d'hétérogénéité d'habitat. Thèse doc., Institut National Polytechnique de Toulouse, 147p.
- Baran P., Lagarrigue T., Lascaux J.M., Henniaux H. et Belaud A., 1999.** Etude de l'habitat de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans quatre cours d'eau à haute valeur patrimoniale de la Loire. INP-ENSAT. 70p.+ annexes
- Belliard J. et Roset N., 2006.** L'indice poissons rivière (IPR) – Notice de présentation et d'utilisation. CSP : 24p
- Binns N.A., 1982.** Habitat Quality Index : procedure manual. Wyoming Game and Fish Department. 209p.
- Bovee K.D., 1982.** Habitat Quality Index : procedure manuel. Wyoming Game and Fish Department. 209 p.
- Carle F.L. & Strub M.R., 1978.** A new method for estimating population size from removal data. *Biometrics*, **34** : 621-630
- Cowx I.G., 1983.** Review of the methods for estimating fish population size from survey removal data. *Fish Management*, **14** (2) : 67-78.
- Chassignol R., 2015** Suivi piscicole du parcours de pêche à la truite, à la mouche et en no kill sur le Méchet à la Grande Verrière. Analyse et évolutions des peuplements piscicoles naturels 3 années après la mise en place du parcours No kill – 51p
- Degiorgi F., Morillas N., Grandmottet J.P, 2002.** Méthode standard de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station : l'IAM.
- Delacoste M., Baran P., Lek S. et Lascaux J.M 1995.** Classification et clé de détermination des faciès d'écoulement en rivière de montage. Bull. Fr. Pêche Piscic., 337/338/339, 149-1456
- De Lury D.B., 1951.** On the planning of experiments for the estimation of fish populations. J. Fish. Res. Bd. Can., 18 (4) : 281-307.
- ECOGEA, 2005.** Estimation de la capacité d'accueil de l'habitat physique du Cousin à l'amont de Saint-Agnan pour la truite commune (*Salmo trutta* L.). A1-2005-1-5. Ruisseaux de Têtes de bassins et faune patrimoniale associée LIFE04NAT/FR/000082.
- Faure J.P & Grès P., 2008.** Etude piscicole et astacicole préalable au contrat de rivières Rhins, Rhodon et Trambouzan (département 42 et 69) – 102p
- Gerdeaux D., 1987.** Note technique – Revue des méthodes d'estimation de l'effectif d'une population par pêches successives avec retrait. Programme d'estimation d'effectif par la méthode de Carle et Strub. *BFPP*, **304** : 13-21
- Ginot V., Souchon Y., Capra H., Breil P. et Valention S., 1998.** EVHA version 2.0 – Evaluation de l'habitat physique des poissons en rivière – Guide méthodologique
- Heggenes J., Saltveit S.J., Vaskinn K.A et Lingas O., 1996.** Predicting fish habitat use to changes in water flow : modelling critical minimum flows for atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*). *Regul.Rivers : Res Manag.*, 12, 331-344.

**Lachat Bernard 1994** – Guide protection des berges de cours d'eau en techniques végétales- SILEN BIOTEC  
– 143 p

**Programme INTERREG III A** – Identification, sauvegarde et réhabilitation des populations de truites autochtones en vallée d'Aoste et en Haute Savoie – Rapport final, 2006

**Sabaton C., Valtin S. et Souchon Y.**, 1995 ; La méthode des microhabitats – Protocoles d'application. Rapport CEMAGREF / EDF-DER HE/31-95.10, 33p

**Souchon Y., Trocherie F., Fragnoud E. et Lacombe C., 1989.** Les modèles numériques des microhabitats des poissons : application et nouveaux développements. Revue des sciences de l'eau, 2, 807-830.