

Caractérisation de cours d'eau de plaine dans le but d'une étude sur la relation entre le réchauffement de l'eau et la ripisylve

Hélène Roche

▶ **To cite this version:**

Hélène Roche. Caractérisation de cours d'eau de plaine dans le but d'une étude sur la relation entre le réchauffement de l'eau et la ripisylve. Sciences de l'environnement. 2013. hal-02598624

HAL Id: hal-02598624
https://hal.inrae.fr/hal-02598624

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Honorine ROCHE **Promotion 2011-2013**

Génie Biologique Génie de l'Environnement **Année universitaire : 2012-2013**

Rapport de stage :

Caractérisation de cours d'eau de plaine dans le but d'une étude sur la relation entre le réchauffement de l'eau et la ripisylve



Figure 1 : La Reyssouze à Viriat - Source : Yves SOUCHON, le 14/05/2013

Structure d'accueil :

Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture
Laboratoire d'Hydrologie Quantitative
5 rue de la DOUA
69 100 VILLEURBANNE

Maitre de stage : Yves SOUCHON

Tuteur de stage : Jean Pierre CHATELON

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier particulièrement mon maître de stage, Yves SOUCHON, qui m'a accueillie au sein de l'équipe de recherche et qui m'a épaulée tout au long de ce stage.

Je remercie également tous les membres du Laboratoire d'Hydroécologie Quantitative pour leur accueil, et plus particulièrement André CHANDESRIS et Kris VAN LOOY pour leur aide et leur disponibilité.

Enfin, je remercie mon tuteur de stage, Jean-Pierre CHATELON pour son aide dans l'élaboration de mon rapport de stage.

Sommaire

Liste de abréviations ii

Glossaire iii

INTRODUCTION 1

I Contexte d'étude 3

I.1 Présentation de la structure d'accueil 3

I.2 La Bresse, un nouveau territoire d'étude 4

I.2.1 Présentation générale des bassins versants 4

I.2.1.1 Le climat 4

I.2.1.2 La géologie 4

I.2.1.3 L'hydrologie 5

I.2.2 Un territoire et des cours d'eau soumis à des pressions anthropiques 6

I.2.2.1 Les activités agricoles 6

I.2.2.2 L'urbanisation 7

I.2.2.3 Les aménagements sur les cours d'eau 9

I.2.3 Une législation tentant de contrôler ces pressions 10

I.2.3.1 La Directive Cadre Européenne sur l'Eau 10

I.2.3.2 Son application à l'échelle des bassins versants 11

I.2.3.3 Sa mise en œuvre à l'échelle des trois bassins versants étudiés 11

I.2.4 La ripisylve, un premier pas vers l'atteinte du bon état des cours d'eau 12

I.2.4.1 Présentation générale des ripisylves 12

I.2.4.2 Ses différents rôles au sein des cours d'eau et des milieux aquatiques 12

I.2.4.3 La Bresse marquée par le manque de ripisylve 13

II Stratégie de mise en place d'un réseau de mesure de la température pour modéliser la relation température/ripisylve 16
II.1 Bibliographie 16
II.1.1 Relation entre l'état de la ripisylve et la température de l'eau 16
II.1.2 Influence de la température de l'eau sur les poissons 17
II.2 Les zones potentielles d'implantation des thermomètres 17
II.2.1 Critères de sélection des tronçons 18
II.2.2 Contrôle des zones sélectionnées par une sortie sur le terrain 20
II.3 Etude des données thermiques déjà disponibles 22
II.3.1 Analyse des données brutes 22
II.3.2 Différents régimes thermiques et influence de la géologie 25
II.4 Détermination des sites de mesures de la température 26
II.4.1 Bassin versant de la Veyle 26
II.4.2 Bassin versant de la Chalaronne 27
II.4.3 Bassin versant de la Reyssouze 27
CONCLUSION 29
Bibliographie 31
Annexes 34
Table des figures et des tableaux 45
Pagination des annexes 47

Liste de abréviations

DCE *: Directive Cadre sur l'Eau*

I2M2 *: Indice Invertébrées MultiMétrique*

IBGN *: Indice Biologique Global Normalisé*

IRSTEA *: Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture.*

ONEMA *: Organisme National de l'Eau et de Milieux Aquatiques*

RCO *: Réseau de Contrôle Opérationnel*

RCS *: Réseau de Contrôle de Surveillance*

SAGE *: Schémas d'Aménagement et de Gestion de l'Eau*

SDAGE *: Schémas directeurs d'Aménagement et de Gestion de l'Eau*

STEP *: STation d'Epuration*

SMVV *: Syndicat Mixte Veyle Vivante*

SYRAH_CE *: SYstème Relationnel d'Audit de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau*

Glossaire

Macrophyte *: le terme macrophyte désigne toutes les plantes aquatiques, émergentes (roseau à massette par exemple), ou submergées (comme l'élodée), qui sont de taille macroscopique, c'est-à-dire qu'on peut voir à l'œil nu*

Poïkilotherme *: adjectif qualifiant les organismes qui ne régulent pas leur température interne, à la différence des organismes homéothermes.*

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, dans de nombreuses régions de France, comme dans la plaine de la Bresse, l'intensification des pratiques agricoles mais également le développement de l'urbanisme ont conduit à faire reculer, à fragmenter et même à faire disparaître de nombreux espaces naturels. Les cours d'eau, ainsi que les milieux associés ont subi de sévères dommages face à la constante augmentation de l'occupation du sol par les hommes. Ces cours d'eau ont très souvent vu disparaître la végétation qui les entourait et avec elle, les nombreuses espèces qui y vivaient, entrainant ainsi la dégradation de leur état et celle de la qualité de leur eau. La DCE (Directive Cadre sur l'Eau) tente, en définissant comme objectif ambitieux l'atteinte du bonne état des masses d'eau, de limiter les pressions exercées sur les cours d'eau et d'enclencher un mouvement de restauration.

Le bon état écologique est déterminé selon des critères chimiques, par des analyses de substances, et biologiques, au moyen d'analyses de niveau de communauté sur les poissons, les macros invertébrés, les macrophytes ou les algues. En effet, ces organismes réagissent à différentes pressions mais sont aussi sous la dépendance de déterminants plus généraux comme la température de l'eau. Ce paramètre peut avoir de nombreuses incidences sur la faune aquatique puisqu'il contrôle, entre autres, la température interne des organismes aquatiques qui sont poïkilothermes, et la solubilité de l'oxygène dans l'eau. L'échauffement de la température de l'eau peut être influencé par différents facteurs dont les principaux sont d'ordre climatique (insolation) ou anthropique suite à des aménagements des cours d'eau (élimination de la végétation de part et autre des cours d'eau, retenues…). La température est un facteur qui a été beaucoup modifié durant la dernière décade, considérée comme la plus chaude jamais enregistrée au 20ème siècle.

La ripisylve constitue la végétation naturelle boisée présente dans le corridor rivulaire, c'est-à-dire la bande de terrain jouxtant les cours d'eau. Plusieurs études déjà menées ont montré l'importance de ces bandes végétales, qui jouent le rôle d'interface entre milieu aquatique et milieu terrestre mais qui sont également des zones tampon permettant de minimiser les impacts des activités anthropiques sur les cours d'eau. On comprend alors

aisément que la hauteur de la végétation de la ripisylve, mais aussi sa largeur ou encore les espèces végétales la peuplant, vont pouvoir influencer la température de l'eau des rivières et différentes fonctions de filtre, vis-à-vis notamment des matières en suspension et des nutriments (azote et phosphore).

La présente étude s'inscrit donc dans ce contexte de pressions anthropiques fortes, aux effets vraisemblablement accrus dans le contexte de changement global évoqué. Il devient alors intéressant de mieux connaître à l'échelle des territoires de gestion (choix de la plaine de la Bresse) la relation entre les corridors rivulaires et l'état de santé du cours d'eau, et plus particulièrement le lien entre la température de l'eau des rivières et la ripisylve. Cette étude apparaît alors comme la première partie d'un projet à plus long terme visant à modéliser cette relation température/ripisylve. Elle abordera donc la problématique liée à la stratégie à adopter pour mettre en place un réseau de température adéquate afin d'obtenir par la suite un modèle entre l'aspect température et la ripisylve. Pour répondre à cela, une présentation du contexte d'étude sera tout d'abord faite, afin de présenter d'une part, l'organisme proposant cette étude et d'autre part, la zone dans laquelle l'étude va être menée. Une seconde partie abordera ensuite les différents points mis en œuvre afin choisir des sites stratégiques pour la mise en place du programme de mesure de la température.

I Contexte d'étude

I.1 Présentation de la structure d'accueil

L'Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA), anciennement nommé CEMAGREF (CEntre du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts) aborde dans le domaine de la recherche des problématiques environnementales actuelles. Les ingénieurs et chercheurs de l'IRSTEA s'intéressent notamment à la gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques continentaux, à l'aménagement durable du territoire mais également à la mise en place d'une agriculture durable.

L'IRSTEA compte neuf centres de recherche dans toute la France [ANNEXE 1] dont un à Lyon, où le domaine central est l'eau (gestion quantitative, risques liés, impacts des polluants sur les milieux aquatiques). L'unité de recherche MALY (Milieux Aquatiques, Ecologie et Pollution) du centre de Lyon est spécialisée dans les cours d'eau et les milieux naturels associés. Parmi les différents laboratoires de l'unité, le pôle IRSTEA/ONEMA (Organisme Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques) Hydroécologie des cours d'eau s'intéresse aux pressions anthropiques auxquelles sont soumis les bassins versants, et leurs conséquences écologiques sur les milieux aquatiques.

La mission première du pôle a été l'accompagnement de la mise en place à l'échelle nationale de la DCE (Directive Cadre Européenne sur l'Eau), en apportant un soutien technique aux politiques publiques. Afin d'atteindre ses objectifs, le laboratoire s'est orienté vers plusieurs domaines de recherche. Parmi ceux-là, l'hydromorphologie a connu un grand développement puisqu'elle s'est révélée indispensable à la caractérisation et la restauration des cours d'eau. Elle s'appuie notamment sur une méthodologie d'analyse, le SYRAH (SYstème Relationnel d'Audit de l'Hydromorphologie des cours d'eau) qui tente de regrouper les différentes origines de l'altération physique des cours d'eau, en prenant notamment en compte des facteurs comme l'occupation des sols et les activités humaines, afin de définir les zones où un risque potentiel d'altérations des habitats des cours d'eau et de l'écologie sera présent. La restauration physique des cours d'eau, étroitement liée à l'hydromorphologie, occupe également une part importante des études menées. Enfin, le dernier grand domaine d'activité du pôle consiste à réaliser un appui méthodologique relatif à l'évaluation de la

qualité écologique des écosystèmes des cours d'eau. Ce dernier volet comprend non seulement l'évaluation physico-chimique des cours d'eau (pesticides, polluants, fonds géochimiques), mais également l'aspect de la bioindication par les macros invertébrés aquatiques, grâce à l'utilisation d'indices biologiques comme l'IBGN (Indice Biologique Global Normalisé) ou l'I2M2 (Indice Invertébrés MultiMétrique), un nouvel indice compatible avec le DCE. Dans cette mission de transfert spécifique le pôle d'hydroécologie accompagne les acteurs opérationnels des niveaux nationaux et des bassins (Agences de l'Eau, Directions régionales de l'ONEMA, Directions régionales de l'environnement).

I.2 La Bresse, un nouveau territoire d'étude

La plaine de la Bresse s'étend des plateaux bourguignons jusqu'à la région lyonnaise au sud, en longeant à l'est les contreforts du Jura et à l'ouest, le Massif central. Les trois bassins qui vont être étudiés se situent plutôt dans la partie méridionale de la plaine, entre les villes de Lyon, Bourg-en-Bresse et Macon [ANNEXE 2]. Il s'agit des bassins versants de la Reyssouze, de la Veyle et de la Chalaronne.

I.2.1 Présentation générale des bassins versants

I.2.1.1 Le climat

En ce qui concerne la climatologie, il faut se replacer dans un contexte plus large, qu'est celui du continent européen, pour interpréter les données. En se basant sur la carte des précipitations moyennes annuelles [ANNEXE 3], la région étudiée correspond à un taux de précipitations moyens, entre 700 et 900 mm par an. Par ailleurs, en s'intéressant aux températures moyennes du mois de juillet [ANNEXE 4], la région de la plaine de la Bresse affiche des valeurs comparables à la région aquitaine ou encore au centre de l'Espagne. Les températures estivales sont donc plutôt chaudes avec une moyenne en juillet variant entre 19.6 et 21.5°C.

I.2.1.2 La géologie

La plaine de la Bresse est un fossé d'effondrement qui a commencé à se former à l'Oligocène (38-25 millions d'années) [1]. Les trois bassins versants étudiés ont des formations sédimentaires datant du Pliocène, avec sur le bassin versant de la Reyssouze, et au nord du bassin versant de la Veyle, principalement des sables, des marnes et des argiles. Sur

la partie sud de la zone d'étude, le Pliocène a été recouvert par des formations glaciaires en terrasse (de type moraine). Au niveau des Dombes, ces formations glaciaires sont parfois surmontées par des limons (jusqu'à quatre mètres d'épaisseur par endroit). Enfin, dans les vallées formées par les cours d'eau principaux, des alluvions fluviatiles se sont déposés [ANNEXE 5].

Les observations faites à partir de la carte géologique laissent penser que la plaine de la Bresse est plutôt imperméable, notamment sur le bassin versant de la Reyssouze où se trouvent principalement des argiles, et des marnes. Ceci suppose une érosion assez faible au niveau de ce cours d'eau et de ses affluents, et un ruissellement plutôt important.

I.2.1.3 L'hydrologie

Les cours d'eau étudiés sont des cours d'eau de plaine dont le régime peut être qualifié de pluvial [2], c'est-à-dire qu'ils présentent des contrastes forts entre les débits d'automne/hiver et les étiages d'été [ANNEXE 6].

Cours d'eau	Station	Module (m3/s)	Etiage (m3/s)
Chalaronne	Villars-les-Dombes	0.479	0.003
	Châtillon-sur-Chalaronne	1.05	0.044
Veyle	Lent	0.400	0.073
	Vonnas	5.83	1.71
Reyssouze	Montagnat	0.551	0.046
	Bourg-en-Bresse	1.45	0.237

Tableau 1 : Données hydrologiques des principaux cours d'eau des trois bassins versants étudiés - Source : Banque Hydro www.hydro.eaufrance.fr

Comme présentées dans le Tableau 1, les données hydrologiques permettent de dire que les trois cours d'eau ont sensiblement les mêmes débits au cours de l'année, excepté pour la Veyle qui dans sa partie avale (Vonnas) possède un débit nettement supérieur aux deux autres. En ce qui concerne les débits d'étiage, ils sont dans l'ensemble assez faibles notamment pour la Chalaronne où en amont, on peut arriver à trois litres par seconde.

I.2.2 Un territoire et des cours d'eau soumis à des pressions anthropiques

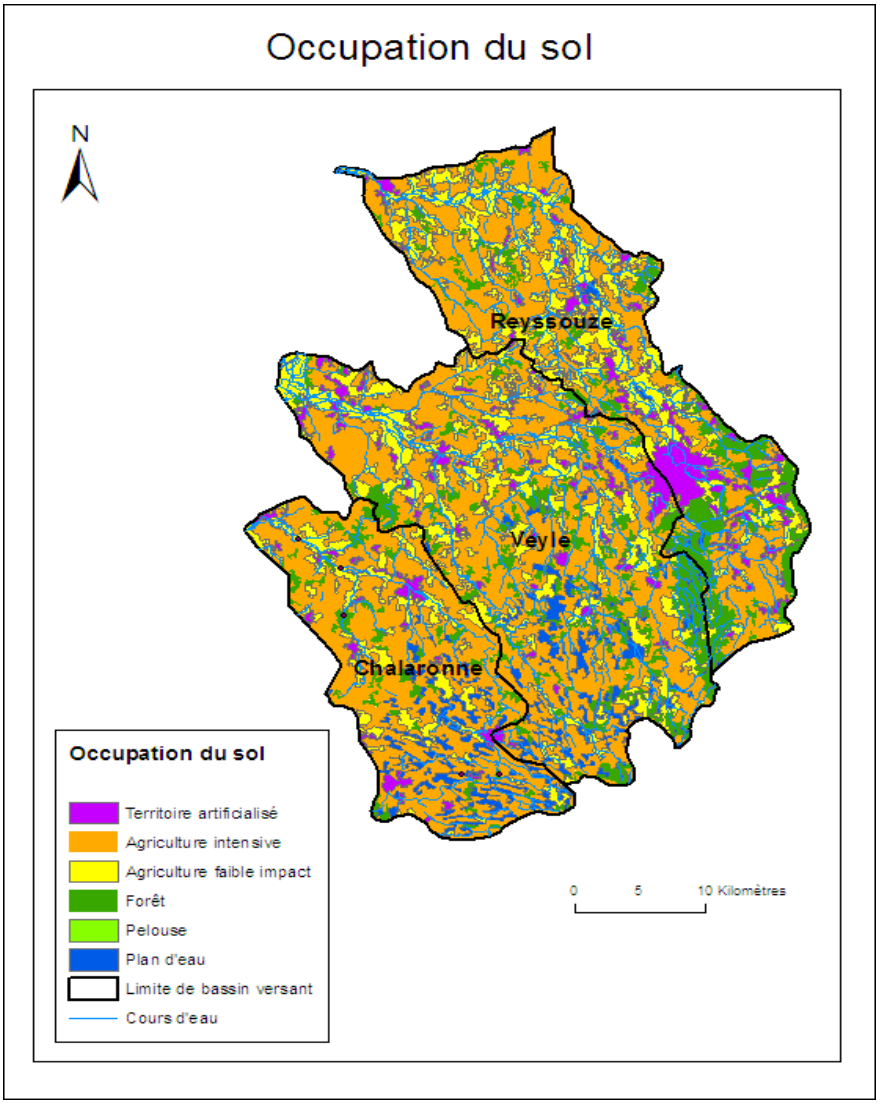


Figure 2 : Occupation du sol - Corine Land Cover 2006

Les activités humaines ont un impact sur l'environnement, et en particulier sur les cours d'eau et les milieux aquatiques, en exerçant diverses pressions sur ces derniers. La carte issue des données Corine Land Cover (CLC) qui représente l'occupation du sol, peut donner une idée des différentes pressions qui vont pouvoir être rencontrées sur les trois bassins versants étudiés.

I.2.2.1 Les activités agricoles

La première constatation qui peut être faite à la lecture de la Figure 2 est que le territoire de la Bresse est principalement occupé par des terrains agricoles. En effet, l'activité

agricole couvre 74% du territoire. L'agriculture à faible impact, correspondant généralement à des prairies pour l'élevage animal, se concentre principalement dans les vallées, au bord des cours d'eau. L'agriculture intensive, quant à elle, occupe la majorité du territoire, puisqu'elle occupe à elle seule 55% des bassins versants étudiés. Les activités agricoles vont exercer des pressions, tout d'abord en diminuant les espaces boisés et notamment ceux autour des cours d'eau. Ainsi, les cours d'eau vont être affaiblis et plus sensibles face aux impacts liés à l'agriculture tels que l'utilisation d'engrais et de pesticides (qui peuvent apporter entre autre un excès d'azote et de phosphate) et également face au réchauffement climatique.

I.2.2.2 L'urbanisation

En ce qui concerne l'urbanisation dans les bassins versants étudiés, la carte CLC montre que les zones représentant les endroits artificialisés ne sont pas prédominantes, puisqu'elles ne couvrent qu'environ 5% du territoire étudié. En effet, seule la région de Bourg-en-Bresse à l'est est concernée par des constructions artificielles importantes. De plus, la ville de Bourg-en-Bresse est traversée par un cours d'eau majeur, la Reyssouze, qui subit donc potentiellement des pressions liées à l'urbanisation.

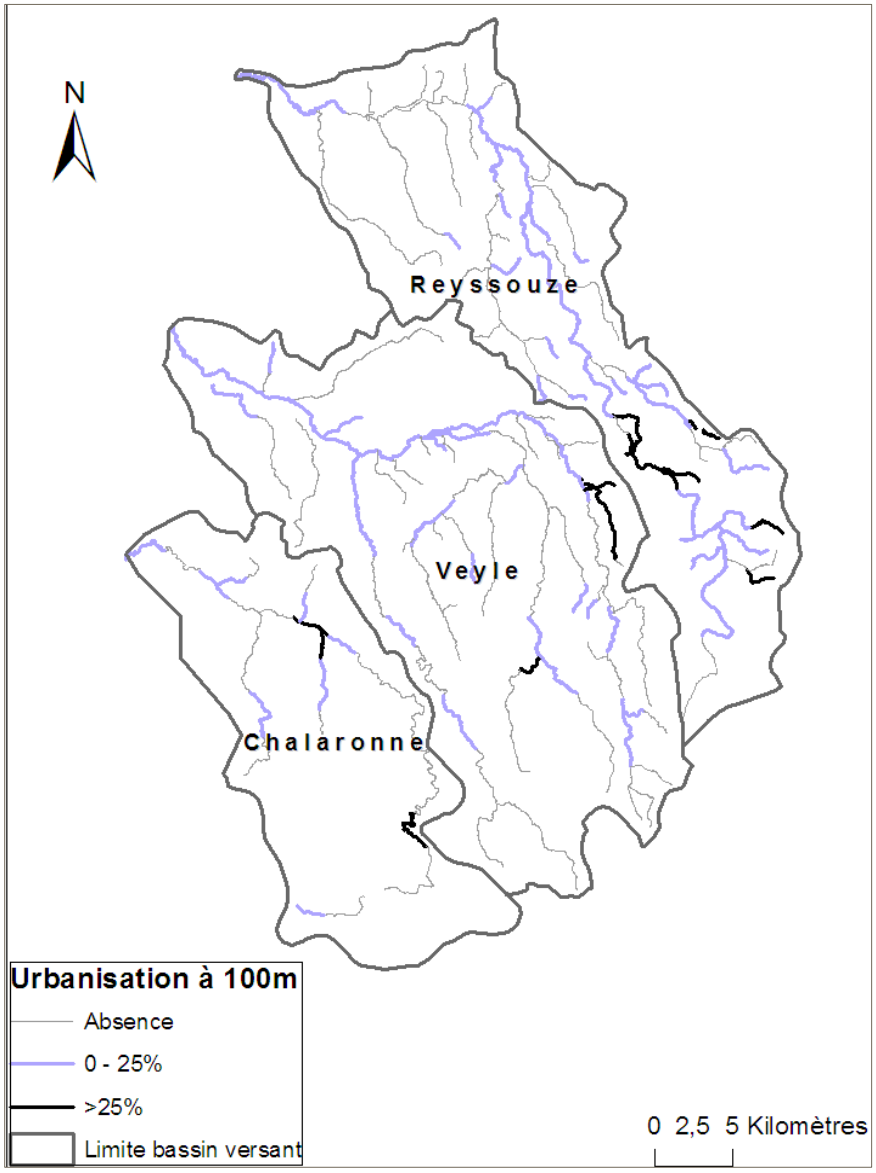


Figure 3 : Taux d'urbanisation dans les cent mètres autour des cours d'eau - Source : IRSTEA SYRAH_CE 2012

En s'appuyant sur la Figure 3, ci-dessus, qui représente le taux d'urbanisation dans une zone de cent mètres autour des cours d'eau, on constate deux choses : premièrement, il semble que dans la région de Bourg-en-Bresse, où l'urbanisation semblait déjà forte, les cours d'eau soient directement soumis aux pressions urbaines puisque le taux d'urbanisation dans les cent mètres est de 25%. La seconde remarque qui peut être faite est que le reste du réseau est également touché par l'urbanisation (ce que ne montrait pas forcément la carte CLC) puisque 26% des cours d'eau présentent un taux d'urbanisation compris entre 0 et 25 %. Seuls les petits affluents paraissent épargnés par l'urbanisation.

L'occupation des sols par des constructions artificielles ne semble pas être la pression majeure au premier abord. Cependant, il s'avère que l'urbanisation autour des cours d'eau n'est pas négligeable et est à prendre en compte dans l'ensemble des pressions exercées sur ces cours d'eau.

I.2.2.3 Les aménagements sur les cours d'eau

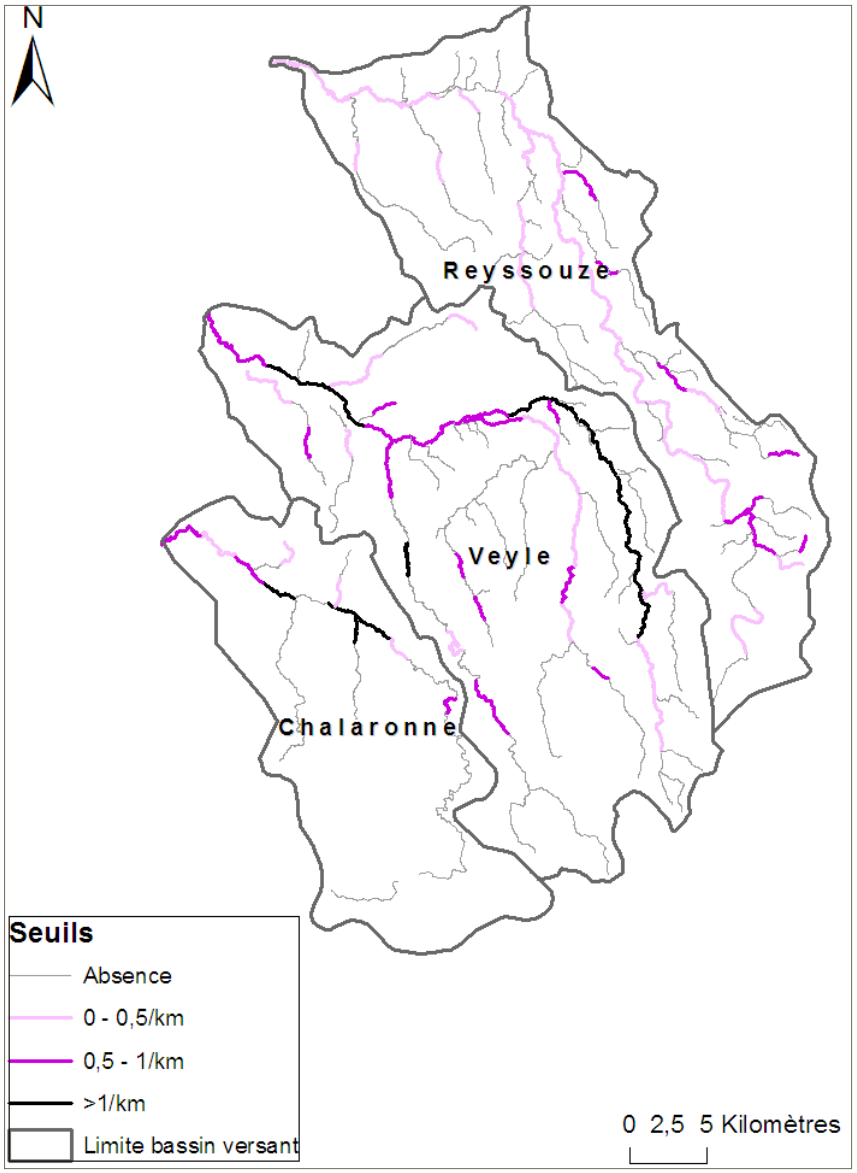


Figure 4 : Taux de seuils sur les cours d'eau appliquée aux USRA - Source : IRSTEA SYRAH_CE 2012

Les cours d'eau sont impactés par l'agriculture et l'urbanisation, mais également par les aménagements que les hommes y ont faits, comme la construction de seuils [Figure 5], de ponts et de franchissements. Les seuils ont généralement été construits pour l'alimentation des moulins, la création de zone de pêche ou bien pour contrôler le régime hydraulique des rivières. Cependant, ils modifient « les flux liquides, les flux solides, les flux de matières et d'organismes et le régime thermiques des cours d'eau [3] ».

La Figure 4 montre le nombre de seuils sur les cours d'eau des trois bassins versants. Le cours d'eau le plus touché par ces aménagement est la Veyle avec sur toute sa longueur au moins un seuil tous les deux kilomètres et au pire, un ou plus tous les kilomètres. Les deux autres bassins versants sont

beaucoup moins impactés par ces obstacles, avec seulement quelques tronçons où le taux de seuils est supérieur à un seuil tous les kilomètres.



Figure 5 : Enchaînement de seuils sur la Chalaronne à Villars-les-Dombes - Source : Honorine ROCHE, prise le 12/06/2013

I.2.3 Une législation tentant de contrôler ces pressions

I.2.3.1 La Directive Cadre Européenne sur l'Eau

La volonté de généraliser à l'échelle communautaire la législation concernant l'environnement, a donné lieu à l'écriture de nombreuses directives, dont une concernant plus particulièrement l'eau. La DCE, Directive Cadre Européenne sur l'Eau, datant du 23 octobre 2000 a pour objectif l'atteinte du bon état pour les masses d'eau, le terme bon état sous entendant, le bon état chimique des eaux et le bon état écologique des milieux aquatiques [4].

Le bon état chimique est déterminé en analysant des nombreuses substances et en comparant leur concentration à des valeurs seuils. Le bon état écologique est quant à lui défini

par des paramètres biologiques, basés sur l'étude de différents organismes animaux et végétaux, tels que les algues, les macrophytes, les poissons et les macros invertébrées aquatiques. Les masses d'eau sont alors réparties en cinq classes (allant du très bon état au mauvais état) en se basant toujours par rapport au plus mauvais paramètre. L'atteinte du très bon état se fait par l'analyse d'autres paramètres tels que l'hydromorphologie des cours d'eau.

I.2.3.2 Son application à l'échelle des bassins versants

La transcription de la DCE en droit français a permis de définir que les plans d'actions pour l'atteinte du bon état des masses d'eau seraient portés par les SDAGE (Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion de l'Eau). Ainsi les SDAGE ont fixé à l'échelle des grands bassins hydrographiques français, les orientations pour la préservation des milieux aquatiques et les objectifs de qualité afin d'atteindre le bon état des masses d'eau pour l'année 2015 (reportable à 2021, puis 2027) [5].

Pour la mise en place à une échelle plus petite, la DCE s'appuie sur les SAGE (Schémas d'Aménagements et de Gestion de l'Eau) qui s'appliquent aux sous bassins versants et qui doivent être compatibles avec le SDAGE en fixant les objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur, de protection quantitative et qualitative de l'eau. En complément des SAGE, les contrats de rivières ont été créés pour la mise en œuvre des SDAGE. Ces contrats sont des accords techniques et financiers entre les différents acteurs locaux, planifiés sur sept ans et mettant en œuvre des programmes d'actions [6].

Grâce à ces différents outils de planification et d'actions, la DCE, qui impose une législation à l'échelle communautaire, peut être appliquée au niveau local.

I.2.3.3 Sa mise en œuvre à l'échelle des trois bassins versants étudiés

Les bassins versants étudiés possèdent tous les trois des syndicats de rivières permettant de mettre en œuvre localement la DCE. Depuis plusieurs années, les trois bassins versants font l'objet de contrats de rivière comprenant plusieurs volets, dont l'assainissement, la lutte contre les pollutions diffuses, la restauration et la valorisation des milieux aquatiques et enfin animation et la communication.

Les premiers contrats de rivière de la Veyle et de la Reyssouze se sont achevés en 2011 et durant ces contrats de nombreux travaux ont été menés notamment sur la ripisylve. Sur la Reyssouze, il a permis la restauration de quinze kilomètres de ripisylve. Par ailleurs,

des suivis de température des cours d'eau ont déjà été effectués sur ces deux cours d'eau avec des données ponctuelles et continues, en poursuivant plusieurs objectifs, ce qui nécessite d'en faire un bilan spatial (implantation et but) et temporel (périodes, durée des chroniques et pas d'enregistrements). Quant au premier contrat de rivière sur la Chalaronne, il couvre la période 2008-2015 et est donc toujours en cours. Il comprend notamment des projets de restauration et de replantation de ripisylve [7-8-9].

I.2.4 La ripisylve, un premier pas vers l'atteinte du bon état des cours d'eau

I.2.4.1 Présentation générale des ripisylves

Les ripisylves sont des bandes de végétation arborée présentes de part et d'autre des cours d'eau. Dans une définition plus générale, l'espace rivulaire aussi dénommé corridor peut abriter différentes strates de végétation (arborescentes, arbustives ou herbacées). Deux facteurs principaux, qui sont la nature du sol et le climat, vont influencer la composition des ripisylves, et c'est pourquoi le long d'un même cours d'eau, la ripisylve ne va pas renfermer les mêmes espèces végétales. Les ripisylves sont étroitement liées au fonctionnement hydrologique et morphologique des cours d'eau. Elles occupent d'une part, une fonction d'interface entre milieu aquatique et milieu terrestre mais sont également des zones tampon permettant de filtrer tout ou une partie des différents apports (nutriments, sédiments, matière organiques…) vers les cours d'eau. Ces deux fonctionnalités sont plus ou moins bien assurées en fonction de la continuité de la ripisylve le long des cours d'eau, de sa largeur et des essences la composant [10]. De nombreux scientifiques se sont notamment interrogés sur la largeur de la ripisylve. Pour Newbold [11] ou encore Pinay & Décamps [1232], une largeur de trente mètres de part et d'autre serait à préconiser pour un bon fonctionnement des cours d'eau sur les aspects biologiques notamment.

I.2.4.2 Ses différents rôles au sein des cours d'eau et des milieux aquatiques

- *Rôles mécaniques :*

La ripisylve joue un rôle fondamental dans la stabilisation des berges des cours d'eau. La végétation rivulaire du fait de son enracinement profond va permettre de consolider les abords des rivières et de limiter son érosion. Son rôle est d'autant plus important lors des épisodes de

crue [13]. Par ailleurs, la ripisylve permet également de limiter l'apport trop important en sédiments, qui est souvent observé près des parcelles agricoles, où le travail du sol combiné à certaines conditions (de climat et de relief par exemple) sont susceptibles de générer de grandes quantités de sédiments fins jusqu'aux rivières.

- *Rôles physico-chimiques :*

La fonction de zone tampon de la ripisylve participe à l'autoépuration de la rivière, en retenant et fixant notamment les phosphates et l'azote, qui sont deux nutriments responsables de l'eutrophisation. D'autre part, les végétaux peuplant la ripisylve apportent un ombrage qui diminue le taux d'éclairement des cours d'eau, limitant également le phénomène d'eutrophisation. Ce même ombrage garantie une régulation thermique de l'eau qui est d'autant plus importante sur les petits cours d'eau, où la présence d'une petite bande d'arbre suffit généralement à ombrager une grande partie du cours d'eau.

- *Rôles écologiques :*

Les espaces rivulaires sont des espaces à fort potentiel écologique. Ce sont tout d'abord des zones où de nombreuses espèces végétales sont présentes. Dans la région de la Bresse, les arbres les plus représentatifs des bordures de rivière sont l'Aulne glutineux (*Aulnus glutinosa*), le Frêne (*Fraxinus excelsior*), le Chêne pédonculé (*Quercus robur*) et les Saules (*Salix sp*). Par ailleurs, les ripisylves permettent de maintenir des milieux aquatiques riches au niveau faunistique puisqu'elles assurent la création d'habitat aquatique (grâce à la formation de discontinuité dans le régime hydrologique du cours d'eau due à la chute d'arbres et de branches) et qu'elles constituent une source de nourriture (grâce à l'apport de matière organique par les feuilles mortes).

I.2.4.3 La Bresse marquée par le manque de ripisylve

Comme présenté précédemment, les trois bassins versants de la Bresse sont marqués par des forts taux d'urbanisation et d'agriculture. Ceci a eu pour conséquence un recul de la végétation naturelle et notamment de la ripisylve. Le système de modélisation SYRAH_CE utilisé pour caractériser le risque d'altération de l'hydromorphologie des cours d'eau prend en compte le taux de ripisylve autour des cours d'eau, en s'intéressant à deux largeurs d'emprise : dix mètres et trente mètres de part et d'autre du cours d'eau. Sachant que sous nos latitudes un arbre en pleine croissance couvre une zone équivalente à un cercle de diamètre

compris entre dix et quinze mètres, le taux de ripisylve à dix mètres correspond à un rideau d'arbre simple le long des cours d'eau. Quant au taux de ripisylve à trente mètre, il reflète plutôt une ripisylve avec un corridor boisé.

Taux végétation	<10%	10%-30%	30%-60%	>60%
Chalaronne	0%	4,6%	34,4%	60,9%
Veyle	2,1%	18,3%	53,6%	26,0%
Reyssouze	9,6%	34,6%	43,4%	12,4%

Tableau 2 : Pourcentage du taux de végétation à 10 m sur les cours d'eau des bassins versants étudiés - Source : IRSTEA SYRAH_CE 2012

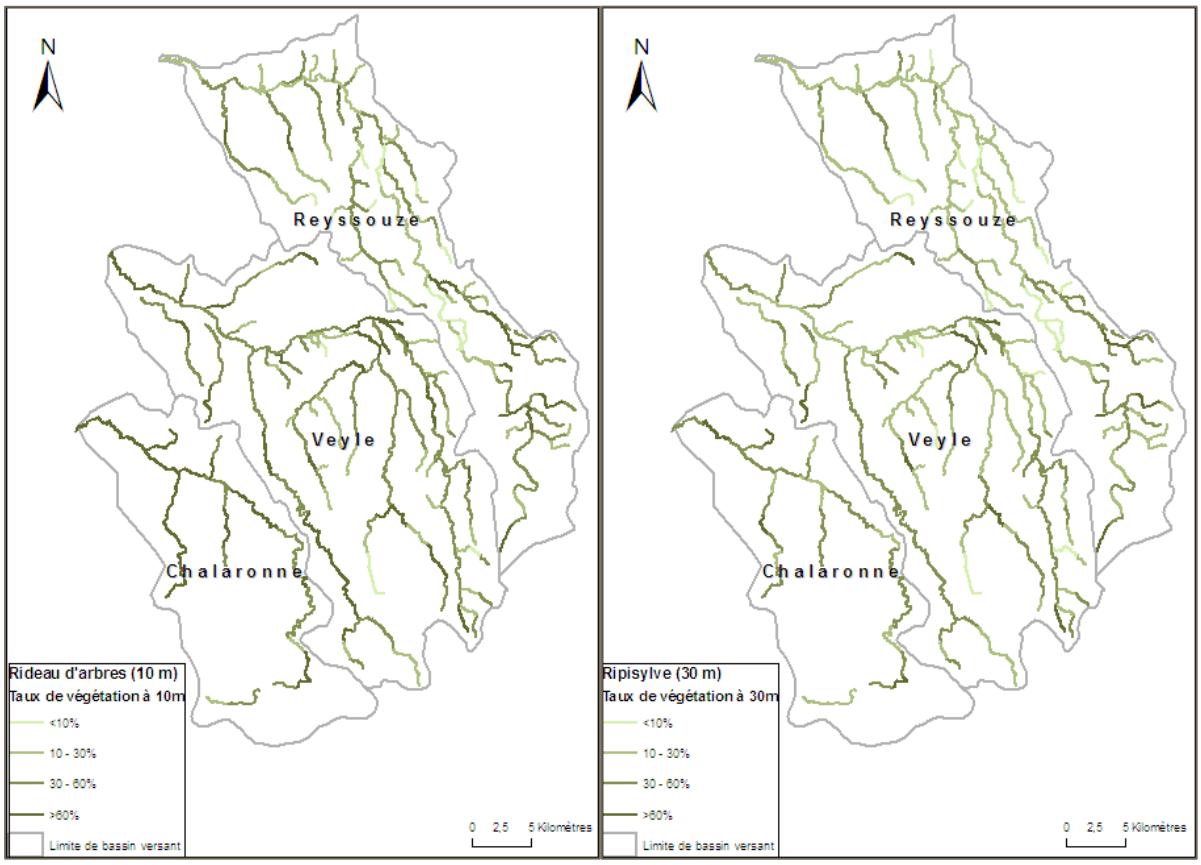


Figure 6 : Taux de végétation à 10 m (à gauche) et 30 m (à droite) sur les trois bassins versants étudiés –Source : IRSTEA SYRAH_CE 2012

La carte de gauche de la Figure 6 montre le taux de ripisylve présent de part et d'autre, sur une largeur de dix mètres, des trois cours d'eau. La première constatation pouvant être faite est que les trois bassins versants ne sont pas touchés par le manque de ripisylve de manière identique. On observe en effet un gradient dans le taux de ripisylve allant du sud au

nord. Tout d'abord, le bassin versant de la Chalaronne au sud est peu touché : les zones les plus critiques avec un taux entre 10% et 30% sont rares (elles touchent moins de 5% du réseau) et plus de 60% des cours d'eau possède un taux de ripisylve supérieur à 60% [Tableau 2]. Ceci peut être corrélé avec le fait que ce bassin versant est localisé dans les étangs de la Dombes, où l'urbanisation est moins forte et où la végétation est plus importante. En ce qui concerne la Veyle, la dégradation de la ripisylve est plus marquée puisque 2% du réseau est touché par une absence marqué de ripisylve (taux inférieur à 10%) et les zones où le taux de ripisylve à dix mètres est de 60% sont plus rares (seulement 26% des cours d'eau) [Tableau 2]. Cependant, les tronçons les plus marqués par le manque de ripisylve se trouvent en tête de bassin versant, et ne sont pas corrélés avec une occupation différente du sol mais plutôt à une forte pression agricole dans un contexte où les cours d'eau sont moins larges. Enfin le bassin versant de la Reyssouze est celui où le manque de végétation est le plus marqué. Les endroits les plus critiques se situent en aval de la ville de Bourg-en-Bresse, et plus de 9 % du linéaire des cours d'eau possèdent un taux de ripisylve inférieur à 10% [Tableau 2].

La carte de la ripisylve à trente mètres (Figure 6, carte de droite) montre le même gradient sud-nord de manque de ripisylve, que la carte précédente, mais les phénomènes y sont plus marqués. En effet, près de plus la moitié des cours d'eau se situe dans la tranche 10%-30% pour le taux de végétation 30 m alors que pour le taux de végétation à dix mètres, environ la moitié du réseau était dans la classe supérieure à savoir 30% - 60%. Ceci peut s'expliquer par des aménagements en bordure de cours d'eau (voie de communication dans le lit majeur, urbanisation) et par un contexte général de pression agricole.

L'analyse de ces deux cartes a donc montré que l'ensemble du territoire de la Bresse, est touché par la fragmentation et/ou l'absence de ripisylve, avec un gradient sud – nord très marqué. Par ailleurs, les cours d'eau, au niveau des têtes de bassin versant et autour des villes importantes, ont un rideau d'arbres assez faible qui s'explique principalement par des effets d'urbanisation (voie de communication, constructions de bâtiments) et par une emprise forte des espaces agricoles sur l'ensemble des trois bassins versants.

II Stratégie de mise en place d'un réseau de mesure de la température pour modéliser la relation température/ripisylve

II.1 Bibliographie

Avant d'étudier plus précisément le cas des bassins versants de la Bresse, il est intéressant de dresser un état de l'art de la littérature internationale. Cette littérature étant plus fournie en ce qui concerne la relation entre la température de l'eau et les poissons, son analyse permet de voir quels sont les ordres de grandeurs atteignables en termes d'atténuation de l'insolation des cours d'eau par la ripisylve. C'est une question à enjeux pour les mesures d'adaptation dans la lutte contre le réchauffement des cours d'eau.

II.1.1 Relation entre l'état de la ripisylve et la température de l'eau

La littérature concernant l'influence de la ripisylve sur la température des cours d'eau est assez riche. Une synthèse des publications les plus citées a été réalisée sous forme de tableau [ANNEXE 7].

D'après ce tableau, les variations moyennes de température ne sont jamais supérieures à 2 degrés Celsius, lorsque sont comparées des zones ouvertes sans ripisylve avec des zones colonisées par une ripisylve plus ou moins dense. En revanche pour les températures maximales enregistrées pendant la période estivale, les variations peuvent aller jusqu'à 8 degrés Celsius, entre une zone totalement ouverte et une zone avec une ripisylve boisée de part et d'autre du cours d'eau [14].

Parmi la littérature lue, une étude menée en Suisse et s'intitulant Clim-arbres [18] se rapproche sensiblement du projet mené dans le cadre de ce stage. Clim-arbres est en effet un projet proposant « une démarche pragmatique » pour lutter contre les effets du réchauffement climatique et plus précisément du réchauffement de l'eau dans les cours d'eau. Il se décompose en trois parties avec notamment dans un premier temps, la détermination des facteurs principaux influençant le régime thermique des cours d'eau. Cette partie là a de nombreux points communs avec l'étude menée ici. Ce genre d'étude n'est donc pas une nouveauté mais il est intéressant de la mener sur différents territoires, car il n'y a pas forcément les mêmes pressions, les mêmes conditions climatiques d'un territoire à l'autre.

II.1.2 Influence de la température de l'eau sur les poissons

L'un des principaux enjeux de la lutte contre le réchauffement des cours d'eau est de les maintenir dans une ambiance thermique qui ne favoriserait pas les crises trophiques (métabolisation accrues des nutriments avec pour conséquence des blooms algaux) et qui préserverait des aires de répartition suffisantes pour les espèces des zones salmonicoles comme la Truite, l'Ombre ou encore le Chabot), électives de températures n'excédant pas 19°C. En effet, la température de l'eau influence directement le fonctionnement biologique des espèces présentes dans les rivières, et notamment celui des poissons. Elle va tout d'abord déterminer (avec la pression), le taux de dissolution de l'oxygène dans les eaux douces. En effet, la solubilité de l'oxygène dans l'eau va diminuer avec une augmentation de la température [ANNEXE 8]. Les conditions optimales de dissolution de l'oxygène pour les poissons dépendent des nombreux facteurs comme l'espèce, l'âge, la température de l'eau. Cependant, des concentrations n'étant pas inférieures à cinq milligrammes d'oxygène par litre, pour des eaux tièdes et à six ou sept milligrammes d'oxygène par litre, pour des eaux froides semblent convenir pour éviter aux poissons des conditions de stress liées au manque d'oxygène [19]. Par ailleurs, la température de l'eau va directement intervenir sur le métabolisme des poissons puisque ce sont des organismes poïkilothermes, c'est-à-dire que leur température interne dépend directement de la température de l'eau. De nombreuses études ont été menées sur les conditions optimales de températures de l'eau pour les poissons, mais elles dépendent également de plusieurs paramètres (l'espèce, l'âge, le sexe…). Un tableau, présenté en ANNEXE 9, regroupe les intervalles de tolérance et les températures maximums de différents poissons pouvant être rencontrés dans les cours d'eau des bassins versants étudiés [20].

II.2 Les zones potentielles d'implantation des thermomètres

L'idée directrice du projet est de construire à terme un modèle régional de la relation entre le réchauffement de l'eau et la ripisylve. Pour cela, il est nécessaire de quantifier cette relation, qui dépend de la quantité d'insolation plus ou moins interceptée par un gradient de ripisylve (grâce à l'effet voûte et à la continuité longitudinale du corridor), à partir d'un réseau de thermomètres judicieusement placé sur les trois bassins versants. Dans cet objectif, on cherche à construire un plan d'expérience qui tienne compte des autres paramètres pouvant influencer la température des cours d'eau. En tenant compte des données déjà acquises dans

différents réseaux et pour différents propos, mais aussi en menant une étude géographique précise, différentes zones d'intérêts dans les bassins versants ont été sélectionnées.

II.2.1 Critères de sélection des tronçons

Dans le cadre d'une première approche, les zones à éviter ont été définies comme celles possédant une STEP sur le tronçon de cours d'eau et/ou celles où le taux de seuils était supérieur à un seuil tous les kilomètres. En effet, les STEP ont une influence sur la température des cours d'eau notamment en période d'étiage lorsque le débit est quasi nul et qu'il provient presque exclusivement du rejet des STEP. Par ailleurs, comme cela a été dit dans le paragraphe I.2.2.3, les seuils peuvent influencer le régime thermique des cours d'eau. Ces différentes informations ont donc été rassemblées sur une carte afin de visualiser les tronçons de cours d'eau possédant une STEP et/ou ayant un taux de seuils supérieur à un par kilomètre et de les mettre à l'écart pour l'étude. Par ailleurs, les petits affluents ont été également écartés par crainte qu'ils soient à sec pendant l'été, les débits d'étiage étant déjà très faibles en été sur les principaux cours d'eau des bassins versants [Tableau 1].

Après cette première sélection de tronçons à éviter, il a fallu rechercher des zones avec un gradient dans le taux de ripisylve. Pour cela, seul l'indicateur du taux de ripisylve dans les dix mètres autour du cours d'eau a été choisi. En effet, l'étude portant sur l'influence de l'ombrage sur le réchauffement de l'eau, on considère que l'ombrage est majoritairement procuré par la végétation boisée dans les dix mètres et non celle allant jusqu'à trente mètres, qui elle joue plus un rôle comme effet tampon. Par ailleurs, parmi ces tronçons, ceux possédant un réseau de données biologiques (IBGN, I2M2) ont été privilégiés, afin d'éventuellement coupler par la suite, l'étude avec des indices biologiques.

Cette sélection a permis d'aboutir à la création de carte pour les trois bassins versants, montrant les tronçons candidats à privilégier ou au contraire les tronçons à ne pas retenir pour la mise en place des thermomètres.

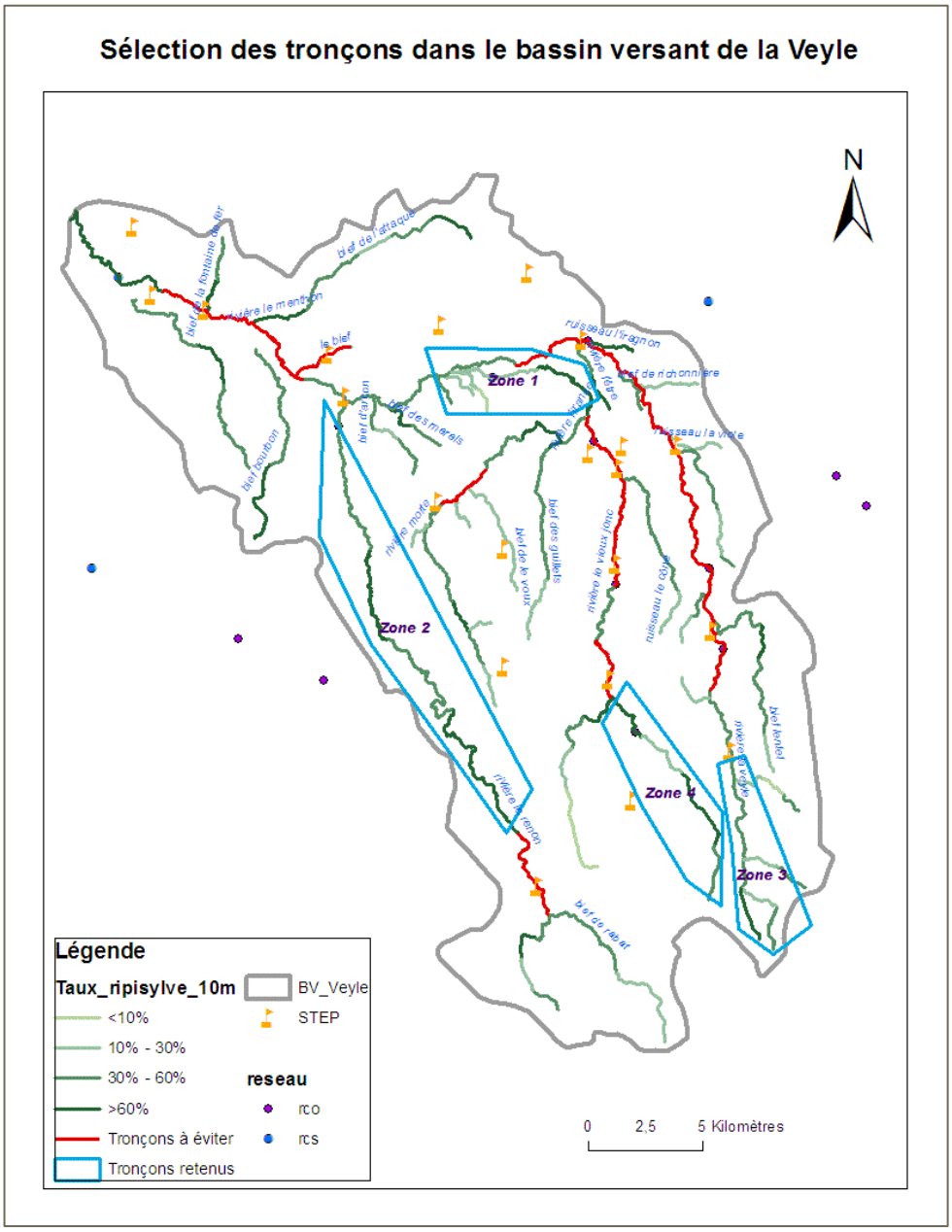


Figure 7 : Tronçons de cours d'eau potentiellement retenus pour la mise en place d'un réseau de thermomètres sur le bassin versant de la Veyle – Source du fond de carte: IRSTEA SYRAH_CE 2012

On se propose ici de commenter plus en détail la Figure 7, obtenue pour le bassin versant de la Veyle. Les critères de sélection explicités ci-avant ont permis d'identifier quatre zones d'intérêt. La première zone (zone 1, Figure 7) correspond à un affluent de la Veyle, l'Irance, dans sa partie avale. En effet, la zone présente un fort gradient dans le taux de ripisylve à dix mètres puisque ce dernier passe de 30% - 60% à moins de 10%. De plus, on trouve un RCS (Réseau de Contrôle de Surveillance) à Mézériat, donc des données biologiques sont disponibles. La seconde zone (zone 2, Figure 7) retenue est également un

affluent de la Veyle : le Renon présente en effet une alternance entre des zones avec une présence marquée de ripisylve dans les dix mètres (taux supérieur à 60 %) et d'autres où la ripisylve est moins importante (taux entre 30 % et 60%). Le troisième cours d'eau sélectionné est la partie amont de la Veyle (zone 3, Figure 7), à partir de sa source jusqu'à l'aval de la ville de Dompierre. On retrouve là aussi, un gradient dans le taux de ripisylve avec dans la partie amont un taux de ripisylve supérieur à 60% puis ensuite un taux compris entre 30% et 60%. En revanche, la pente est assez forte en amont et il n'y a aucune donnée biologique dans le secteur. Enfin, la dernière partie pouvant être propice à l'implantation des thermomètres est le Vieux-Jonc, un affluent de l'Irance, qui présente lui aussi des zones plus ou moins riches en ripisylve puisqu'on retrouve des zones où le taux est supérieur à 60% et d'autres où il devient beaucoup plus faible avec un taux entre 10% et 30%.. Cependant, cette partie est très riche en étang et on soupçonne que les étangs pourraient avoir une influence sur le régime thermique.

Le même travail a été effectué sur les deux autres bassins versants. Pour le bassin versant de la Chalaronne [ANNEXE 10], deux zones ont été retenues, mais l'ensemble du bassin versant est marqué par la présence des étangs à l'influence potentielle mal cernée, ne faisant pas partie du projet de recherche sur la température. Enfin, pour le bassin versant de la Reyssouze [ANNEXE 11], quatre secteurs sont ressortis présentant chacun des gradients dans le taux de ripisylve et correspondant principalement à des affluents de la Reyssouze puisque sur cette dernière l'implantation de STEP émaille tout le linéaire du cours d'eau.

II.2.2 Contrôle des zones sélectionnées par une sortie sur le terrain

Afin de mieux connaître les trois bassins versants étudiés, des sorties terrains ont été organisées au cours desquelles une rencontre avec les syndicats de rivière et un repérage des différents cours d'eau ont été faits. Ceci a permis de récolter de nombreuses informations qualitatives très utiles, qui ne figuraient pas sur les différents documents de gestion. Dans le cadre de ce stage, seuls les bassins et syndicats de la Veyle et de la Chalaronne ont donné lieu à une sortie.

Pour le bassin versant de la Veyle, la discussion avec le technicien et le chargé de mission du contrat de rivière a permis de connaître l'histoire récente du bassin versant, avec notamment les travaux réalisés dans le cadre du premier contrat de rivière qui s'est achevé en 2011. La tournée terrain qui a été ensuite faite a mis en évidence différents problèmes qui pourraient se révéler sur les tronçons qui avaient été sélectionnés sur documents au bureau.

Pour l'Irance et le Renon, le technicien de rivière a affirmé qu'ils étaient réalimentés par des résurgences, liées à une importante nappe phréatique. Il a également confirmé ce qui était supposé, à savoir l'influence des étangs sur le régime thermique (problème qui affecterait essentiellement le Vieux Jonc). De plus, le technicien de rivière a indiqué que les débits en été étaient vraiment faibles dans les parties amont des rivières. Enfin, le Menthon, un autre affluent de la Veyle a été proposé pour l'étude. Globalement, malgré les gradients de ripisylves qui avaient pu être mis en évidence lors du choix des zones, le bassin versant de la Veyle ne présente pas de zones extrêmes étant complètement ouvertes, sans aucune ripisylve.

En ce qui concerne la visite sur les territoires de la Chalaronne, la tournée sur le terrain a confirmé la grande influence des étangs sur la thermie des cours d'eau. Par ailleurs, et contrairement au bassin versant de la Veyle, il y a des zones (comme la Chalaronne en aval de Villars-les-Dombes) où la ripisylve devient très discontinue, à tel point que des travaux de replantation de ripisylve ont été mis en œuvre cet hiver dans le cadre du contrat de rivière [Figure 8].



Figure 8 : La Chalaronne en aval de Villars-les-Dombes : A gauche : fragmentation de la ripisylve ; A droite : replantation de ripisylve dans le cadre du contrat de rivière - Source : Honorine ROCHE – le 12/06/2013

II.3 Etude des données thermiques déjà disponibles

La rencontre avec le syndicat de la Veyle a permis de recueillir des données brutes de température déjà enregistrées sur l'ensemble de ce bassin versant, notamment au niveau des travaux sur seuils, des aménagements piscicoles, et du détournement d'une partie de la Veyle. Ces données sont assez nombreuses puisque pour certains sites, la température a été enregistrée depuis 2008. Cependant, ce réseau de mesure n'a pas été mis en place dans le cadre d'une étude portant sur la ripisylve, et n'est donc pas stratifié en conséquence. Néanmoins, il sera très précieux pour dresser un premier profil thermique des différents types de cours d'eau rencontrés. En outre, certains suivis thermiques sur ces bassins ont été mis en œuvre par l'ONEMA, dans le but d'accompagner les réseaux de mesure nationaux et de mieux interpréter les éléments biologiques recueillis ; sa densité est faible, soit environ un point pour cent trente kilomètres de cours d'eau en métropole et donc à un grain insuffisant par rapport à la question posée.

Pour cette partie, le bassin de la Veyle sera principalement étudié étant donnée que les donnés thermiques sont plus nombreuses pour cet espace. De plus, l'intérêt sera exclusivement focalisé sur les températures estivales, période critique du fonctionnement des cours d'eau. Enfin, le Vieux Jonc étant a priori très influencé par les étangs de la Dombes, il n'a pas été retenu pour l'étude.

II.3.1 Analyse des données brutes

A partir des données brutes récupérées au SMVV (Syndicat Mixte de la Veyle Vivante) et à l'ONEMA, des graphes ont été réalisés afin de comparer les régimes thermiques des différents cours d'eau pendant l'été. Pour s'affranchir de l'effet pluriannuel, on se propose de comparer les températures des cours d'eau pour une même année.

Pour l'été 2008, les cours d'eau de l'Irance, le Renon et la Veyle ont été comparés [Figure 9].

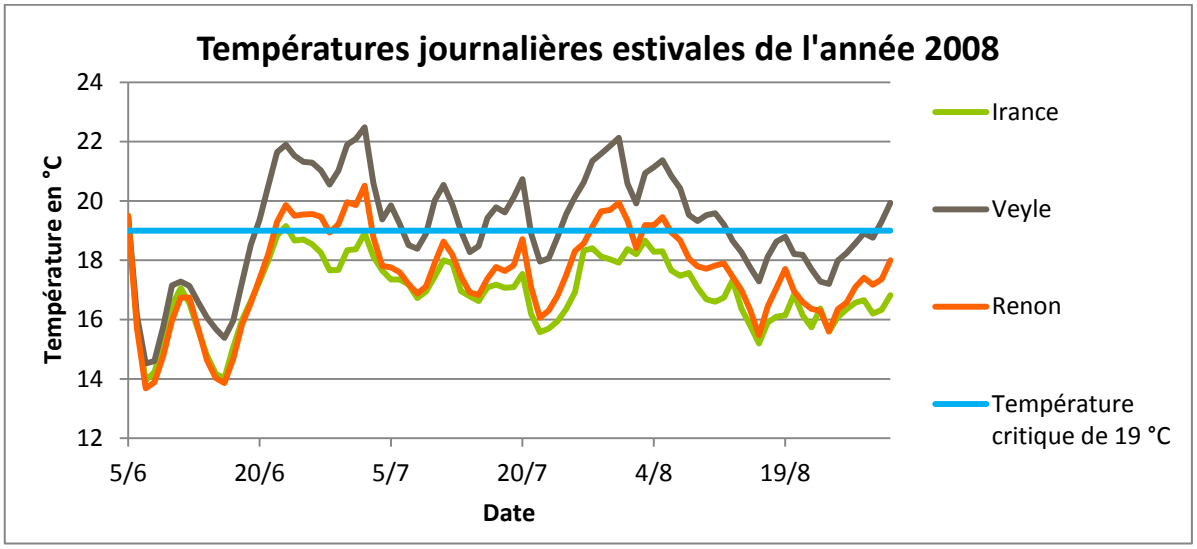


Figure 9 : Températures journalières estivales (été 2008) de trois cours d'eau du bassin versant de la Veyle - Source : SMVV

La première constatation pouvant être faite à la lecture du graphique de la Figure 9 est que les trois cours d'eau suivent des variations similaires au cours du temps, qu'on suppose étant liées aux variations de température de l'air. L'Irance et le Renon ont des profils plutôt proches, mais l'Irance montre clairement une atténuation des températures lorsque ces dernières deviennent trop élevées. Ce phénomène est d'autant plus visible au vue des températures moyennes horaires [Figure 10]. Ce graphe montre que l'amplitude des températures sur la journée est plus grande pour la Veyle que pour l'Irance. En effet, on a une amplitude de 2.6°C pour l'Irance, de 2.9°C pour le Renon et de 3.6°C pour la Veyle sur la journée du 01/07/2008. Enfin, le Renon mais surtout la Veyle ont des températures moyennes nettement supérieures et ce sur des périodes assez longues (jusqu'à vingt jours pour la Veyle), à la température critique de 19°C pour les Salmonidés évoquée dans le II.1.2.

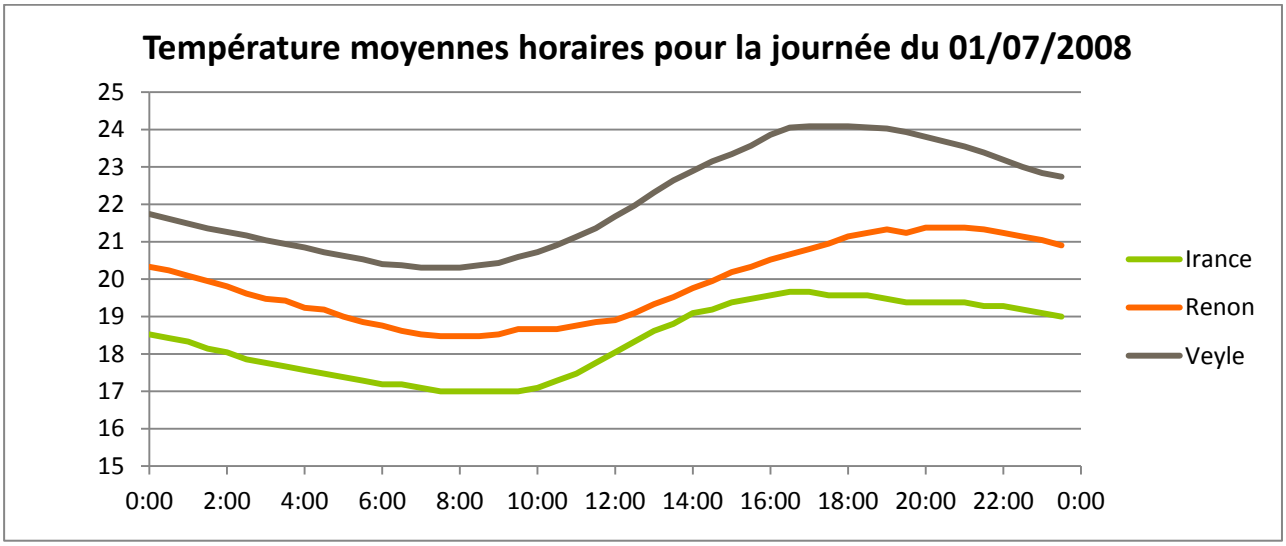


Figure 10 : Températures horaires moyennes pour la journée du 01/07/2008 de trois cours d'eau du bassin versant de la Veyle - Source : SMVV

La Veyle, quant à elle, se distingue par un régime thermique un peu plus chaud [Figure 9] : en moyenne, sa température est supérieure à celle de l'Irance de 2.2°C et à celle du Renon de 1.6°C. De plus, pour la Veyle la température moyenne sur l'été est de 19.1 °C alors que pour l'Irance et le Renon, les températures sont un peu plus fraîches, avec respectivement 16.9°C et 17.5°C.

Pour étudier un autre type de cours d'eau dans le bassin versant de la Veyle, on peut comparer la Veyle avec un de ses affluents côté Bressan, le Menthon [Figure 11].

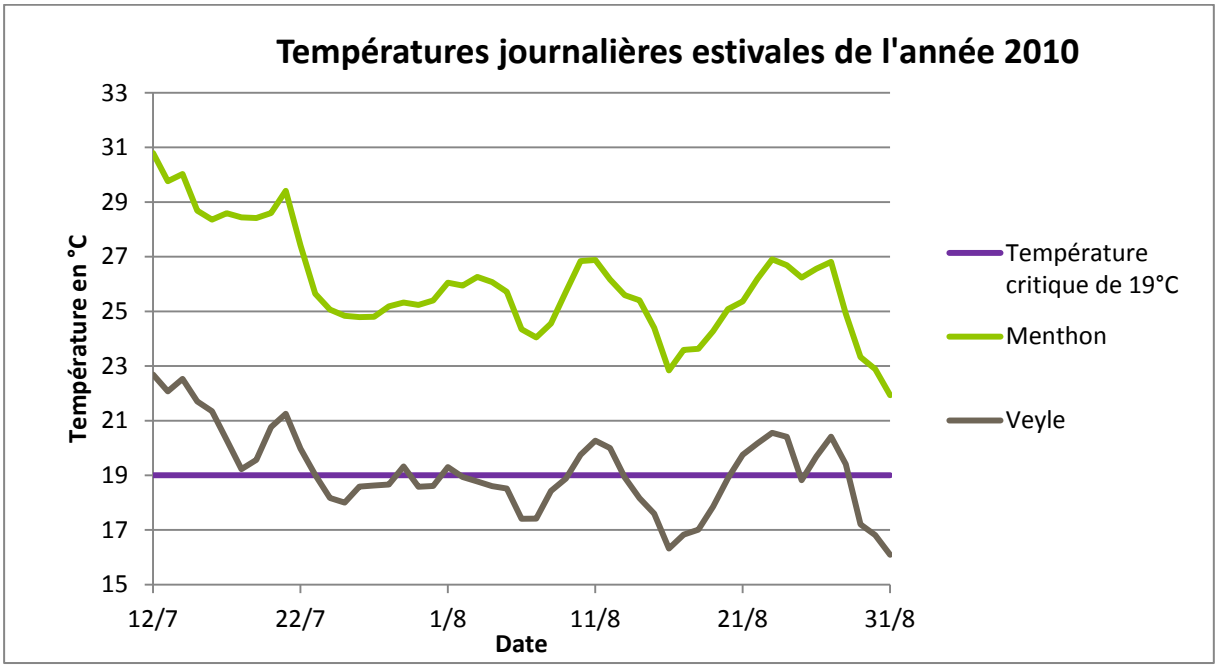


Figure 11 : Températures journalières estivales (été 2010) de deux cours d'eau du bassin versant de la Veyle - Source : SMVV

Là aussi, les températures des deux cours d'eau montrent bien le même profil et semblent suivre les tendances de la température de l'air. Cependant, ici la différence entre les deux régimes thermiques est encore plus marquante que précédemment, puisqu'en moyenne il y a 7.2°C d'écart entre le Menthon et la Veyle. En effet, la température moyenne estivale pour le Menthon se situe autour de 26.6°C alors que celle de la Veyle est de 19.4°C.

II.3.2 Différents régimes thermiques et influence de la géologie

L'analyse des températures des cours d'eau de la Veyle met en évidence l'existence des différentes typologies de cours d'eau dans le bassin versant de Veyle, qui peut être étendue aux trois territoires étudiés.

Tout d'abord, on distingue les cours d'eau type « Bressan », qui correspondent principalement aux cours d'eau tels que le Menthon au nord du bassin versant de la Veyle. Cette partie du bassin versant se distingue puisque du point de vue géologique on retrouve plutôt des marnes, comme cela est le cas sur le bassin versant de la Reyssouze. Le Menthon ressemble donc fortement au cours d'eau de la Reyssouze et de ses affluents, et est caractérisé thermiquement par des températures moyennes en été autour supérieures à 21-22°C.

Dans le reste du bassin versant, où l'on trouve des dépôts plutôt de type Moraines, deux cas de figure se distinguent. Une partie des cours d'eau dans cette zone est sous

influence d'une nappe phréatique, qui se trouve dans des cailloutis de plioquaternaire déposés sur des marnes [ANNEXE 12]. Cette nappe ayant une capacité de stockage assez importante, des résurgences alimentent les cours d'eau en eau plus fraîche l'été ce qui contribue à baisser la température de l'eau. On retrouve alors des températures moyennes estivales généralement inférieures ou égales à 19 °C. Ce phénomène se retrouve sur l'aval du cours d'eau le Renon (jusqu'à Neuville-les-Dames environ), sur l'Irance et sur l'Etre, dont la source est exclusivement issue de la nappe pour ce dernier.

Enfin, le dernier type de cours d'eau ressemble beaucoup au précédant à la différence près qu'il n'est pas influencé par la nappe décrite précédemment. Ces zones correspondent principalement au cours d'eau de la Veyle. Les températures moyennes en été se situent autour de 20°C – 21°C.

En s'appuyant sur la carte géologique au 50000ème de la zone, on peut étendre ce raisonnement à l'ensemble des trois bassins. On retrouverait alors sur le bassin versant de la Chalaronne, des cours d'eau du type Veyle et sur le bassin de la Reyssouze des cours d'eau type Menthon, avec des températures moyennes estivales nettement supérieures, et un réchauffement de l'eau en été assez conséquent.

II.4 Détermination des sites de mesures de la température

Les différentes informations récoltées grâce aux données thermiques déjà recueillies, aux sorties terrain et à l'étude des indicateurs de ripisylve ont permis d'avoir une connaissance assez approfondie du territoire de la Bresse. En se basant alors sur la typologie présentée précédemment mais également sur la distinction entre petits et grands cours d'eau, les différents sites d'étude peuvent être choisis. Il est important de faire cette distinction car selon que le cours d'eau est petit ou grand, le réchauffement sera différent et il faudra alors comparer des cours d'eau de même gabarit pour pouvoir interpréter correctement les températures.

II.4.1 Bassin versant de la Veyle

Pour le bassin versant de la Veyle, cinq sites de mesures de la température ont été choisis. Tout d'abord, deux thermomètres vont être posés dans le Menthon (un plutôt à l'amont et l'autre plutôt à l'aval). Ce cours d'eau est en effet intéressant à étudier puisqu'il présente un gradient de ripisylve et qu'il n'est pas influencé par des résurgences. A l'opposé,

un thermomètre sera mis en place dans l'Etre qui est un cours d'eau exclusivement phréatique. Cela permettra un calage par rapport à la température de l'eau de la nappe. En plus de celui géré par l'ONEMA, un thermomètre sera posé dans l'Irance où la ripisylve est plutôt importante et où la réalimentation par nappe est également présente. Enfin, les températures du Renon seront également enregistrées pour une continuité dans le suivi des données existantes.

II.4.2 Bassin versant de la Chalaronne

L'étude de la Chalaronne a mis en évidence l'importante influence des étangs sur les cours d'eau et plus particulièrement sur la température de l'eau. Il semble donc plus difficile de mettre en place sur ce bassin versant un réseau de mesure de la température de l'eau répondant pleinement au but principal. Cependant, deux thermomètres vont être tout de même posés pour notamment suivre la température à l'aval de Villars-les-Dombes, là où la ripisylve est moyenne et où une replantation a été faite.

II.4.3 Bassin versant de la Reyssouze

Bien qu'aucune sortie sur le terrain n'ai encore été faite pour ce bassin versant dans le temps de mon stage, les données déjà disponibles ont permis de cibler plusieurs sites pour la mise en place du suivi thermique. Quatre petits cours d'eau avec une densité de ripisylve faible vont être suivis : il s'agit du Reyssouzet, du bief de Perouze, du bief de Neuplot, et du Salençon. Pour pouvoir comparer, le Jugnon, un autre petit cours d'eau mais avec un ripisylve plus dense sera également suivi. Enfin, pour avoir les chroniques d'un cours d'eau plus grande, un thermomètre sera placé sur la Reyssouze au niveau de Montagnat (amont de Bourg-en-Bresse).

Une carte résumant synthétisant les emplacements des thermomètres détaillés précédemment est présente ci-après [Figure 12].

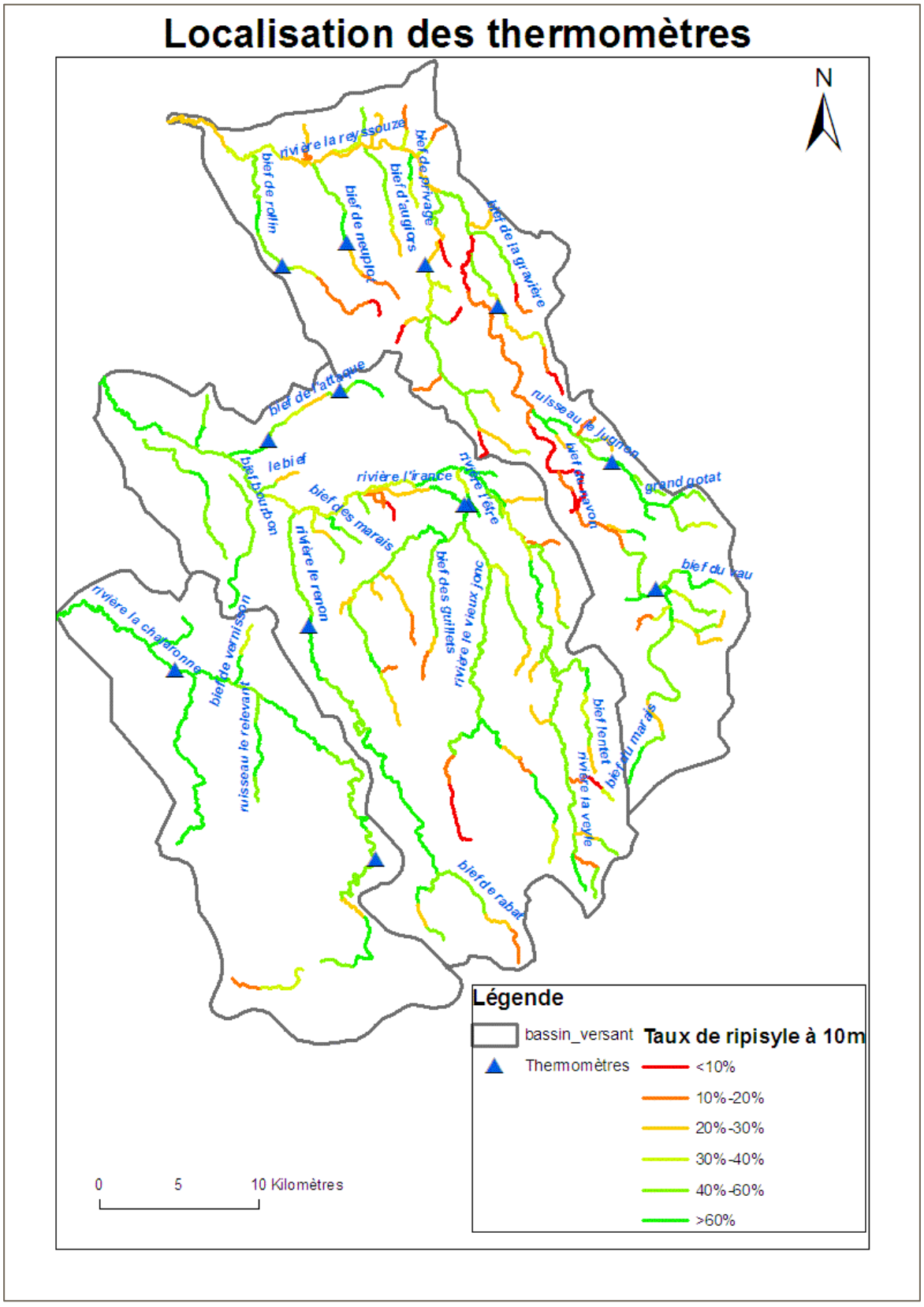


Figure 12 : Localisation des thermomètres sur les trois bassins versants étudiés - Source du fond de carte: IRSTEA SYRAH_CE 2012

CONCLUSION

La première partie du projet visant à modéliser la relation entre le réchauffement des cours d'eau et la ripisylve a permis dans un premier temps l'étude approfondie de la plaine de la Bresse, en détaillant différents aspects tels que l'occupation du sol, l'urbanisation et l'état de la ripisylve. Ces indicateurs ont fait ressortir la quasi omniprésence de l'agriculture sur l'ensemble du territoire, exerçant une forte pression sur les cours d'eau et les milieux aquatiques. Le second point mis en avant a été l'hétérogénéité dans l'état des ripisylves. Le territoire comprend en effet des zones avec une ripisylve assez dense et d'autres où la ripisylve est moins présente et plus fragmentée. Dans la seconde partie de l'étude, l'intérêt s'est plus porté vers les paramètres pouvant influencer le régime thermique des cours d'eau. Ceci a ainsi permis d'éliminer des zones pour l'étude de la température, jugées trop influencées sur la base de différents critères de sélection. Cette approche a été complétée par deux sorties sur le terrain qui ont permis de récolter de nombreuses informations, soit par des observations directes soit par l'échange avec les chargés de mission et les techniciens des syndicats de rivière. Par ailleurs, grâces aux données thermiques déjà existantes, notamment sur le bassin versant de la Veyle, et grâce aux informations déjà connues, trois typologies de cours d'eau, aux régimes thermiques différents, ont été identifiées sur l'ensemble des trois bassins versants. C'est ainsi qu'en synthétisant toutes les informations récoltées, treize sites ont été sélectionnés pour mettre en place des thermomètres.

Pour la suite du projet, l'enregistrement des températures devrait débuter cette été et être renouvelé sur plusieurs étés afin de collecter assez de données pour pouvoir modéliser la relation entre le réchauffement de l'eau et la ripisylve. Le modèle pourrait être alors étendu à d'autres cours d'eau de plaine en France, et cela permettrait de cibler les zones à risque en termes de réchauffement de l'eau. Ce modèle pourrait alors devenir un outil dans la mise en place de politiques publiques luttant contre le réchauffement des cours d'eau et servir à fournir des stratégies d'adaptation face aux changements climatiques.

Pour ma part, je suis très satisfaite d'avoir effectué mon stage au sein de l'IRSTEA et sur un tel sujet. J'ai tout d'abord pu enrichir mon expérience en cartographie (SIG) et traitement de données à travers les différentes études menées sur la plaine de la Bresse. Je pense aussi que j'ai appris à mieux aborder une problématique de façon scientifique. J'ai également découvert le fonctionnement d'une équipe de recherche dans laquelle chaque individu apporte son lot de compétences afin de former un ensemble fonctionnel. Par ailleurs, ce stage fut l'occasion d'aller à la rencontre des acteurs locaux qui s'occupent de la gestion des rivières et des milieux aquatiques, et d'échanger avec eux. J'ai notamment pu me rendre compte de l'important travail fournit par les syndicats de rivière, dans le cadre des contrats de rivière, qui doivent mettre en place de politiques publiques visant à améliorer l'état des cours d'eau, tout en s'adaptant au contexte social, politique et économique. La rencontre avec les acteurs de la gestion des cours d'eau m'a également fait prendre conscience des très nombreuses problématiques liées à la gestion de l'eau et des milieux aquatiques. Enfin, ce stage s'inscrit dans un projet de poursuite d'étude cohérent puisque l'équipe dans laquelle j'ai travaillé est composée de nombreux ingénieurs, et que j'aimerais pour l'année prochaine intégrer une école d'ingénieur. Ce stage m'a donc permis de voir un des débouchés du travail d'ingénieur, la recherche appliquée dans le domaine de l'eau, qui d'après ce que j'ai pu vivre pendant ces quelques semaines me plaît par la diversités des sujets d'étude.

Bibliographie

1. ASTRADE L., BRAVARD J.P. – La Saône en crue : dynamique d'un hydrosystème anthropisé [en ligne] – Disponible sur : http://books.google.fr/books?id=JKQ5U2Y-qUEC&pg=PA45&dq=plaine+de+la+Bresse&hl=fr&sa=X&ei=lIqDUZHHEtSqhAfi34G4Dw&ved=0CDMQ6AEwAA#v=onepage&q=plaine%20de%20la%20Bresse&f=false
2. MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ENERGIE – DREAL RHONE-ALPES : Données hydrologiques – Les régimes hydrologiques en Rhône-Alpes [en ligne] – Disponible sur : http://www.rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/regimes-hydrologiques-a2696.html - Date de consultation : 10/06/2013.
3. SOUCHON Y., NICOLAS V. – Barrage et seuils : principaux impacts environnementaux – Novembre 2011 – 28 pages.
4. MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ENERGIE – Directive Cadre Eau. Ministère du Développement Durable [en ligne] – disponible sur : http://www.developpement-durable.gouv.fr/Directive-cadre-EAU.html - Date de consultation : 25/04/13.
5. ONEMA – La directive cadre sur l'eau. Eau France [en ligne] – disponible sur : http://www.eaufrance.fr/comprendre/la-politique-publique-de-l-eau/la-directive-cadre-sur-l-eau - Date de consultation : 25/04/13.
6. GEST'EAU – Gest'eau. Le site de outils de gestion intégrée de l'eau [en ligne] – disponible sur : http://www.gesteau.eaufrance.fr/ - Date de consultation 25/04/13.
7. SYNDICAT DE RIVIERE DE LA CHALARONNE [en ligne] – Disponible sur : http://www.syndicat-territoires-chalaronne.com/ - Date de consultation : 30/04/13.
8. SYNDICAT DE LA REYSSOUZE [en ligne] – Disponible sur : http://www.syndicat-reyssouze.fr/ - Date de consultation : 30/04/13.

9. SYNDICAT VEYLE-VIVANTE [en ligne] – Disponible sur : http://www.veyle-vivante.com/ - Date de consultation : 30/04/13.
10. CSPNB (Conseil Scientifique du Patrimoine Naturel et de la Biodiversité) – L'arbre, la rivière et l'homme -
11. NEWBOLD J. D., ERMAN D. C., ROBY K. B. – Effects of Logging on Macroinvertebrates in Streams With and Without Buffer Strips – *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 1980, 37(7): 1076-1085, 10.1139/f80-140.
12. PINAY G., DECAMPS H. – The role of riparian woods in regulating nitrogen fluxes between the alluvial aquifer and surface water : A conceptual model – *Regulated Rivers : Research and Management*, vol 2, issue 4 – Septembre/Octobre 1988.
13. LAVABRE J., ANDREASSIAN V. – Eaux et forêts: la forêt, un outil de gestion des eaux ? [en ligne] – Disponible sur : http://books.google.fr/books?id=hqKU3gXBGxUC&pg=PT92&dq=ripisylves&hl=fr&sa=X&ei=vDmCUdaYJ9SS7Ab8qYEg&ved=0CFUQ6AEwBw – Date de consultation : 02/05/13
14. IMHOLT, C.; GIBBINS, C. N.; MALCOLM, I. A.; LANGAN, S.; SOULSBY, C. – Influence of riparian cover on stream temperatures and the growth of the mayfly Baetis rhodani in an upland stream – *Aquatic Ecology* vol. 44 issue 4 December 2010.
15. ROTH T. R, WESTHOFF M. C., HUWALD H., HUFF J. A., RUBIN J. F., BARRENETXEA G.,VETTERLI M., PARRIAUX A., SELKER J. S., PARLANGE M. B.– Stream temperature response to three riparian vegetation scenarios by use of a distributed temperature validated model – *Environmental science & technology* vol.44, no 6, 2010.
16. BROADMEADOW S. B., JONES J. G., LANGFORD T. E. L., SHAW P. J., NISBET T. R.– The influence of riparian shade on lowland stream water temperatures in southern England and their viability for brown trout – *River research and applications* 2010.
17. BLANN K., NERBONNE J. - Relationship of Riparian Buffer Type to Water Temperature in the Driftless Area Ecoregion of Minnesota – *North American Journal of Fisheries Management* 22:441–451, 2002.

18. OFFICE FEDERAL DE L'ENVIRONNEMENT (SUISSE) – Rapport Clim-arbres – Février 2012.
19. FOREST SERVICE, UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, WASHINGTON DC 20250 – An approach to water resources evaluation of no-point silvicultural sources (A procedural handbook) [en ligne] – Disponible sur : http://books.google.fr/books?id=JkwnVY0Q6wcC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false – Date de consultation : 03/06/13.
20. SYNDICAT DES RIVIERES DES TERRITOIRES DE LA CHALARONNE – Etude Piscicole Des Territoires De La Chalaronne – partie 2 –[en ligne] – Disponible sur : - Date de consultation : 23/05/03
21. ELLIOTT J. M. 1981. Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts. In Stress and Fish, PickeringAD (ed.). Academic Press: London; 209–245.
22. KÜTTEL S, PETER A, WÜEST A. 2002. Temperaturpräferenzen und –limiten von Fischarten Schweizerischer Fliessgewässer. Rhône Revitalisierung. Publikation Nummer 1.
23. ELLIOTT J. M., ELLIOTT J. A., ALLONBY J. D. 1994. The critical thermal limits for the stone loach, Noemacheilus barbatulus, from three populations in north-west England – *Freshwater Biology* 32: 593–601.

Annexes

ANNEXE 1 : Les centres IRSTEA en France
Source : https://ist.irstea.fr/mon-centre/antony/centre-de-ressources-ist-antony



1 : Antony

2 : Nogent-sur-Vernisson

3 : Lyon

4 : Grenoble

5 : Aix-en-Provence

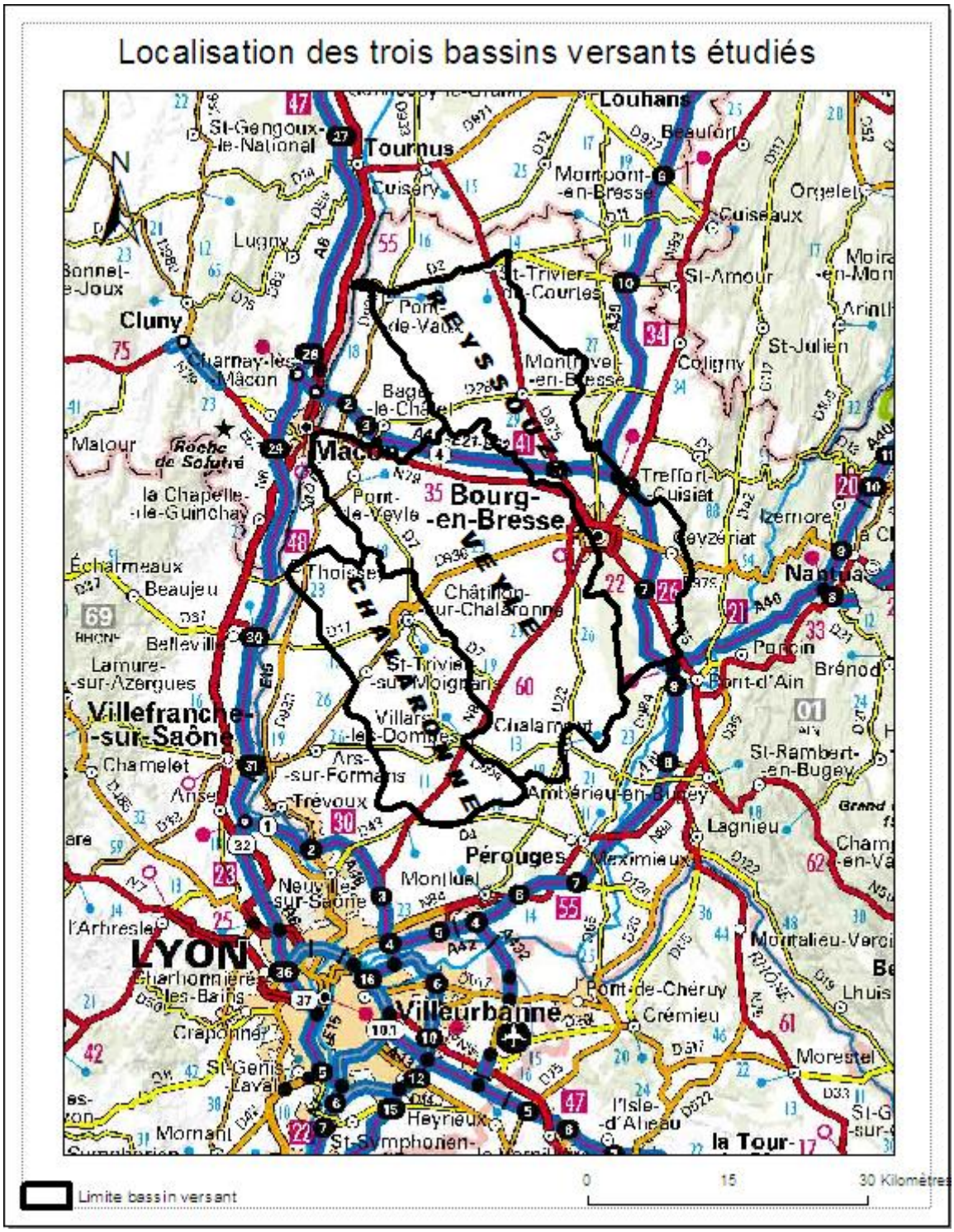
6 : Montpellier

7 : Clermont-Ferrand

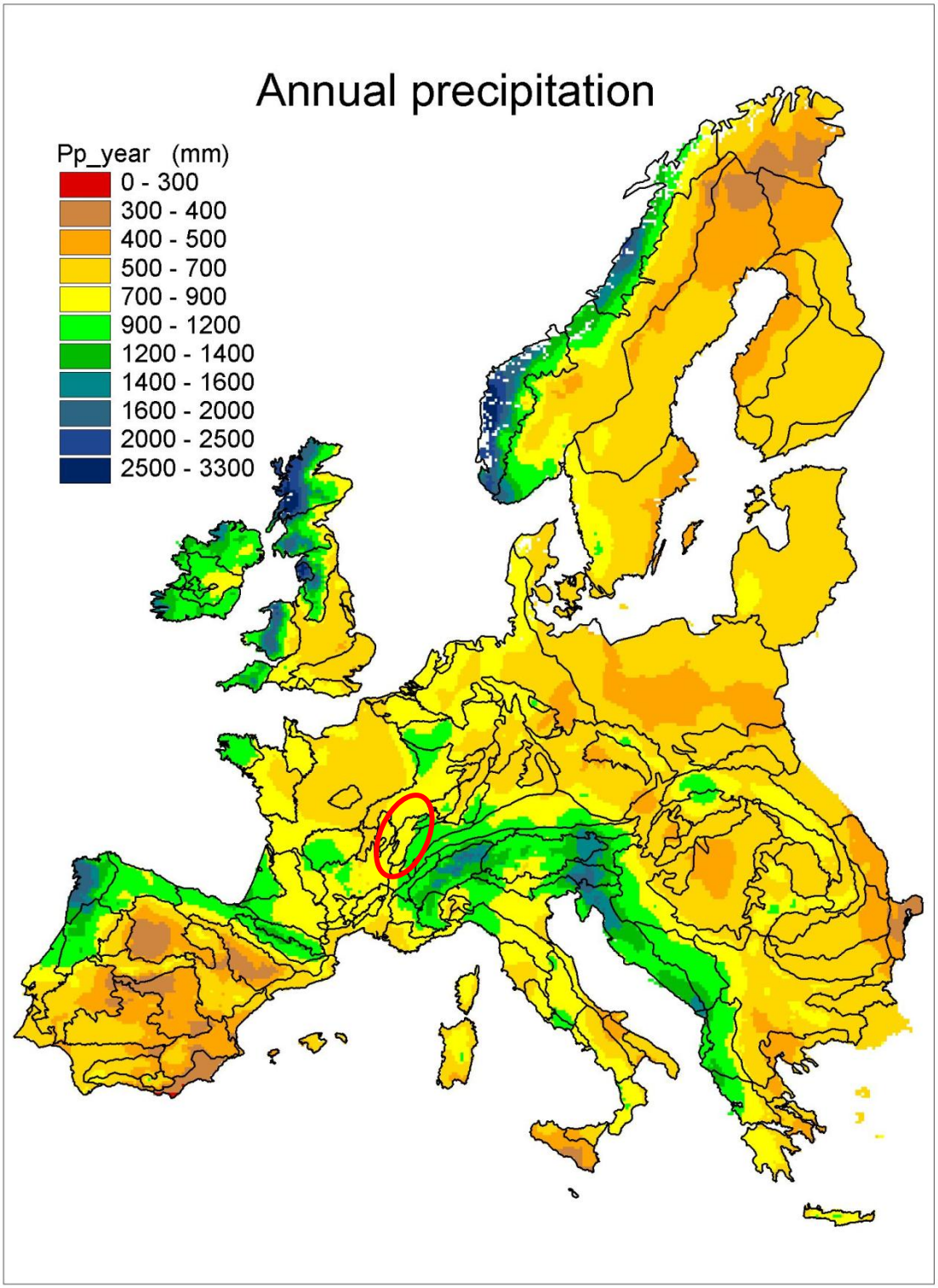
8 : Bordeaux

9 : Rennes

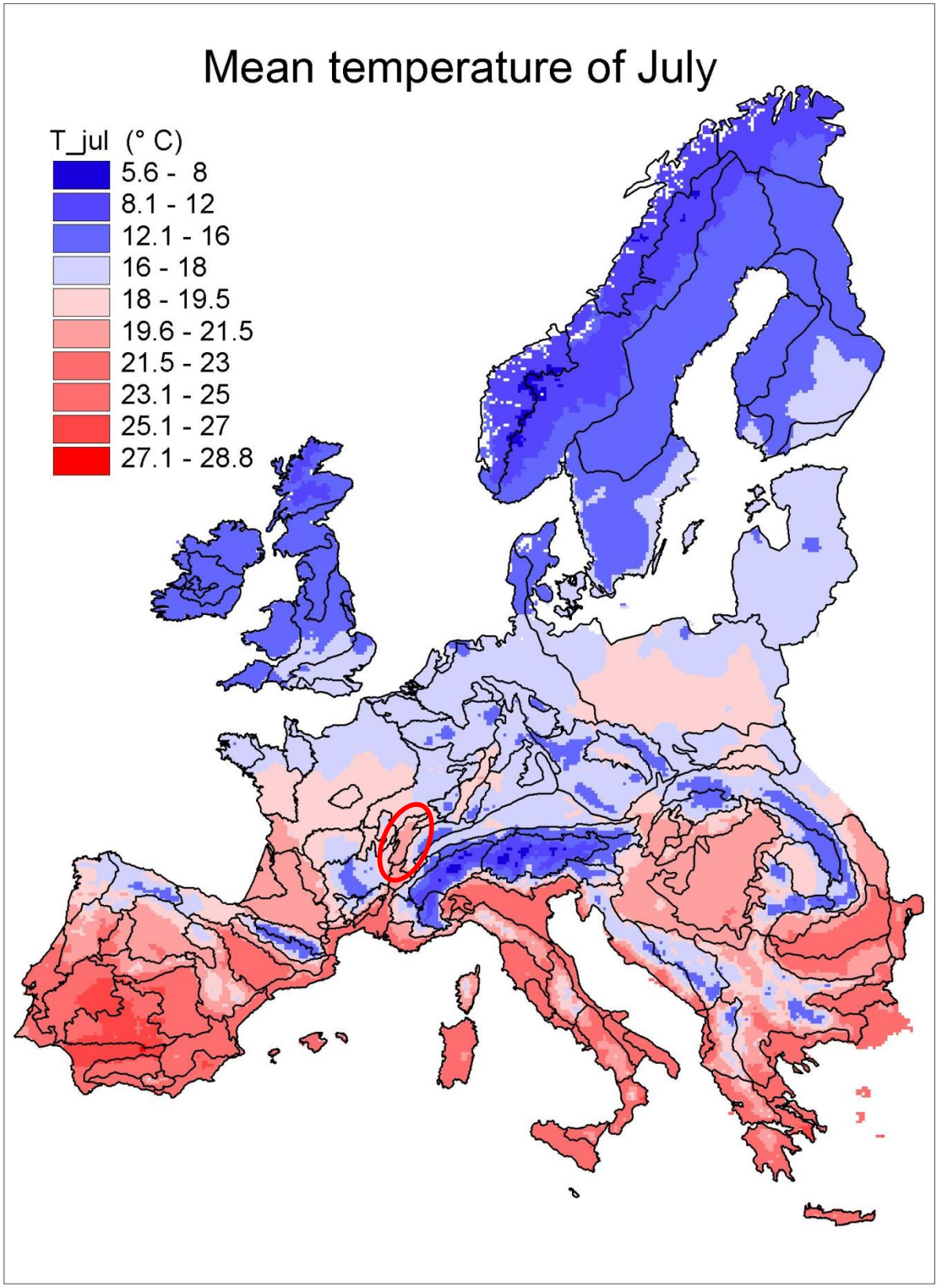
ANNEXE 2 : Localisation des trois bassins versants étudiés - Source : Carte IGN SCAN 1000®



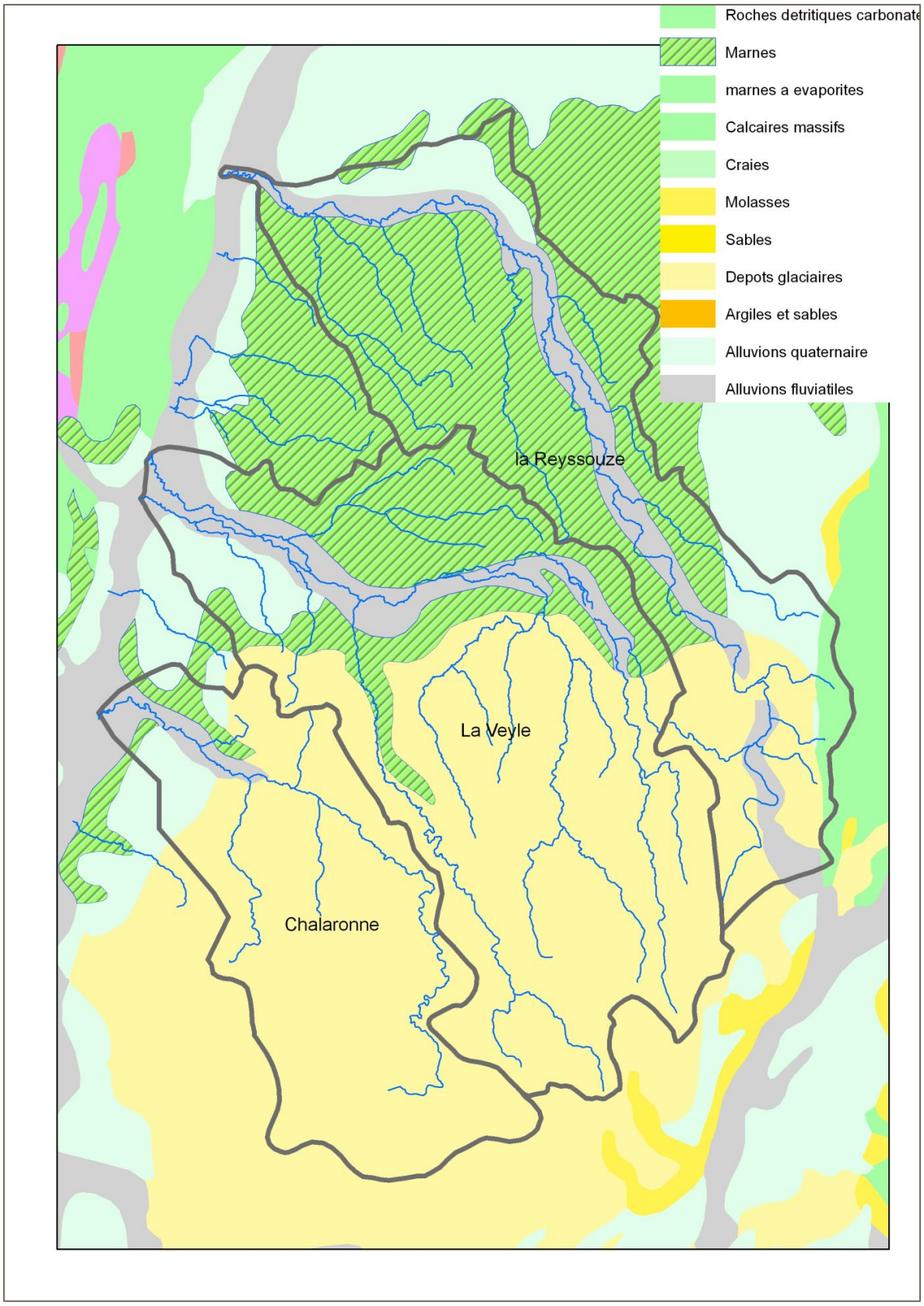
ANNEXE 3 : Précipitations annuelles sur l'Europe – Source : IRSTEA



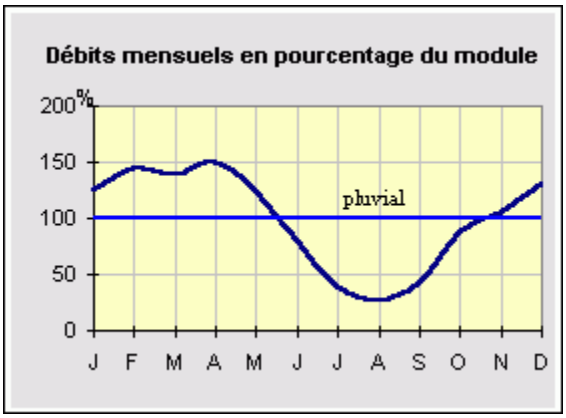
ANNEXE 4 : Température moyenne du mois de juillet sur l'Europe – Source : IRSTEA



ANNEXE 5 : Carte géologique des bassins versants étudiés – Source : carte géologique au 250000ème (simplifiée)



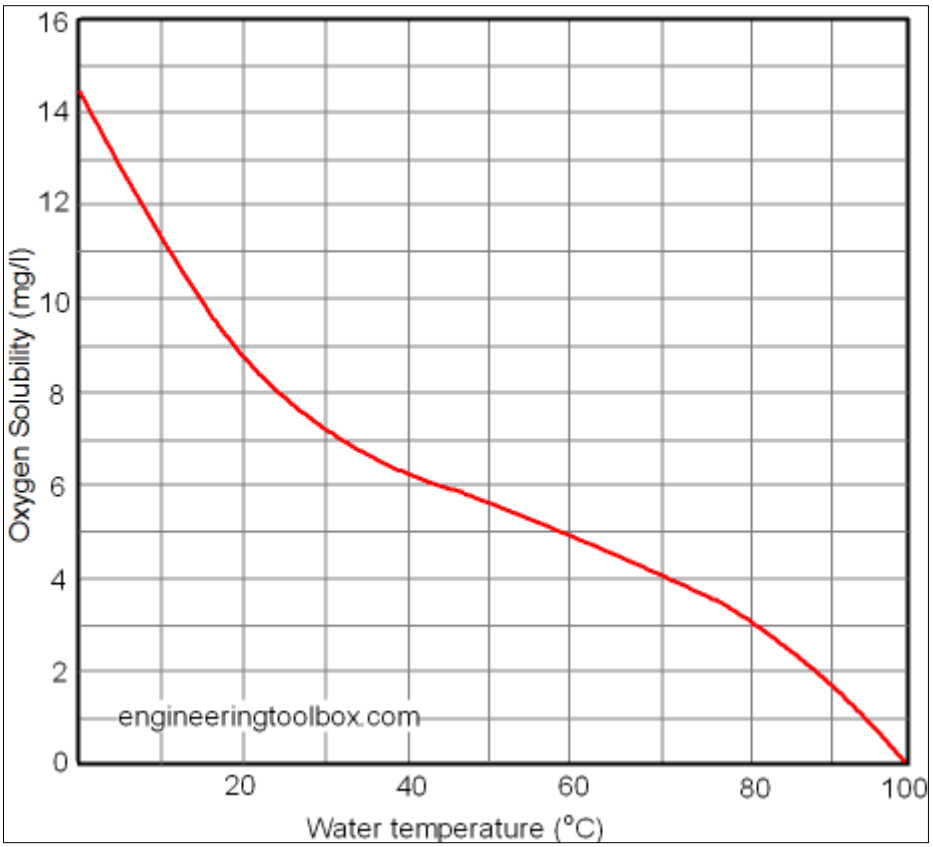
ANNEXE 6 : allure des débits mensuels pour un régime pluvial. Source : http://www.rdbrmc-travaux.com/spge/site_v2/hydro/regimes/gif/pluvial.gif



ANNEXE 7 : Comparaison de différentes études sur l'influence de la ripisylve sur la température de l'eau. Réalisation personnelle

Etat de la ripisylve	ΔT°C (*maximale* – moyenne)	Altitude (de la source vers la confluence) (m)	Largeur du cours d'eau (m)	Localisation	Précipitation annuelle (mm)	Débit moyen du cours d'eau (L/s)	Géologie	Date d'enregistrement température	Référence publication
Zone ouverte vs Couverture de ripisylve boisée complète de par et d'autre	***±8 °C***	862 - 230		Ecosse	1100	500	Granite et schistes	juillet 2003	[14]
Forêt ripariane mature	- 1.2 °C	480 - 372	3.1	Suisse		82,5		août-07	[15]
Zone ouverte, sans végétation boisée	+ 0.7°C								
Rivière bordée par des roseaux	+0.1°C								
Zone ouverte vs zone ombragée	± 1.3 °C			Sud de l'Angleterre - New Forest			Argile, sable et graviers	Mai, juin, jullet 2005, 2006, 2007	[16]
Herbacée (composée à 99% d'herbes graminées ou non) vs arbustrive (92 % d'herbacée et 8 % d'arbustes)	***± 1 °C***		4.9	USA - Minnesota		1250		1997	[17]
Procurant moins de 50% d'ombrage vs procurant 50% d'ombrage	± 0.6 à 0.9 °C		6 à 7					Juillet - Septembre 1997	

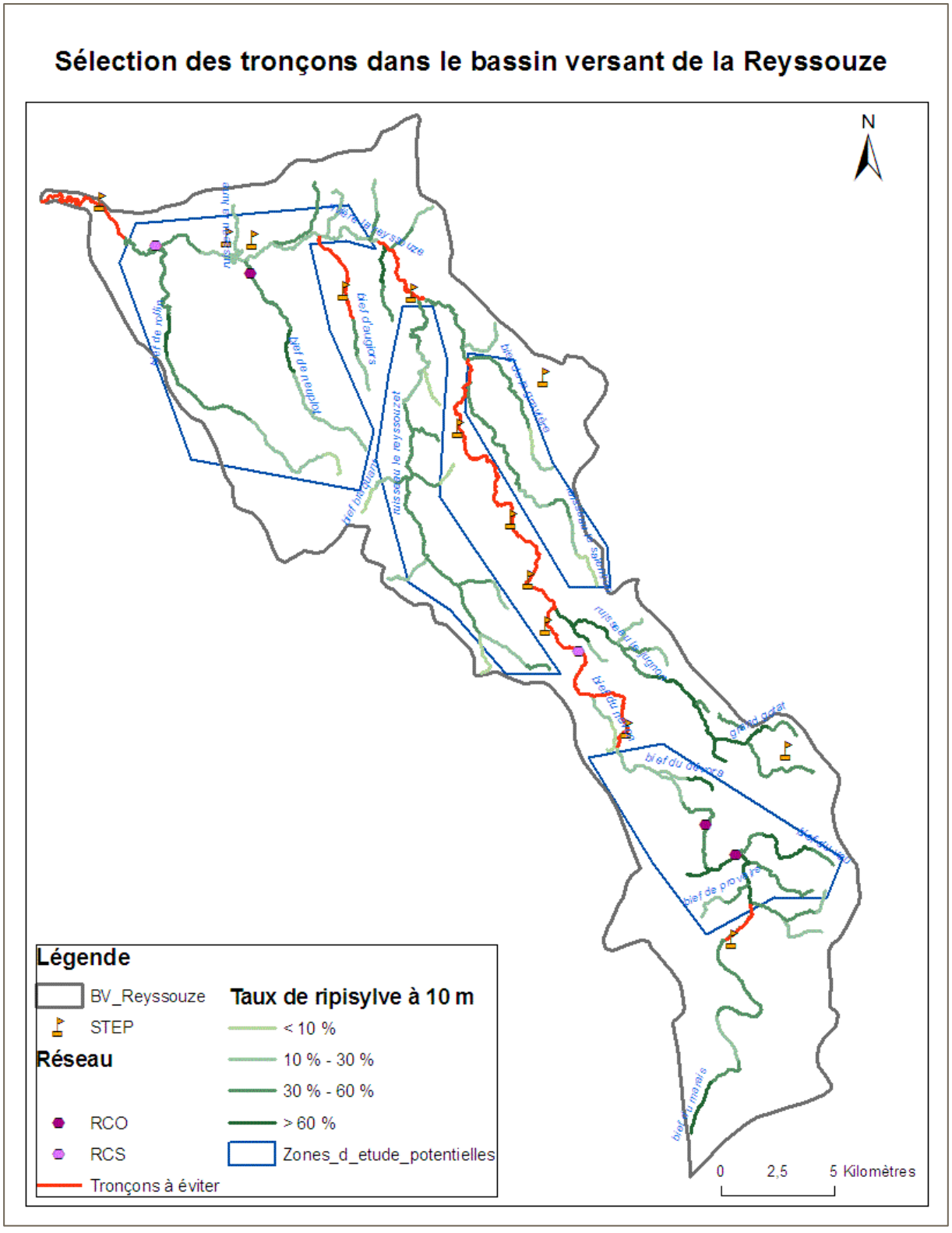
ANNEXE 8 : Dissolution de l'oxygène en fonction de la température de l'eau. Source : http://www.engineeringtoolbox.com/air-solubility-water-d_639.html



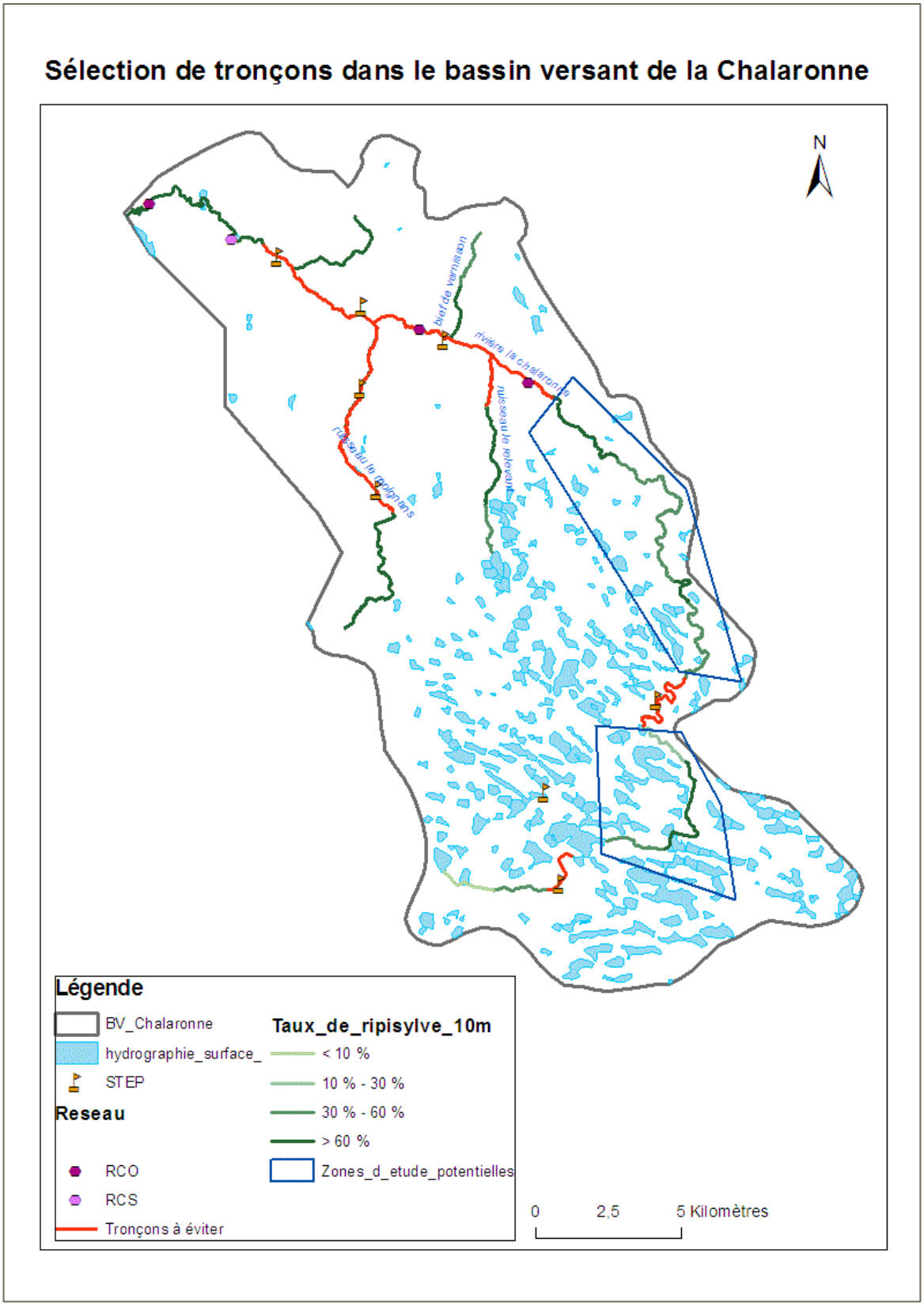
ANNEXE 9 : Intervalle de tolérance thermique pour différentes espèces de poissons présentes dans les bassins versants étudiés. L'intervalle optimal de température correspond à un comportement normal et lorsque le poisson se nourrit. Les températures maximales critiques correspondent aux plus hautes températures tolérées c'est à dire sans mortalité pendant sept jours.
Eliott, 1981[21] ; Küttel et *al.*, 2002 [22] ; Eliott et *al.*, 1994 [23]

Espèces	Intervalle de température optimum (°C)	Températures maximum critiques (°C)
Truite commune *Salmo trutta*[a]	4-19	19-24
Vairon *Phoxinus phoxinus*[b]	13-25	23-31
Chevesne *Leuciscus cephalus*[b]	8-25	27-39
Brochet *Esox Lucius*[b]	9-25	29-34
Loche Franche *Nemacheilus barbatulus*[c]	5-28	24-29

ANNEXE 10 : Tronçons de cours d'eau potentiellement retenus pour la mise en place d'un réseau de thermomètres – Source du fond de carte : IRSTEA SYRAH_CE 2012



ANNEXE 11 : Tronçons de cours d'eau potentiellement retenus pour la mise en place d'un réseau de thermomètres sur le bassin versant de la Chalaronne – Source du fond de carte : IRSTEA SYRAH_CE 2012



ANNEXE 12 : Explication de la réalimentation des cours d'eau par les nappes dans les Dombes - Source BRGM - Rapport des ressources hydrauliques dans les Dombes

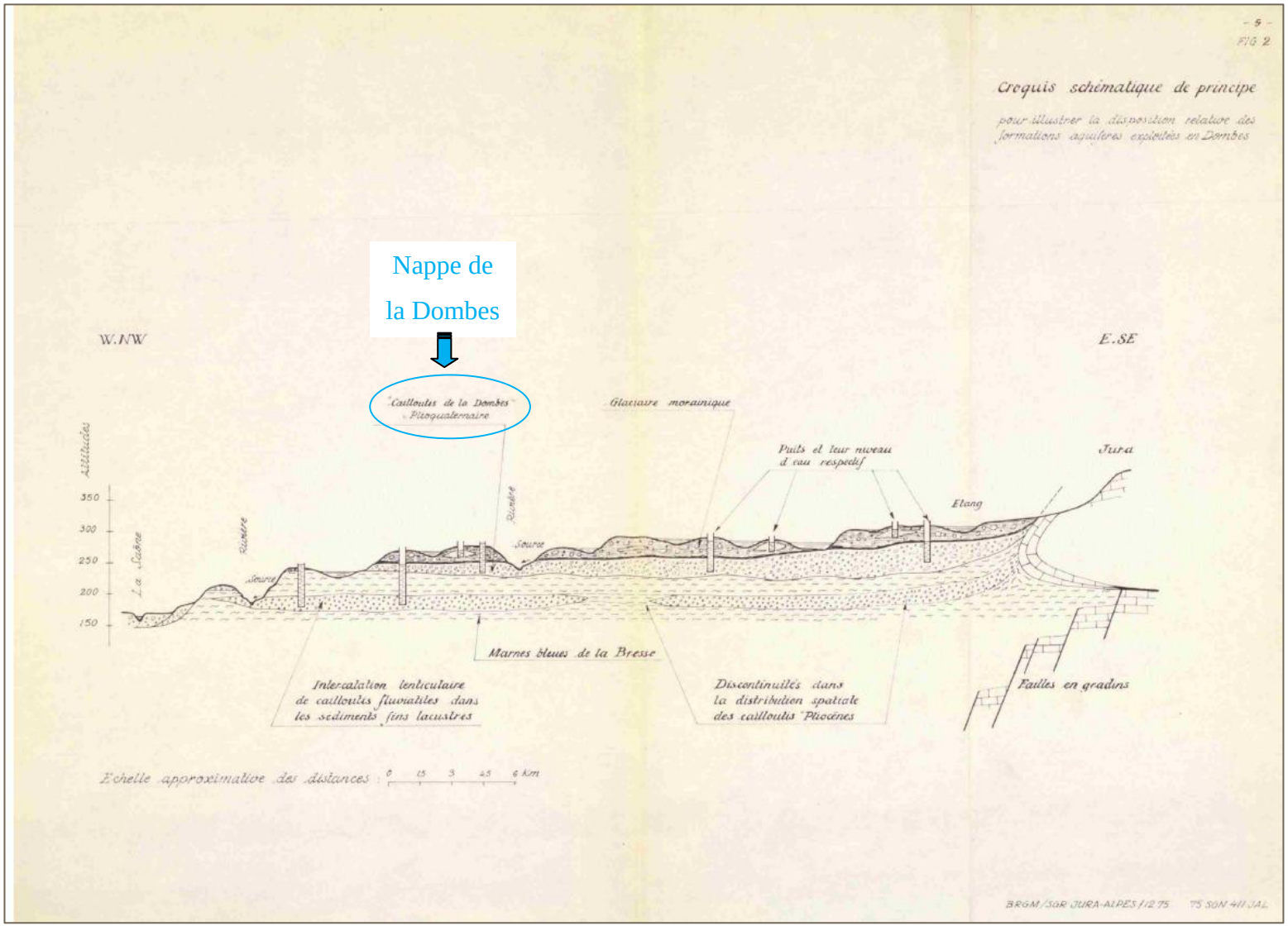


Table des figures et des tableaux

Figure :

Figure 1 : La Reyssouze à Viriat - Source : Yves SOUCHON, le 14/05/2013 i
Figure 2 : Occupation du sol - Corine Land Cover 2006 6
Figure 3 : Taux d'urbanisation dans les cent mètres autour des cours d'eau - Source : IRSTEA SYRAH_CE 2012 8
Figure 4 : Taux de seuils sur les cours d'eau appliquée aux USRA - Source : IRSTEA SYRAH_CE 2012 9
Figure 5 : Enchaînement de seuils sur la Chalaronne à Villars-les-Dombes - Source : Honorine ROCHE, prise le 12/06/2013 10
Figure 6 : Taux de végétation à 10 m (à gauche) et 30 m (à droite) sur les trois bassins versants étudiés –Source : IRSTEA SYRAH_CE 2012 14
Figure 7 : Tronçons de cours d'eau potentiellement retenus pour la mise en place d'un réseau de thermomètres sur le bassin versant de la Veyle – Source du fond de carte: IRSTEA SYRAH_CE 2012 19
Figure 8 : La Chalaronne en aval de Villars-les-Dombes : A gauche : fragmentation de la ripisylve ; A droite : replantation de ripisylve dans le cadre du contrat de rivière - Source : Honorine ROCHE – le 12/06/2013 21
Figure 9 : Températures journalières estivales (été 2008) de trois cours d'eau du bassin versant de la Veyle - Source : SMVV 23
Figure 10 : Températures horaires moyennes pour la journée du 01/07/2008 de trois cours d'eau du bassin versant de la Veyle - Source : SMVV 24
Figure 11 : Températures journalières estivales (été 2010) de deux cours d'eau du bassin versant de la Veyle - Source : SMVV 25
Figure 12 : Localisation des thermomètres sur les trois bassins versants étudiés - Source du fond de carte: IRSTEA SYRAH_CE 2012 28

Tableau

Tableau 1 : Données hydrologiques des principaux cours d'eau des trois bassins versants étudiés - Source : Banque Hydro www.hydro.eaufrance.fr 5
Tableau 2 : Pourcentage du taux de végétation à 10 m sur les cours d'eau des bassins versants étudiés - Source : IRSTEA SYRAH_CE 2012 14

Pagination des annexes

ANNEXE 1 : Les centres IRSTEA en France Source : https://ist.irstea.fr/mon-centre/antony/centre-de-ressources-ist-antony 34
ANNEXE 2 : Localisation des trois bassins versants étudiés - Source : Carte IGN SCAN 1000® 35
ANNEXE 3 : Précipitations annuelles sur l'Europe – Source : IRSTEA 36
ANNEXE 4 : Température moyenne du mois de juillet sur l'Europe – Source : IRSTEA 37
ANNEXE 5 : Carte géologique des bassins versants étudiés – Source : carte géologique au 250000ème (simplifiée) 38
ANNEXE 6 : allure des débits mensuels pour un régime pluvial. Source : http://www.rdbrmc-travaux.com/spge/site_v2/hydro/regimes/gif/pluvial.gif 39
ANNEXE 7 : Comparaison de différentes études sur l'influence de la ripisylve sur la température de l'eau. Réalisation personnelle 40
ANNEXE 8 : Dissolution de l'oxygène en fonction de la température de l'eau. Source : http://www.engineeringtoolbox.com/air-solubility-water-d_639.html 41
ANNEXE 9 : Intervalle de tolérance thermique pour différentes espèces de poissons présentes dans les bassins versants étudiés. L'intervalle optimal de température correspond à un comportement normal et lorsque le poisson se nourrit. Les températures maximales critiques correspondent aux plus hautes températures tolérées c'est à dire sans mortalité pendant sept jours. Eliott, 1981[21] ; Küttel et *al.*, 2002 [22] ; Eliott et *al.*, 1994 [23] 41
ANNEXE 10 : Tronçons de cours d'eau potentiellement retenus pour la mise en place d'un réseau de thermomètres – Source du fond de carte : IRSTEA SYRAH_CE 2012 42
ANNEXE 11 : Tronçons de cours d'eau potentiellement retenus pour la mise en place d'un réseau de thermomètres sur le bassin versant de la Chalaronne – Source du fond de carte : IRSTEA SYRAH_CE 2012 43
ANNEXE 12 : Explication de la réalimentation des cours d'eau par les nappes dans les Dombes - Source BRGM - Rapport des ressources hydrauliques dans les Dombes 44

Abstract

Water and quality of streams, rivers and coasts has become a major concern for several years, especially in the face of global changes. Their protection has been established under the European Union Water Framework Directive of 2000, which has laid down the ambitious challenge of reaching good water quality status in the continent by 2015/2020. This status, defined by chemical and biological parameters, is influenced by a combination of factors including water temperature which has an effect on oxygen dissolution and on inner temperature regulation in aquatic organisms and biochemical metabolism. Watercourses temperature mainly depends on three factors: climate, hydrology and insolation. Insolation is the only parameter which can be mitigated as it is linked to the vegetation canopy surrounding streams, and flow velocity linked to flows influenced by irrigation or others water uses. This study falls within a long term project which aims to produce a simple model relating water temperature to riparian vegetation characteristics, in order to help local actors improve waterbodies management. The first part of the project, which is the subject of this study, involves implementing a sampling strategy in order to identify appropriate sites for watercourses temperature monitoring through in situ loggers, relying on data already gathered by rivers syndicates and on riparian vegetation as well. The study takes place in three watersheds, located in the plain of the Bresse to the north of Lyon, intensely used for intensive agriculture.