

BILAN HYDROLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE DU CANAL DES ECHUDES

Stage: Clémentine Perial
Tuteur de stage : Alice Prost

ANNEE 2015

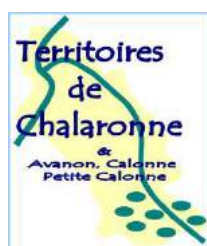


TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	7
INTRODUCTION	8
1. Contexte	9
1.1 Présentation du Syndicat des Rivières des Territoires de Chalaronne	9
1.2 Présentation du contrat de rivière.....	9
2. Présentation du territoire	9
2.1 Situation géographique	9
2.2 Climatologie	12
2.3 Hydrologie.....	12
3. Présentation du secteur d'étude	12
3.1 Situation géographique	12
3.2 Contexte paysager	13
3.3 Hydrologie du canal des Echudes	13
4. Problématique et objectifs de l'étude	15
ACQUISITION DES DONNÉES (MÉTHODOLOGIE)	17
1. Recherche de documents historiques	17
1.1 Droits d'eau fondés en titre	17
1.2 Cartes et plans du canal	17
2. Analyse juridique générale	17
3. Rencontre et connaissance des propriétaires riverains, des usages et des usagers du canal	17
3.1 Les propriétaires de moulins	18
3.2 Les élus communaux.....	18
3.3 Les membres des associations de pêcheurs	18
4. Détermination de l'hydrologie du canal	18
4.1 Mesure de débits du canal.....	18
4.2 Influence de la Saône sur la hauteur d'eau du canal	19
5. Détermination de la géomorphologie du canal	19
5.1 Profil en long et en travers du canal	19
5.2 Faciès d'écoulement du canal.....	20
5.3 Mesure du colmatage de surface	21
6. Cartographie	22
6.1 Evolution du tracé du lit des Echudes	22
6.2 L'hydrologie et la géomorphologie du canal	22
7. Synthèse de la méthodologie	23
DIAGNOSTICS (RÉSULTATS)	24
1. Régime juridique général des droits d'eau	24
1.1 Ouvrages fondés en titre	24
1.2 Règlement d'eau historique du canal des Echudes	28
1.2.1 Règlement d'eau des moulins.....	28
1.2.2 Règlement d'entretien du canal	30

2. Analyse juridique du barrage de Tallard	31
3. Evolution hydrologique du canal des Echudes	32
4. Etat des lieux du fonctionnement hydrologique actuel	35
4.1 Les usages	35
4.1.1 Les moulins	35
4.1.2 Les loisirs	36
4.2 Les pressions	36
4.2.1 Prélèvements de l'eau des Echudes pour l'irrigation de jardins privés	36
4.2.2 Prélèvements de l'eau des Echudes pour l'alimentation des plans d'eau	37
4.2.3 Les fuites	41
4.3 Les fossés	50
4.4 Les faciès d'écoulement	50
5. Etat des lieux du fonctionnement géomorphologique	52
5.1 Les caractéristiques morphométriques du canal	52
5.1.1 Largeur plein bord	52
5.1.2 Rapport largeur/profondeur plein bord	53
5.1.3 Profil en long	54
5.2 Le colmatage	57
6. Synthèse des pressions et des dysfonctionnements du canal des Echudes	60
 PROPOSITIONS DES MESURES DE GESTION	 63
1. Gestion quantitative de l'eau	63
1.1 Améliorer les connaissances des besoins et des ressources en eau	63
1.2 Travaux d'aménagement des empiètements présentant des fuites	64
1.3 Mise en place d'échelles limnimétriques	65
1.4 Régularisation règlementaire des propriétaires de plans d'eau	66
1.5 Régulation du barrage de Tallard	66
2. Gestion qualitative de l'eau	66
3. Gestion des milieux aquatiques	66
3.1 Réécriture des droits d'eau fondés en titre	66
3.2 Suppression des seuils de moulins	67
3.3 Veille foncière ou convention de gestion	67
3.4 Absence d'intervention	68
3.5 Etude de faisabilité de travaux d'aménagement du lit des Echudes	68
3.6 Gestion des plantes invasives	68
4. Animation, communication et sensibilisation des usagers	69
4.1 Charte d'entretien du canal	69
4.2 Communication et sensibilisation sur les prélèvements d'eau	70
5. Synthèse des mesures de gestion	70
 CONCLUSION	 73
 BIBLIOGRAPHIE	 74
 LISTE DES FIGURES	 75
 LISTE DES TABLEAUX	 76

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier Sandrine Mérand, Présidente du Syndicat de Rivière de Territoire de Chalaronne de m'avoir accueillie au sein de sa structure.

Je remercie intensément, Alice Prost, Directrice du SRTC, de m'avoir choisie pour travailler à ses côtés sur ce sujet.

Un grand merci à Yannick pour son aide et ses réflexions précieuses.

Un immense merci à Véronique pour sa bonne humeur, ses rires et son oreille attentive.

Je remercie également Antonin qui a su m'encadrer sur la dernière partie de stage. Je le remercie également pour les trajets en voiture qui m'a permis de faire de quelques siestes (pas si nombreuses...), mais également pour ses goûts musicaux qui m'ont permis de découvrir de nombreux artistes.

Merci à Jérémy pour avoir partagé ses connaissances et pour m'avoir accompagnée sur le terrain.

Egalement, un grand merci à Vincent, pour m'avoir accompagnée sur le terrain et pour les nombreux moments partagés au sein de notre bureau et en voiture.

Enfin, je remercie chaleureusement l'ensemble de l'équipe du SRTC avec qui j'ai pris grand plaisir à travailler. Un grand merci pour leur accueil et leur gentillesse.

INTRODUCTION

Depuis des temps forts anciens, la plupart des milieux aquatiques ont été remaniés par l'homme. De nombreux aménagements ont été réalisés comme l'endiguement, le dragage, la canalisation mais aussi la rectification des cours d'eau. Plus impressionnant encore, les hommes ont également, créé de toutes pièces ; des cours d'eau artificiels appelées « canaux ». Ces aménagements étaient destinés à irriguer en eau les hommes, le bétail, les terres cultivables ou encore produire de l'énergie. Ces aménagements ont longtemps été mis en place dans l'ignorance des fonctionnements physiques (hydrologique, géomorphologique) et écologiques des systèmes fluviaux.

Les études actuelles ont permis de savoir que les systèmes fluviaux, naturels mais aussi artificiels, ne sont pas fixés dans le temps et l'espace. Ils subissent des modifications et des évolutions en fonction des variations spatiotemporelles des flux liquides ou solides.

C'est le cas du Canal des Echudes (datant du 15^{ème} siècle), objet du sujet d'étude. D'origine anthropique, ce canal des Echudes fut, tout d'abord, construit pour l'irrigation des prés. Très vite, le canal fut utilisé pour moudre les blés. Chaque année, les meuniers étaient responsables de l'entretien du canal. Cela passait par un curage du lit du canal et un entretien des berges. Cette tradition est, aujourd'hui, révolue depuis les années 80. En l'espace de quelques années, de nombreuses évolutions ont été observées sur ce canal. Les variations rapides et inexplicables des niveaux d'eau ont été observées sur chacune des communes. De même, l'envasement sur certains secteurs a été repéré. Plus précisément, l'inquiétude des riverains et des élus de la commune de Thoisse y s'est fait ressentir. En l'espace d'une dizaine d'années, le Creux de la Morelle qui est un banc de sédiments situé à la confluence du canal et de la Chalaronne s'est complètement reformé après son curage en 2005. Le comblement total du canal sur ce secteur est redouté par les différents usagers. Préoccupées par toutes ces évolutions, les maires des communes de Saint-Etienne-sur-Chalaronne, Saint-Didier-sur-Chalaronne et Thoisse y ont fait appeler au Syndicat des Rivières des Territoires de Chalaronne pour étudier ce milieu.

L'étude du fonctionnement du canal des Echudes, réalisée de janvier à juillet 2015, est fondée l'étude du fonctionnement physique en comprenant le fonctionnement hydrologique (les écoulements des eaux) et le fonctionnement géomorphologique (morphométrie du lit du canal, transfert sédimentaire). Dans un premier temps, l'étude a nécessité l'analyse de divers documents cartographiques et législatifs anciens pour retracer l'histoire du canal des Echudes. Pour mieux appréhender, son fonctionnement, plusieurs points successifs ont été développés. Dans un premier temps, les caractéristiques du terrain d'étude sont présentées. Dans une seconde partie, l'analyse des données et les résultats sont exposés.

1. Contexte

1.1 Présentation du Syndicat des Rivières des Territoires de Chalaronne

Le Syndicat des Rivières des Territoires de Chalaronne (SRTC), situé dans l'Ain à Châtillon-sur-Chalaronne, a pour mission la gestion des rivières et des milieux associés. Le SRTC est composé d'une équipe de 5 personnes dont une directrice et un chargé de mission, un animateur agricole et territoire, un technicien de rivière et une secrétaire-comptable. Cette structure existe depuis janvier 2008 et est dirigée par un bureau de 9 personnes, élues par le comité syndical. Ce dernier est composé de délégués, élus, issus des communes et communautés de communes membres du syndicat.

1.2 Présentation du contrat de rivière

Le SRTC a mis en place un contrat de rivière le 8 février 2008. Celui-ci a pris fin le 8 février 2015. Différentes actions réparties dans 5 volets, ont été menées par le syndicat :

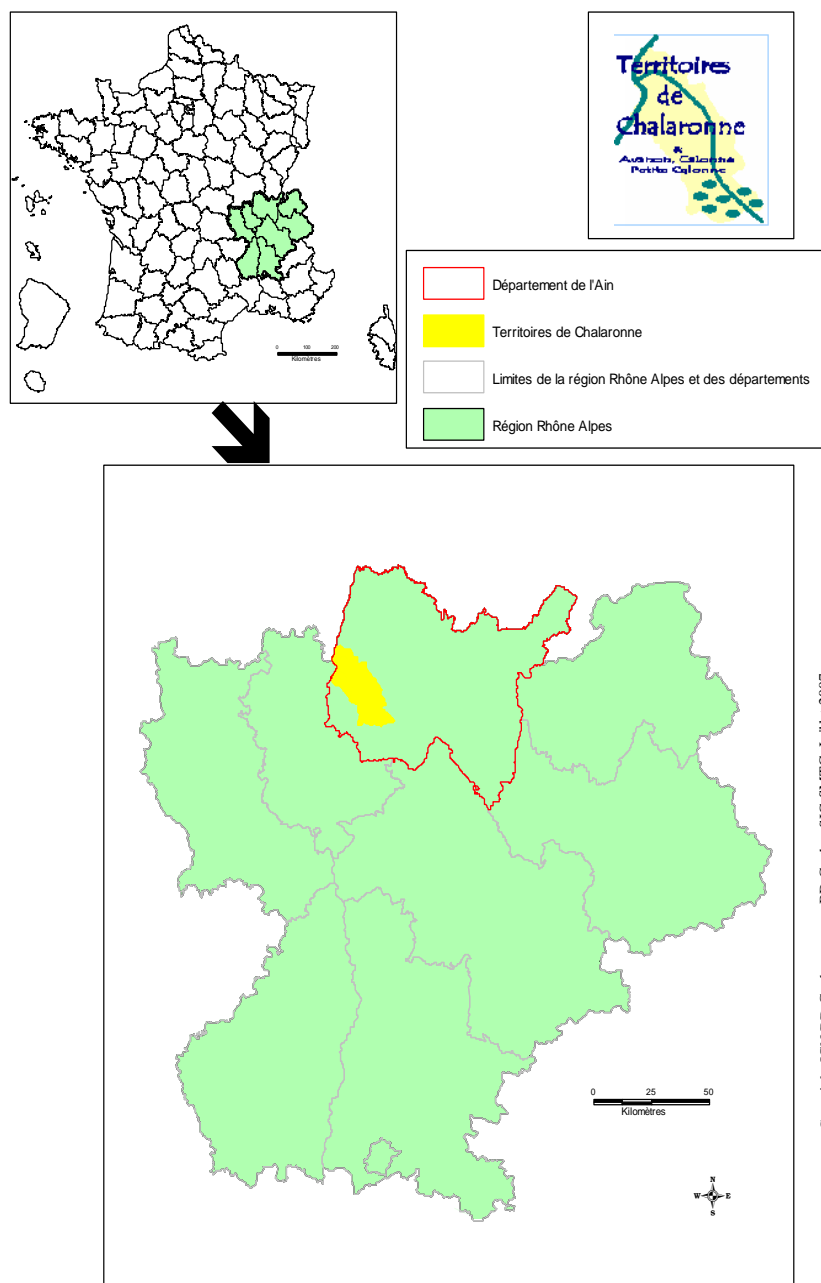
- Le volet A pour l'assainissement,
- Le volet B1 pour la restauration et la mise en valeur des milieux aquatiques,
- Le volet B2 pour la prévention des inondations,
- Le volet B3 pour la gestion quantitative de l'eau,
- Le volet C pour l'animation et le suivi des actions.

L'étude portant sur le bilan hydrologique et sédimentaire du canal des Echudes s'inscrit dans le volet B3.

2. Présentation du territoire

2.1 Situation géographique

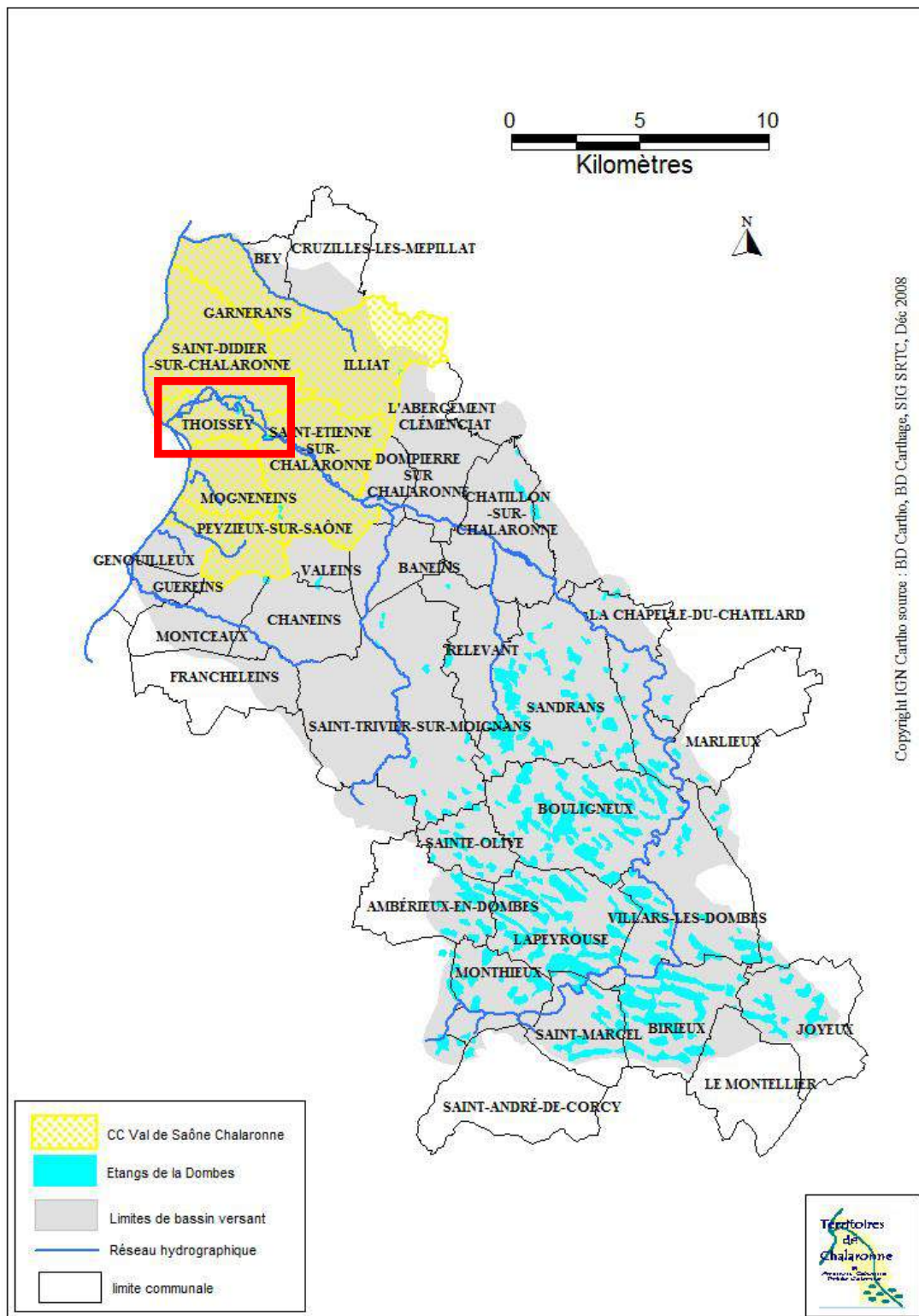
Le territoire du Contrat de Rivière des Territoires de Chalaronne s'étend sur 416 km² et se situe en intégralité dans le département de l'Ain, à l'Ouest de l'agglomération de Bourg-en-Bresse, à cheval sur les régions naturelles de la Dombes et de la Bresse (Cf. figure 1).



Copyright IGN BD Cartho source : BD Cartho, SIG SMTC, Juillet 2007

Figure 1 : Localisation du territoire de la Chalaronne
(Source : SRTC 2015)

Le territoire du contrat de rivière comporte 6 bassins versants : la Chalaronne, l’Avanon, le Râche, le Jorfond, la Petite Calonne et la Calonne. Ces rivières sont des affluents rive gauche de la Saône. Son bassin versant principal est celui de la Chalaronne avec une superficie de 333 km². Trente et une communes et onze communautés de communes sont présentes sur le territoire (Cf. figure 2).



Copyright IGN Cartho source : BD Cartho, BD Carthage, SIG SRTC, Déc 2008

Figure 2 : Carte des Territoires de Chalaronne et localisation du secteur d'étude (encadré rouge)
 (Source : SRTC 2015)

2.2 Climatologie

Le climat du bassin versant de la Chalaronne est de type océanique dégradé, avec des influences continentales selon les années, en raison du relief et de l'éloignement de l'océan atlantique (Syndicat Mixte des Territoires de Chalaronne, 2007). D'une manière générale, les influences océaniques sont associées aux puissantes perturbations d'ouest de la fin de l'hiver et du début du printemps. Les influences continentales sont sensibles pour le restant de l'année, et font la brièveté des saisons de transition (printemps, automne). Le territoire de l'Ain connaît donc des hivers souvent longs, assez froids et très pluvieux en fin de période. A partir du mois de juin, les orages sont nombreux, l'échauffement inégal du sol augmentant les phénomènes convectifs. Sur les territoires de la Chalaronne, les vents soufflent le plus souvent selon un axe Nord/Sud.

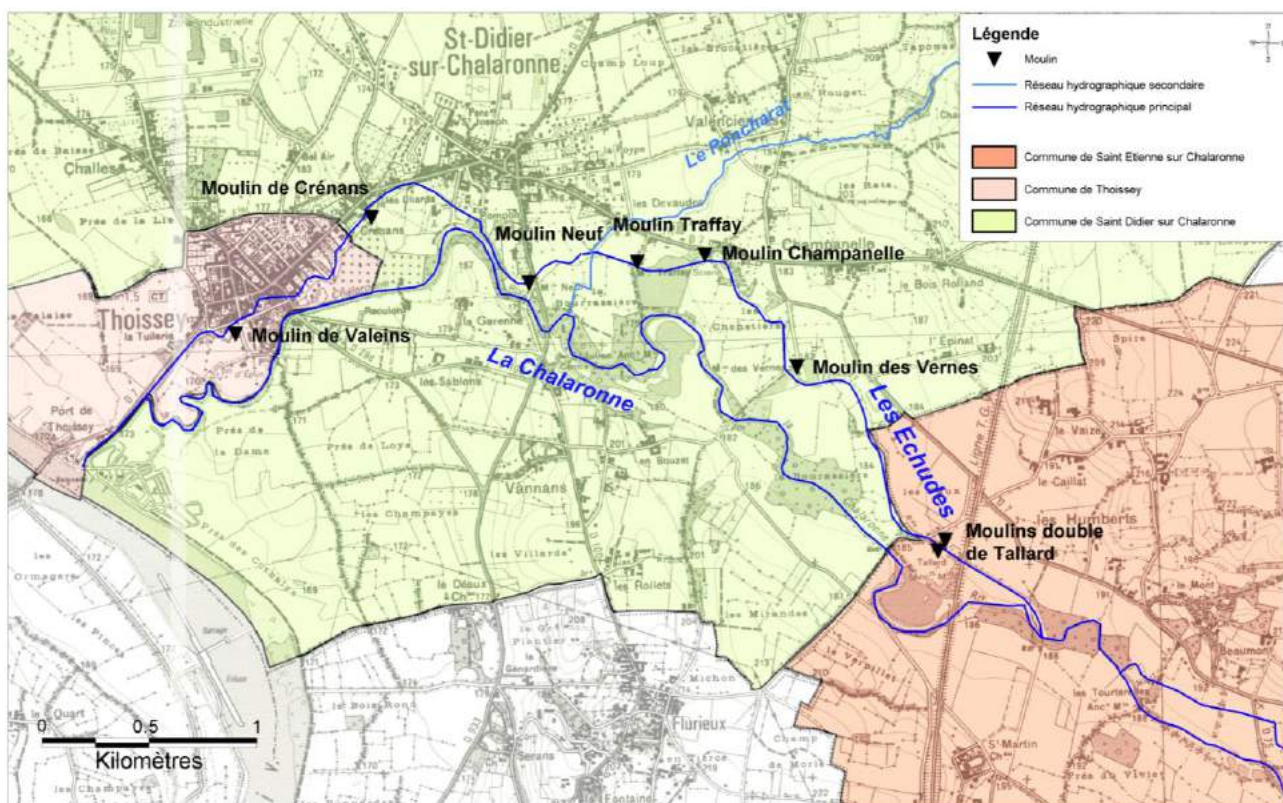
2.3 Hydrologie

Le bassin versant de la Chalaronne prend sa source sur le plateau de la Dombes aux environs de Villars les Dombes, plus précisément au niveau de l'étang du Petit Glareins sur la commune de Lapeyrouse. La Chalaronne s'écoule sur 54 km. Ses principaux affluents sont le Moignans et le Relevant.

3. Présentation du secteur d'étude

3.1 Situation géographique

Le territoire concerné par l'étude est un canal de dérivation de la Chalaronne : le canal des Echudes. Cette dérivation ancienne date du 15^{ème} siècle. Située à l'aval de la rivière de la Chalaronne, elle débute au niveau du barrage de Tallard à Saint-Etienne-sur-Chalaronne et rejoint la Chalaronne au niveau de la commune de Thoisse. La confluence des Echudes dans la Chalaronne est situé à quelques dizaines de mètres des bords de Saône. Ce canal, créé par l'Homme, mesure 5.5 kilomètres. Il traverse les communes de Saint-Etienne-sur-Chalaronne, Saint-Didier-sur-Chalaronne et Thoisse. Initialement creusé pour l'irrigation des prés, le canal fut très rapidement utilisé pour moudre le blé grâce à l'édification de moulins. En effet, sur les Echudes, 13 moulins furent construits. A ce jour, 7 moulins sont encore présents (Cf. figure 3).



*Figure 3 : Localisation du canal des Echudes et de ses Moulins
(Source : SRTC 2015)*

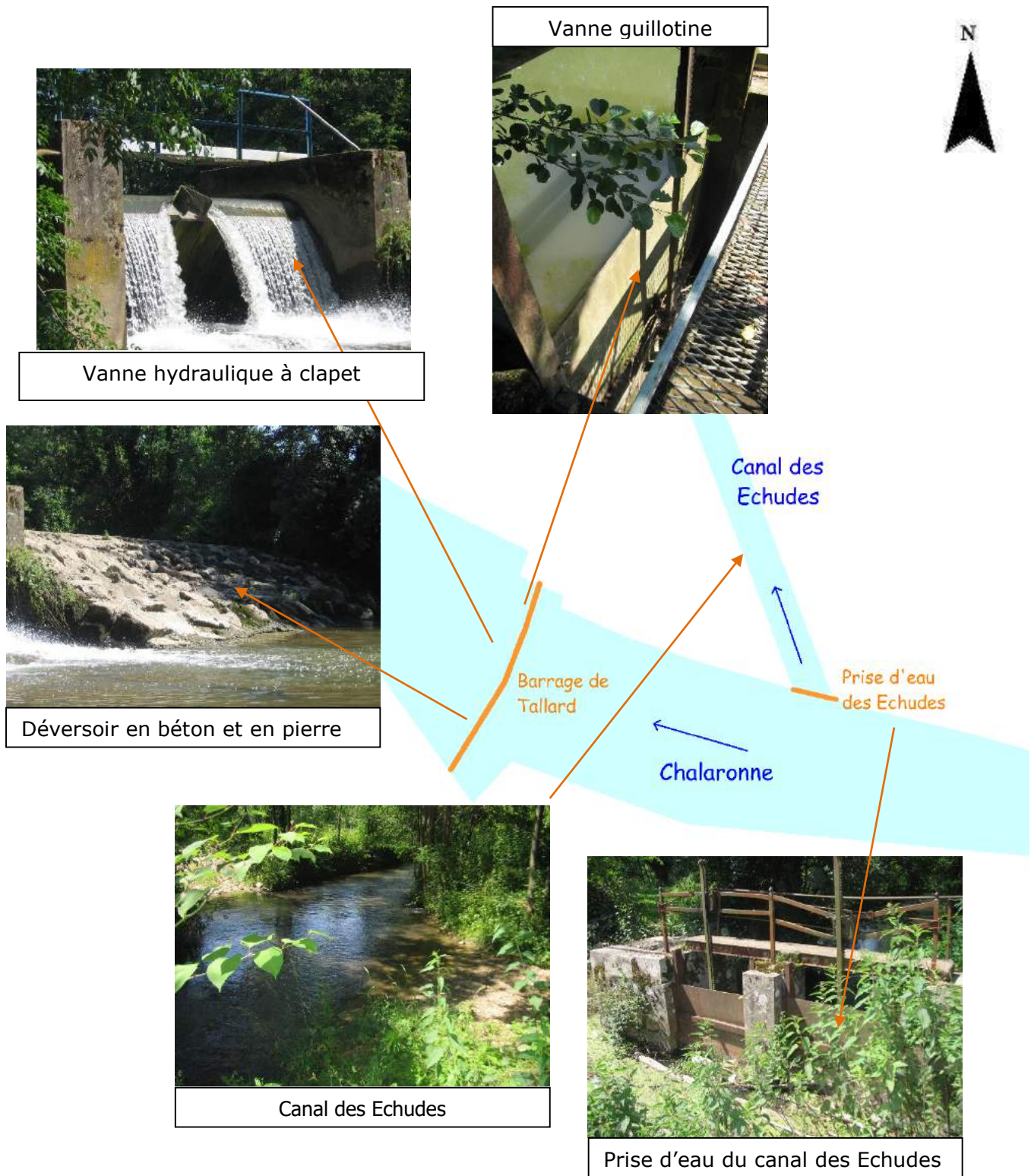
3.2 Contexte paysager

Le canal des Echudes traverse des entités paysagères différentes. L'amont du canal est marqué par un plateau boisé et cultivé. Ensuite, le canal traverse des parcelles agricoles et des prairies. L'aval du canal se situe principalement en zone urbaine de l'entrée de Saint-Didier-sur-Chalaronne jusqu'à la sortie du bourg de Thoissey.

3.3 Hydrologie du canal des Echudes

L'hydrologie du canal des Echudes est dépendante de l'hydrologie de la Chalaronne. En effet, au XV^{ème} siècle, le barrage de Tallard fut construit pour alimenter le canal des Echudes. Plus précisément, l'entrée du canal est située en rive droite de la retenue du barrage. Le barrage mesure 2.2 m de haut sur 13 m de longueur (Cf. figure 4). Le barrage était constitué d'un déversoir en béton et en pierre, d'une vanne guillotine manuelle (2.4 m de largeur) et d'une vanne hydraulique (4.5 m de largeur). Les deux vannes étaient manipulées de manière manuelle. Aujourd'hui, les deux vannes sont automatisées depuis 2009 et s'abaissent lorsque la Chalaronne atteint un certain débit. L'automate ordonne aux vannes de s'ouvrir ou de se fermer en fonction des niveaux d'eau enregistrés afin de garantir un niveau d'eau suffisant pour permettre l'alimentation en eau du canal des Echudes. L'automate a également été réglé de manière à ne jamais fermer complètement la vanne guillotine afin de garantir un débit minimum biologique transitant dans la Chalaronne.

Le canal des Echudes est équipé, au droit du barrage de deux vannes guillotines manuelles censées, à l'origine, réguler les débits entrant dans le canal. A l'heure actuelle, les deux vannes sont hors d'usage et ne peuvent plus être manipulées car les crémaillères sont absentes ou cassées.



*Figure 4 : Présentation du barrage de Tallard
(Source : SRTC 2015)*

4. Problématique et objectifs de l'étude

Le canal des Echudes présente des dysfonctionnements de son hydrologie et de sa géomorphologie.

En effet, le canal présente de nombreuses fluctuations de son niveau d'eau avec une quantité d'eau relativement faible en période sèche. Les problèmes quantitatifs d'eau peuvent entraîner en été, et principalement sur la partie aval, c'est-à-dire au niveau de la commune de Thoissey, une eutrophisation de l'eau, ayant pour conséquence des problèmes d'odeurs pour les riverains mais également des problèmes de qualité de l'eau (oxygène, température, nitrate, phosphate) pour les espèces aquatiques.

Des problèmes de sédimentation relativement importants sont également remarqués à différents endroits sur son linéaire. La sédimentation observée au niveau de Thoissey forme un banc de particules fines au niveau de la confluence entre le canal et la Chalaronne. Ce banc est communément appelé « Creux de la Morelle ». En cas de basse eau, le banc de sédiments est exondé. En 2005, la commune de Thoissey a réalisé un curage intensif au niveau de ce secteur (sur l'ensemble de la levée du port de Thoissey) mais le banc s'est complètement reformé aujourd'hui.

Les dysfonctionnements hydrologiques et sédimentaires peuvent s'expliquer par divers facteurs. L'accroissement de la sédimentation est sans doute lié à un arrêt de l'entretien annuel du canal depuis les années 80. Il peut également être lié à une pente relativement faible du canal et à la présence de nombreux ouvrages transversaux (seuils de moulin) qui favorisent la sédimentation des particules fines. Quant à la problématique hydrologique, il s'avère que le canal est marqué par différents usages comme la pêche, l'alimentation des mares et étangs, l'irrigation des prés ou encore l'utilisation des moulins pour l'hydro-électricité. Il ne faut pas oublier que les débits du canal sont étroitement liés aux débits de la Chalaronne. Outre les problématiques hydrologiques et sédimentaires du canal, la problématique patrimoniale se pose également puisque le canal historique est voué, en l'état, à se sédimenter et à plus long terme à disparaître.

Les objectifs de cette étude du canal des Echudes sont variés. Dans un premier temps, l'objectif est d'améliorer notre connaissance sur son fonctionnement hydrologique et géomorphologique. Dans un second temps, l'objectif est d'améliorer son fonctionnement physique sur le long terme. Cette étude a pour objectif de maintenir un débit suffisant pour assurer la salubrité du milieu ainsi que la vie piscicole. Les enjeux sont donc de mettre en place des propositions de gestion aussi bien en termes de quantité d'eau que de qualité d'eau. Cependant, cette étude est également pour enjeu la gestion durable de la continuité sédimentaire sans que la commune de Thoissey n'ait besoin de recourir à un curage du canal.

Cette étude bilan doit répondre à plusieurs questions :

- Quel est l'état géomorphologique actuel et passé du canal des Echudes ?
- Quel est l'état hydrologique actuel et passé du canal des Echudes ?
- Quels sont les différents usages et usagers de l'eau du canal ? Quels impacts engendrent-ils sur le canal ?

- Les ouvrages présents le long du canal ont-ils une répercussion sur son fonctionnement ?
- Quelles actions faut-il mettre en place pour améliorer : la qualité de l'eau, son fonctionnement hydrologique et la continuité sédimentaire ?

Cette étude a nécessité plusieurs phases. Dans un premier temps, il a été nécessaire de recourir à la recherche bibliographique permettant de décrire le fonctionnement passé et actuel du canal. De plus, différents protocoles de mesures sur le terrain ont été mis en place afin de décrire l'état des lieux actuel du canal. Dans un second temps, les données récoltées ont été traitées afin de formuler un diagnostic du canal. A partir de ce diagnostic, des mesures de gestion ont été proposées.

ACQUISITION DES DONNÉES (MÉTHODOLOGIE)

Afin de proposer des mesures de gestion du canal, une méthodologie de recueil d'informations a été mise en place. Elle correspond au recueil de données concernant le fonctionnement hydrologique, géomorphologique, les usages, les usagers du canal mais également les droits d'eau.

1. Recherche de documents historiques

1.1 Droits d'eau fondés en titre

Les droits d'eau fondés en titre sont un ensemble de règles déterminant le régime juridique des eaux pour des ouvrages historiques de type moulins. Pour cette étude, les droits d'eau des moulins présents sur le secteur d'étude, datant du 19^{ème} siècle, ont été recherchés au centre des Archives Départementales de l'Ain situé à Bourg en Bresse. La consultation de ces documents est gratuite et libre d'accès. Ces droits d'eau contiennent des informations importantes puisqu'ils confèrent aux propriétaires leurs droits et leurs devoirs en termes d'aspects quantitatif et qualitatif de la ressource en eau.

1.2 Cartes et plans du canal

Certains plans et cadastres (cartes de Cassini, plan napoléoniens) ont été recueillis grâce aux Archives Départementales de l'Ain. Les autres documents (photographie les photographies aériennes historiques) ont pu être récupérés grâce au site de Géoportail ou de l'IGN (Institut Géographique National). Ces documents historiques, datant du 19^{ème}, relatent l'évolution du canal des Echudes dans le temps et l'espace.

2. Analyse juridique générale

Des recherches sur les droits fondés en titre ont été réalisées. Les documents relatifs aux ouvrages hydrauliques (ex : moulins) ont été obtenus grâce à la DDT.

3. Rencontre et connaissance des propriétaires riverains, des usages et des usagers du canal

Un certain nombre d'informations ont pu être recueillies grâce à la rencontre des riverains et des usagers. Ces personnes « ressources » ont été sollicitées car elles ont une très bonne connaissance du milieu de par leur présence quotidienne sur le terrain. Des rencontres ont été organisées afin de connaître leurs attentes en termes de gestion.

3.1 Les propriétaires de moulins

Les rendez-vous auprès des propriétaires de moulins ont été réalisés au téléphone (1 propriétaire) ou bien directement sur le terrain (3 propriétaires). L'objectif de ces rendez-vous était de comprendre le fonctionnement des Echudes aussi bien en termes d'entretien du canal qu'en termes de l'utilisation des moulins proprement dit. De plus, l'objectif était de connaître les idées de chacun sur les usages actuels du canal mais également passés.

3.2 Les élus communaux

Chacune des 3 communes concernées par l'étude a été contactée. Les rendez-vous ont été pris directement auprès de l'interlocuteur concerné (maire et/ou) adjoints. Les rencontres se sont passées sur le terrain ou en mairie. Les dysfonctionnements du canal au niveau de chaque commune ont été abordés.

3.3 Les membres des associations de pêcheurs

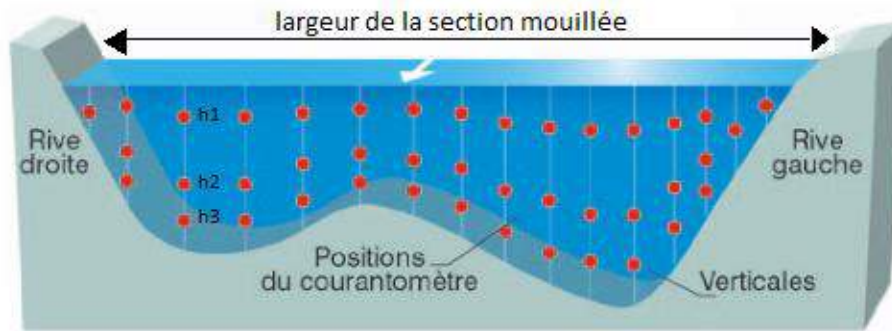
Le président de l'association de pêche de la commune de Thoisy a été rencontré sur le terrain afin de discuter et de localiser de manière plus précise les dysfonctionnements du canal.

4. Détermination de l'hydrologie du canal

4.1 Mesure de débits du canal

Afin d'avoir davantage d'informations concernant l'hydrologie du canal, des mesures de débits ont été réalisées grâce à la méthode d'exploration des champs de vitesses. Cette technique consiste à mesurer la vitesse de l'écoulement en différents points de la section, tout en mesurant la surface de la section mouillée, c'est-à-dire en mesurant la largeur du lit mais également sa profondeur en différents points. Il est important de préciser que la vitesse d'écoulement des eaux n'est jamais uniforme dans la section transversale d'un cours d'eau c'est pourquoi, plusieurs mesures ont été réalisées aussi bien sur la largeur que la profondeur de la lame d'eau. La détermination des débits est réalisée à partir de la combinaison des vitesses avec la géométrie du lit (profondeur et largeur).

Pour réaliser ces mesures de débits, deux intervenants sont nécessaires. Ce premier situé sur la berge, notant les valeurs de débits sur des fiches terrain (Cf. annexe 1) préalablement réalisées et le second autre réalisant les mesures à l'aide d'un courantomètre électromagnétique. Pour mesurer la vitesse de l'eau, il est impératif de placer le courantomètre face au courant. Pour chaque point, trois mesures ont été relevées. Une mesure en surface (h1), une mesure à 33 % de la surface (h2) et une mesure du fond du lit (h3) (Cf. figure 5).



*Figure 5 : Repérage des verticales de mesure et tirant d'eau en travers de la section de jaugeage
(Source : SRTC 2015 à partir de l'ONEMA 2011)*

Le courantmètre présente de nombreux avantages. En effet, il fournit une précision de l'ordre du cm/s. Il permet de mesurer de très faibles vitesses mais également de réaliser des mesures en présence d'herbes.

Les débits n'ont pu être réalisés en une seule journée sur l'ensemble du linéaire du canal. Un point de tuilage a donc été réalisé entre les deux journées. Cela signifie qu'un même point a été mesuré le jour j et le lendemain afin de s'assurer que les débits soient comparables.

Plusieurs campagnes de mesures ont été réalisées en période de hautes eaux et de basses eaux afin de comparer les débits circulant dans le canal ainsi que d'évaluer les volumes des fuites transitant dans les fossés selon l'hydrologie du canal.

Les données de débits ont été retranscrites sur les fiches terrains réalisées préalablement puis ont été retranscrites informatiquement.

4.2 Influence de la Saône sur la hauteur d'eau du canal

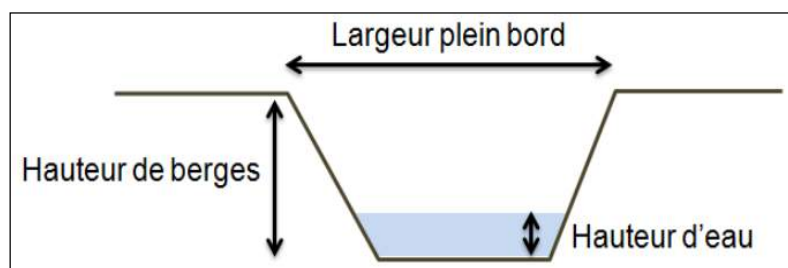
Les données de hauteurs d'eau de la Saône ont été récupérées grâce à la DREAL Bourgogne pour l'année 2014 (toute l'année) et le début de l'année 2015 (de janvier à juin).

5. Détermination de la géomorphologie du canal

5.1 Profil en long et en travers du canal

Afin de mieux connaître la morphologie du canal, il a été décidé, au sein du Syndicat, de faire appel à un bureau d'études pour réaliser la campagne de mesure topographique du canal. Une consultation a été réalisée auprès de deux bureaux d'études à savoir B.E.T.T. et Hydro-Topo. Suite au traitement de la consultation, le bureau d'étude Hydro-Topo a été sélectionné car il présentait un prix et un délai de réalisation plus intéressants.

Concernant le profil en long du canal, il a été demandé au bureau d'études de réaliser un levé tous les 100 mètres environ. Le profil en long comprend les 7 chutes d'eau correspondant aux seuils des 7 moulins. Le bureau d'études a également levé les trois seuils intermédiaires en faisant un levé à l'amont et à l'aval immédiat de la chute d'eau. Au total, cela correspond à 60 levés environ. Pour les profils en travers, le bureau d'étude en a réalisé une dizaine. Pour chaque profil, il a été demandé au bureau de lever 7 points au minimum, à savoir : les hauts de berges (2 points), les pieds de berges (2 points), le talweg (1 point), les points intermédiaires entre les pieds de berge et le talweg (2 points) (Cf. figure 6). Un point supplémentaire a été demandé à l'entreprise à chaque variation significative du fond du lit. Enfin, il a été demandé de matérialiser sur ces profils en travers la hauteur de l'envasement sur le fond de gravier. Enfin, le bureau d'étude a également mesuré les caractéristiques (hauteur, longueur, largeur) des différents ouvrages (empellements, seuils).



*Figure 6 : Paramètres mesurés lors des investigations sur le terrain
(Source : SRTC 2015)*

5.2 Faciès d'écoulement du canal

La connaissance hydrologique du canal a également nécessité la caractérisation des faciès d'écoulement du canal. Les faciès d'écoulement sont des petites portions de cours d'eau présentant une homogénéité sur des plans de vitesses, de profondeur, de granulométrie, de pente et des profils en travers. Les variables discriminantes sont la hauteur d'eau et la vitesse d'écoulement. L'identification de ces faciès a été réalisée, à pied, par observation visuelle. Les données observées ont été reportées sur des fiches terrain (Cf. annexe 3). La définition des faciès d'écoulement a été réalisée à partir d'une clé de détermination clairement définie dans la littérature (Onema, 2010).

Plusieurs faciès sont à distinguer (Cf. figure 7) :

- **plat lentique** : caractérisé par une faible profondeur, une faible vitesse, un profil en travers symétrique, une faible pente.
- **plat courant** : caractérisé par une pente douce, un écoulement uniforme, des vaguelettes à la surface de l'eau liées à la présence du substrat à proximité de la surface libre.
- **radier** : une pente plus forte, une rupture de pente plus nette avec des faciès limitrophes, une turbulence plus forte liée à l'affleurement du substrat au ras de la surface libre.
- **rapide** : une pente très forte, une forte turbulence matérialisée par de l'écume blanche.



Figure 7 : Photographies des différents faciès d'écoulement (ONEMA, 2010)

Une fois les observations notées, les différents faciès ont été représentés sous forme de segment homogène sous MapInfo.

5.3 Mesure du colmatage de surface

La méthode de mesure du colmatage en surface du lit des Echudes a été mise en place à l'aide du guide de l'ONEMA écrit en 2012.

C'est une méthode d'évaluation visuelle simplifiée et reproductible qui a été souhaitée. Trois classes de colmatage ont été définies. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous (Cf. tableau 1) :

Tableau 1 : Classification du degré de colmatage en surface

Code	Classe de colmatage
1	La classe 1 correspond à des éléments grossiers qui se soulèvent facilement avec peu ou pas de limon généré lorsqu'ils sont soulevés. En cas de présence de limons, ceux-ci représentent un faible dépôt peu colmatant.
2	La classe 2 correspond à un lit marqué par des éléments grossiers qui se soulèvent plus difficilement, car la couche de limon est plus importante. Le déplacement des éléments grossiers génère la libération d'un nuage dense de limon dans l'eau.
3	La classe 3 est caractéristique d'un lit où les éléments grossiers ne se soulèvent pas ou très difficilement. La granulométrie est recouverte par une couche très épaisse de limons.

Source : SRTC 2015 à partir ONEMA 2012

Le canal a été étudié sur l'ensemble son linéaire. Le colmatage a été renseigné pour chaque tronçon (Cf. annexe 2).

Afin de quantifier le colmatage en surface du lit des Echudes, des mesures de hauteur de limons ont été réalisées, ponctuellement, à l'aide d'une tige creuse de 2.70 mètres de hauteur. Cette technique de mesure manuelle a été réalisée en trois temps. Dans un premier temps, l'extrémité de la baguette est déposée sur le sommet de la couche de limon. Une marque décrivant la cote d'eau est inscrite sur la tige à l'aide d'un élastique entouré autour de la barre. Dans un second temps, la baguette est enfoncée manuellement jusqu'à atteindre une

certaine résistance dans le lit. Une seconde marque, à l'aide d'un autre élastique, représentant la nouvelle cote d'eau, est inscrite sur la tige. Dans un troisième temps, la différence entre les deux élastiques est mesurée à l'aide d'un décimètre. Elle correspond alors à la hauteur des sédiments.

Plusieurs points de mesure (au minimum trois) sont réalisés par profil transversal, à savoir un point en rive gauche, un point au centre du lit et un point en rive droite. Les données sont retranscrites sur les fiches terrains puis informatiquement.

6. Cartographie

6.1 Evolution du tracé du lit des Echudes

L'évolution du lit du canal des Echudes a été effectuée à l'aide d'un travail cartographique. Les documents numériques ont ensuite été géoréférencés à partir du SCAN25 grâce au logiciel MapInfo Professional 8.5. A partir de ce fond de plan, les points de calages ont été localisés au niveau des intersections de routes ou encore au niveau des bâtisses. Sur la couche de référence, entre 15 et 25 points de contrôle ont été placés puis reportés, un à un, sur les images à géoréférencer. Le placement des points a été effectué de manière précise afin de caler les images avec un maximum de précision. Pour chaque document, le système de projection choisi est le Lambert 93.

Après le géoréférencement des différents documents, le travail a consisté à matérialiser le lit du canal. L'objectif de ce travail est de comparer les documents entre eux afin d'analyser l'évolution du tracé des Echudes. Pour cela, le trait du lit du canal a été redessiné sur les photographies et les plans.

6.2 L'hydrologie et la géomorphologie du canal

Certaines cartographies ont été réalisées à partir des différentes couches d'informations mises en place par le Syndicat préalablement au stage (ex : localisation des moulins).

D'autres couches comme le réseau de fossés, la localisation des empellements le long des Echudes ou encore les ouvrages de prélèvement d'eau ont nécessité l'actualisation des données grâce à une phase de terrain. Enfin d'obtenir ces renseignements, il a fallu au préalable réaliser des fiches terrain permettant de renseigner un certain nombre d'informations comme la localisation le long du canal à l'aide d'un GPS, le positionnement par rapport au lit (rive gauche ou droite), mais également l'état et l'usage passés et actuels des différents ouvrages.

Les fichiers .TAB associées aux différentes couches d'informations ont été créés sous MapInfo en intégrant le maximum de paramètres. Ces paramètres ont été déclinés sous forme d'indices créés grâce aux analyses thématiques.

7. Synthèse de la méthodologie

L'étude bilan du canal des Echudes nécessité la mise en place de la méthodologie suivante (Cf. figure 8) :

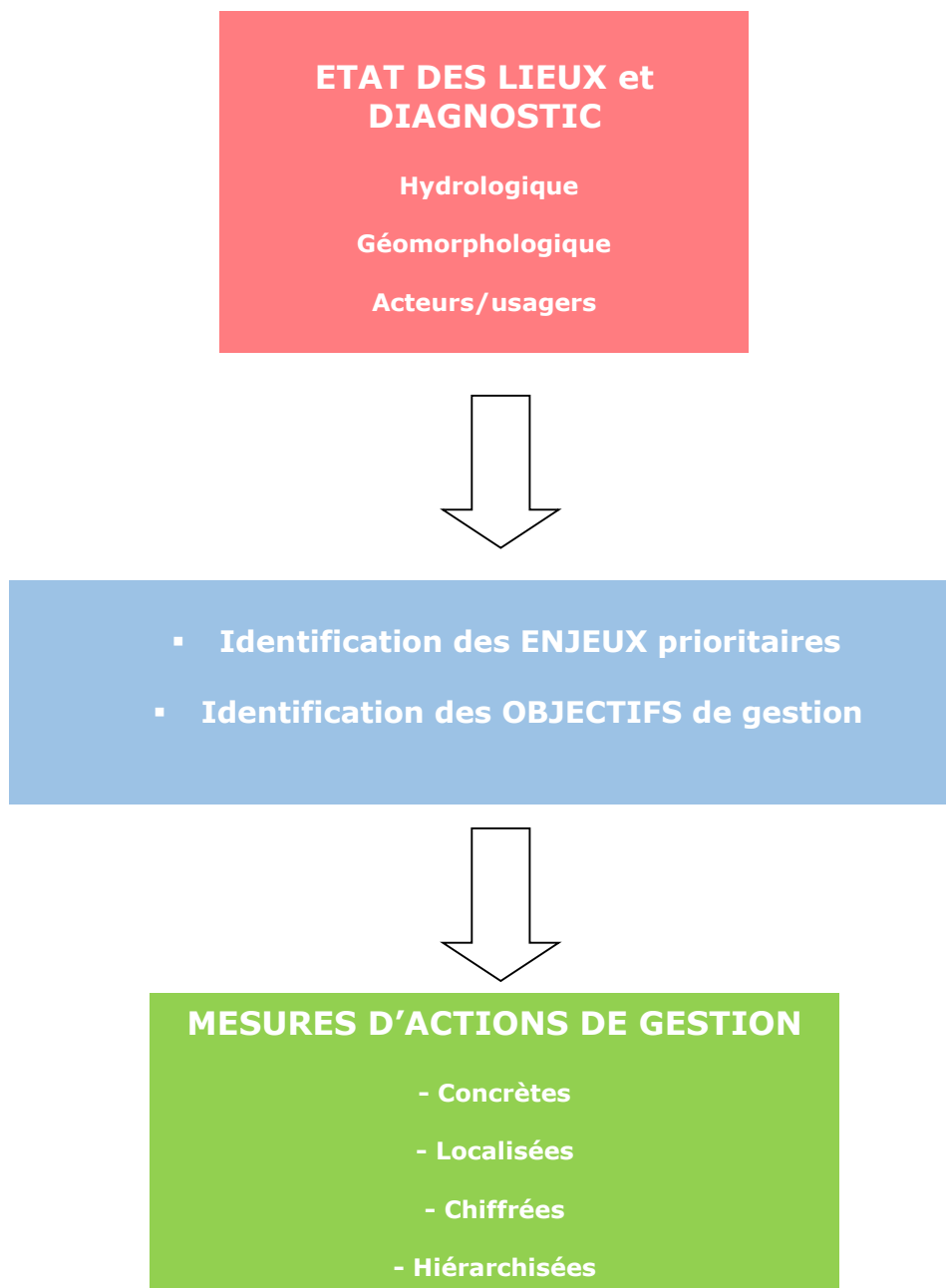


Figure 8 : Schéma de la méthodologie mise en place pour l'étude

(Source : SRTC 2015)

DIAGNOSTICS (RÉSULTATS)

1. Régime juridique général des droits d'eau

1.1 Ouvrages fondés en titre

Les **ouvrages fondés en titre** sont des droits (ensemble de règles) exclusivement attachés à des ouvrages pour l'**usage** des **moulins**, des **étangs** ou pour l'**irrigation**. **Ce sont des droits d'usages particuliers de la force motrice de l'eau, exonérés de procédures d'autorisation ou de renouvellement.**

Les ouvrages ainsi visés ne peuvent exister que sur des cours d'eau non domaniaux, c'est-à-dire qui n'appartiennent pas au Domaine Public Fluvial mais aux propriétaires riverains (cette appréciation doit être faite au moment de la construction de l'ouvrage et non pas par rapport aux critères de navigabilité et de classement). Voir en ce sens les articles L. 2111-7 et L. 2111-12 du Code Général de la propriété des personnes publiques¹.

Le droit d'eau fondé en titre est une réglementation complexe (Cambot, 2008). Les ouvrages sont fondés en titre s'ils ont été construits avant la Révolution Française, c'est-à-dire avant le 4 août 1789. Ces ouvrages, antérieurs à cette date, sont soumis à l'**Edit de Moulins de février 1566** qui a établi le principe d'**inaliénabilité** (qui ne peut être cédé ou enlevé) et d'**imprescriptibilité** (qui est toujours valable ou immuable) (Direction départementale des territoires, février 2012). Il s'agit d'**un droit d'usage de la force motrice de l'eau**, acquis et de caractère perpétuel.

Le droit fondé en titre est valable, si le titulaire arrive à prouver son **existence** et sa **consistance** légale.

Pour prouver l'existence légale de ce droit, le titulaire doit fournir soit :

- ✓ Acte de vente,
- ✓ Acte de l'administration,
- ✓ Acte d'inventaire et de séquestre d'un bien national (Conseil d'Etat, 5 juillet 2004, SA Laprade Energie, Lebon 294),

¹ Article L.2111-7 : "Le domaine public fluvial naturel est constitué des cours d'eau et lacs appartenant à l'Etat, aux collectivités territoriales ou à leurs groupements, et classés dans leur domaine public fluvial."

Article L.2111-12 : "Le classement dans le domaine public fluvial d'une personne publique mentionnée à l'article L. 2111-7, d'un cours d'eau, d'une section de cours d'eau, d'un canal, lac ou plan d'eau est prononcé pour un motif d'intérêt général relatif à la navigation, à l'alimentation en eau des voies navigables, aux besoins en eau de l'agriculture et de l'industrie, à l'alimentation des populations ou à la protection contre les inondations, tous les droits des riverains, des propriétaires et des tiers demeurant réservés.

Le classement dans le domaine public fluvial est prononcé, après enquête publique réalisée conformément au chapitre III du titre II du livre Ier du code de l'environnement, par décision de l'autorité administrative compétente. Il est pris après avis des assemblées délibérantes des collectivités territoriales sur le territoire desquelles se situe le domaine à classer ainsi que du comité de bassin compétent, au cas de classement dans le domaine public fluvial d'une collectivité territoriale ou d'un groupement. Les indemnités pouvant être dues en raison des dommages résultant de ce classement sont fixées comme en matière d'expropriation pour cause d'utilité publique. Ces indemnités tiennent compte des avantages que les personnes concernées peuvent en retirer. Ces dispositions sont applicables aux ports intérieurs.

- ✓ Un terrier de seigneurie (inventaire foncier de l’Ancien régime) établi entre 1785 et 1789 (Jurisprudence M. et Mme Sable).
- ✓ Dénombrement des biens seigneuriaux de 1600 (Cours Administrative d’Appel de Nancy, 4 août 2006, Cridlig, n° 05NC00906),
- ✓ La comparaison entre une carte de Cassini dressée au XVIIIème siècle et des cartes contemporaines (CE, 16 janvier 2006, n° 263010).

A contrario, ne permettent pas de prouver l'existence légale d'un ouvrage fondé en titre :

- ✓ Un acte de vente qui n’indique pas l’existence d’une prise d’eau (CE, 15 juin 1987, Blanc, n° 49323),
- ✓ Une vague allégation (CE, 16 octobre 1992).

Pour prouver la consistance légale, le titulaire doit fournir :

- ✓ des photos de la prise d’eau (permettant de démontrer que la prise d’eau et la côte du barrage n’ont pas été modifiées depuis la délivrance du droit d’eau) ;
- ✓ des plans anciens et actuels pour une comparaison ;
- ✓ une estimation de la puissance maximale brute.

Un ouvrage fondé en titre est un ouvrage :

- ✓ **bénéficiaire d'un règlement d'eau** : cette catégorie ne concerne que les ouvrages bâtis entre 1789 et 1898.
- ✓ **soumis à autorisation perpétuelle** : les ouvrages construits entre 1898 et 1919 dont la puissance est inférieure à 150 KW bénéficient de ce type d'autorisation.
- ✓ **soumis à l'autorisation de la loi du 16 octobre 1919** pour une durée maximale de 75 ans.

Si l’ouvrage bénéficiant d’une autorisation n’est toutefois pas entretenu ou à l’état d’abandon, alors une décision de retrait de l’autorisation est possible après décision de la police de l’eau (L. 214-4 de Code de l’environnement²).

² Article L.214-4 modifié par la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 : "*I.-L'autorisation est accordée après enquête publique et, le cas échéant, pour une durée déterminée. Un décret détermine les conditions dans lesquelles le renouvellement des autorisations et l'autorisation de travaux, installations ou activités présentant un caractère temporaire et sans effet important et durable sur le milieu naturel peuvent être accordés sans enquête publique réalisée conformément au chapitre III du titre II du livre Ier du présent code préalable.*

II.-L'autorisation peut être retirée ou modifiée, sans indemnité de la part de l'Etat exerçant ses pouvoirs de police, dans les cas suivants :

1° Dans l'intérêt de la salubrité publique, et notamment lorsque ce retrait ou cette modification est nécessaire à l'alimentation en eau potable des populations ;
2° Pour prévenir ou faire cesser les inondations ou en cas de menace pour la sécurité publique ;
3° En cas de menace majeure pour le milieu aquatique, et notamment lorsque les milieux aquatiques sont soumis à des conditions hydrauliques critiques non compatibles avec leur préservation ;
4° Lorsque les ouvrages ou installations sont abandonnés ou ne font plus l'objet d'un entretien régulier.

II bis.-A compter du 1er janvier 2014, en application des objectifs et des orientations du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux, sur les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux classés au titre I de l'article L. 214-17, l'autorisation peut être modifiée, sans indemnité de la part de l'Etat exerçant ses pouvoirs de police,

Bien que le droit fondé en titre soit **inaliénable** et **imprescriptible**, il n'est pas perpétuel (Missions Inter Services de l'Eau de Lorraine, 2009). Il peut disparaître avec les événements suivants :

- ✓ La **disparition du cours d'eau** (CE, 14 janvier 1998, M. et Mme Maurel, n° 138068),
- ✓ La **réalisation de travaux modifiant l'ouvrage** (par exemple, hausse du débit ou de sa puissance : CAA Nancy, 6 décembre 2007),
- ✓ **L'absence d'entretien de l'ouvrage**. La jurisprudence a précisé que le délabrement de l'ouvrage ne suffisait pas, il fallait en sus que l'ouvrage tombe en ruine ou connaisse un changement de destination (CE, 16 janvier 2006, M. et Mme Sable, n° 280373).

Le régime juridique des droits d'eau précise que le riverain d'un cours d'eau est propriétaire des berges et du fond du lit mais en aucun cas de l'eau. Par conséquent, il ne peut utiliser l'eau que dans le cadre de la réglementation en vigueur : le droit de dériver l'eau d'un cours d'eau, d'utiliser sa force motrice ou d'établir un barrage nécessite, aujourd'hui comme par le passé, l'autorisation de la puissance publique.

L'article 215-1 du Code de l'environnement la mentionne explicitement :

"Les riverains n'ont le droit d'user de l'eau courante qui borde ou qui traverse leurs héritages que dans les limites déterminées par la loi. Ils sont tenus de se conformer, dans l'exercice de ce droit, aux dispositions des règlements et des autorisations émanant de l'administration".

Cette autorisation s'exprime dans un "règlement d'eau", document délivré au permissionnaire par l'autorité administrative qui exerce la police de l'eau.

Le tableau ci-dessous (tableau 2) rappelle les droits et obligations du permissionnaire d'un droit d'eau, droit d'usage et non de propriété, forgés dans un règlement d'eau :

dès lors que le fonctionnement des ouvrages ou des installations ne permet pas la préservation des espèces migratrices vivant alternativement en eau douce et en eau salée.

III.-Tout refus, retrait ou modification d'autorisation doit être motivé auprès du demandeur.

IV.-Un décret détermine les conditions dans lesquelles les autorisations de travaux ou d'activités présentant un caractère temporaire, périodique et dépourvu d'effet important et durable sur le milieu naturel seront accordées, sans enquête publique préalable, aux entreprises hydroélectriques autorisées qui en feront la demande pour la durée du titre à couvrir. Les dispositions des décrets en vigueur à la date de la publication de la loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique seront abrogées si elles ne sont pas en conformité avec les dispositions".

Tableau 2 : Comparaison des droits d'eau anciens et actuels

Droit d'eau ancien	Exigences complémentaires de la législation moderne
Le règlement d'eau fixe les caractéristiques de la prise d'eau et de la chute (le droit d'eau stricto sensu). Ainsi doivent figurer :	
<ul style="list-style-type: none"> • les cotes de retenue normale des plus hautes eaux (ces cotes devant être observables à tout moment sur un repère fixe), • la hauteur de chute brute, • le débit maximal dérivé. 	<ul style="list-style-type: none"> • le débit à maintenir dans la rivière immédiatement en aval de la prise d'eau (débit réservé).
Il définit les mesures destinées à compenser les atteintes que la présence et le fonctionnement de l'ouvrage portent au milieu aquatique et aux autres usages. Ainsi doivent être mentionnées dans le Règlement d'eau :	
<ul style="list-style-type: none"> • les conditions de manœuvre des vannes de décharge et autres ouvrages ; • les conditions de l'entretien de la retenue et du lit du cours d'eau (généralement dans le cadre des règlements et usages locaux). 	Une attention particulière est apportée aujourd'hui à la circulation des poissons.
Tous les ouvrages doivent être constamment maintenus en bon état par les soins et aux frais du permissionnaire.	
Il rappelle que les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.	
Il prévoit qu'en cas de non-respect du règlement, le préfet prend toute mesure nécessaire : mise en demeure, mise en chômage, suspension ou retrait de l'autorisation.	

Source : SRTC, 2015

Le régime juridique des droits d'eau peut être changé si le propriétaire veut étendre ou modifier son installation (barrage, prise d'eau, vannage, canal de dérivation). Dans ce cas, **il doit solliciter une autorisation qui prive dès lors son droit d'eau du caractère imprescriptible qui lui était attaché.**

L'imprescriptibilité se perdra également si les éléments physiques permettant d'utiliser la force hydraulique ont disparu (seuil, canal d'amenée, fosse à roue, canal de fuite).

Certaines obligations sont inhérentes au droit d'eau. Elles ont été établies en contrepartie du droit d'utiliser l'énergie de l'eau pour la convertir en force motrice.

- ✓ Le respect des caractéristiques des ouvrages de moulins (dimensionnement des vannes, du barrage, etc.)
- ✓ La bonne conservation du repère légal indiquant le niveau maximum de retenue des eaux
- ✓ Le respect du niveau légal ; dès que les eaux dépassent le niveau légal, le permissionnaire est tenu de lever les vannes de décharge pour maintenir les eaux à ce niveau et de les ouvrir au besoin en totalité.

S'il refuse ou est négligent, il y sera procédé d'office et à ses frais par la commune ou le préfet et une action civile pourrait être intenté par un particulier et en cas de pertes et dommages subis résultant du refus ou de la négligence.

- ✓ Le non-respect des règlements existants ou à intervenir, sur la police, le mode de distribution et le partage des eaux,
- ✓ L'entretien du bief d'alimentation. Le curage est obligatoire dès que nécessaire ou requis,
- ✓ La non imprescriptibilité des droits. Le permissionnaire n'a droit à aucune indemnité ni dédommagement quelconque dans le cas où pour l'exécution de travaux dont l'utilité publique aura été légalement constatée, l'administration juge convenable de prendre des dispositions

qui le prive de tout ou partie des avantages résultant du droit d'eau, tous droits antérieurs étant réservés, dans les limites des articles L214-1 à 6 du code de l'environnement.

- ✓ Droits des tiers : ils sont et demeurent expressément réservés.

Résumé des ouvrages fondés en titre

- Droit d'usage de la force motrice de l'eau
 - o Droit imprescriptible : qui est toujours valable
 - o Droit inaliénable : qui ne peut être cédé.
- Preuve de l'existence du droit fondé en titre
 - o Acte de vente
 - o Carte de Cassini
 - o Texte officiel
- Un droit fondé en titre se perd lorsque la force motrice de l'eau n'est plus utilisée par les propriétaires de l'ouvrage notamment en raison de la ruine ou du changement d'affectation des éléments essentiels de l'ouvrage destinés à utiliser la force motrice.
- La remise en exploitation de l'ouvrage doit faire l'objet d'une demande au préfet qui peut émettre les prescriptions nécessaires pour la protection des milieux aquatiques et une gestion équilibrée de l'eau.

1.2 Règlement d'eau historique du canal des Echudes

1.2.1 Règlement d'eau des moulins

D'après les recherches documentaires concernant le canal des Echudes, la carte de Cassini du secteur d'étude (Cf. figure 9) a été retrouvée. Sur cette carte de 1758, les 7 moulins connus à ce jour sur le canal sont bien représentés. Cela prouve donc l'existence légale de leur droit d'eau fondé en titre.

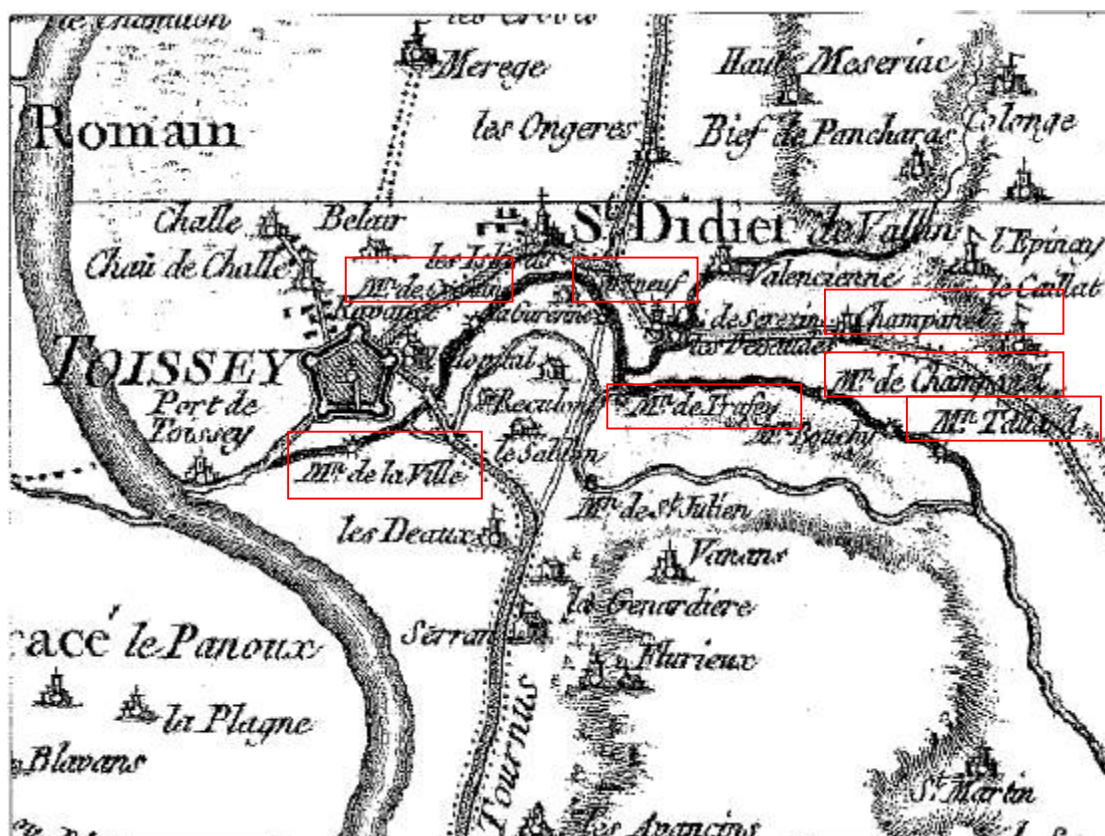


Figure 9 : Extrait de la Carte de Cassini du secteur d'étude (1758)

Les droits d'eau des moulins ont sans cesse été réécrits selon les différentes plaintes des usiniers. Dans le tableau suivant (Cf. tableau 3), est présentée la dernière date de règlement des différents moulins présents sur le secteur d'étude. En revanche, les conditions de fonctionnement des moulins comme les niveaux légaux des retenues ne sont pas précisées dans les documents. Ou plus précisément, les niveaux d'eau ont été décrits par rapport à des repères provisoires et non fixes. Aujourd'hui ces repères n'existent plus. Il est donc difficile de connaître ces données historiques d'autant plus que les repères fixes (pierres) ne sont pas toujours présents à côté des moulins.

Tableau 3 : Date de la dernière actualisation des droits d'eau fondés en titre des moulins

Nom du moulin	Date du dernier droit d'eau
Moulin de Tallard	26 septembre 1857
Moulin Ocquet ou moulin Neuf	Règlement d'eau : 9 octobre 1854 et le procès-verbal de récolement le 19 novembre 1856
Moulin Champanel ou moulin Champanel	Règlement d'eau : le 21 avril 1855 et le procès-verbal de récolement le 19 novembre 1856
Moulin des Vernes	Règlement d'eau le 23 avril 1855 avec les procès de récolement le 10 juin 1855 et le 18 novembre 1856. Nouveau procès-verbal de récolement le 10 juin 1865
Moulin Traffay	Procès-verbal de récolement du 19 novembre 1856
Moulin Crénat	Règlement d'eau le 9 février 1855 avec le procès-verbal de visite des lieux le 27 avril 1855. Nouveau procès-verbal de récolement le 19 octobre 1856.
Moulin Valeins ou moulin Poncin ou moulin de la Ville	17 mai 1853

Données : SRTC 2015

1.2.2 Règlement d'entretien du canal

Depuis la création du canal jusqu'aux années 70-80, chaque propriétaire de moulins avait la responsabilité de l'entretien du canal au niveau de sa parcelle. Les documents historiques de règlements (Cf. figure 10) d'eau précisent que tous les propriétaires de moulins étaient solidairement responsables des travaux d'entretien du canal. Chaque année au mois de juin, les Echudes étaient vidées, pendant quatre jours, du dimanche au mercredi. Pour cela, on coupait l'arrivée d'eau grâce à des empellements transversaux. L'eau était alors détournée dans les prés. Les riverains alors recrutés par les propriétaires procédaient au nettoyage. Les herbes qui envahissaient les berges étaient coupées, les limons accumulés au fond du canal étaient retirés à l'aide d'une pelle et disposés sur les berges (Les amis du Vieux Thoissey et de son Canton, 2004). Le canal devait faire 2.70 mètres de largeur et 1 mètre de profondeur.

ARTICLE 1 : Le curage à vieux fonds et à vieux bords et le faucardement du bief des Echudes depuis le moulin de Tallard jusqu'au Pont de Thoissey seront exécutés conformément aux prescriptions suivantes :

ARTICLE 2 : Le curage des cours d'eau ci-dessus désignés, canaux et fossés sera exécuté tous les ans du 1^{er} septembre au 31 mai par les propriétaires riverains chacun au droit de soi, sur la moitié de la largeur de la rivière et par les propriétaires de barrages dans toute l'étendue du remous apparent et sur une longueur de cinquante mètres. à l'aval de la chute, si mieux n'aiment les propriétaires riverains exécuter eux même ce curage.

Le tout sauf les droits, conventions et servitudes contraires.

ARTICLE 3 : Ce curage comprendra :

1^o - Le curage proprement dit du lit à vif fond et vieux bords, c'est à dire l'ébergement des rives, l'enlèvement des vases, boues, de sable et accrues, et l'élargissement des parties trop étroites ou formant étranglement.

Dans les parties droites l'élargissement sera pris par parties égales sur les deux rives.

Dans les courbes, il sera pris autant que possible dans la partie convexe.

2^o - Le faucardage des herbes.

3^o - L'élagage jusqu'au niveau des plus hautes eaux de tous les arbres existant le long des rives.

4^o - L'enlèvement des buissons, branches, gouches qui forment ssillie sur la ligne des berges et qui en baignant dans les eaux nuisent à leur écoulement.

Figure 10 : Règlement d'entretien des Echudes à Saint-Didier-sur-Chalaronne

(Source : Burgeap 2006)

Pour réaliser l'entretien du canal, chaque moulin recrutait une équipe de volontaires à qui on offrait deux repas de poissons. Ces repas, fortement prisés, étaient offerts aux travailleurs.

Aujourd'hui, le canal des Echudes n'est plus entretenu. Il s'envase et est envahi par la végétation. Ponctuellement, quelques propriétaires entretiennent les Echudes au niveau de leur parcelle.

2. Analyse juridique du barrage de Tallard

La propriété du barrage de Tallard est non déterminée. En revanche, son existence légale est datée puisqu'un règlement d'eau de 1857 mentionne la participation de tous les usiniers aux travaux au prorata de leur titre : un règlement d'eau par moulin. C'est un indice de propriété collective du barrage.

Trois communes sont liées par une convention pour la gestion du barrage mais celle-ci ne contient aucun indice sur sa propriété.

Eu égard aux différentes informations en notre possession, la propriété de ce barrage semblerait publique même si la moitié de celui-ci est située sur une parcelle privée.

Toutefois, le droit d'eau est normalement associé aux ouvrages nécessaires à son exercice (propriété des accessoires indispensables à l'utilisation du moulin : barrages de prise d'eau, canaux d'amenée et de fuite).

En l'absence de toute information contraire, il existe une présomption de propriété liée entre moulins, droit d'usage de l'eau et ouvrages annexes.

Dans l'hypothèse où le barrage est éloigné du moulin et se trouve au milieu de la propriété d'un tiers, c'est bien le cas en l'espèce, le propriétaire du moulin et du barrage jouit de la servitude dite d'enclave pour aller entretenir ou gérer ses ouvrages. Selon l'article 682 du code civil, le propriétaire enclavé bénéficie en effet d'un "droit d'accès et de sortie" sur les terrains qui enclavent sa propriété.

Cependant, les vicissitudes de l'histoire ont conduit nombre d'ouvrages à être dispersés entre différents propriétaires. Dans ce cas, le propriétaire du moulin n'est plus propriétaires des ouvrages accessoires et le droit d'eau est lui-même partagé entre les différents propriétaires. Il existe une sorte d'indivision : l'ensemble des propriétaires des ouvrages deviennent titulaires du droit d'usage de l'eau ; ce droit ne peut donc s'exercer que si tous les propriétaires s'entendent.

La propriété du barrage ne saurait être encore indivise puisque les travaux effectués ont nécessairement modifié le droit d'eau qui aurait dû faire l'objet d'un nouveau règlement.

Les propriétaires des moulins alimentés par le barrage ne peuvent plus revendiquer la propriété du barrage puisque l'usage de l'eau a été modifié par des travaux effectués par des personnes publiques.

En l'absence de toute information contraire, il existe une présomption de propriété liée au moulin, droit d'usage de l'eau et ouvrages annexes, fondée sur les articles 555 du code civil et L.215-2 du code de l'environnement.

En l'absence de documents explicites, le propriétaire est par défaut le riverain propriétaire du cours d'eau sur lequel est implanté l'ouvrage conformément aux dispositions de l'article L. 215-2 du Code de

l'environnement, donc le barrage appartient à la commune de Saint-Etienne-sur-Chalaronne et au riverain privé pour l'autre partie.

Dès lors que les travaux à effectuer sur le barrage se dérouleront sur la partie publique, seule son accord est juridiquement exigible.

Une D.I.G. (Déclaration d'intérêt Général) n'est indispensable que pour des interventions sur le domaine privé.

Il conviendra cependant par précaution de signer une convention ou d'obtenir l'accord du ou des propriétaires, avant d'entreprendre les travaux.

Les travaux effectués sur le barrage de Tallard (automatisation des vannes en 2009) impliquent obligatoirement la réécriture d'un règlement d'eau puisque le débit sera modifié. A ce jour, le Syndicat n'a pas pris connaissance d'une quelconque modification de ce règlement.

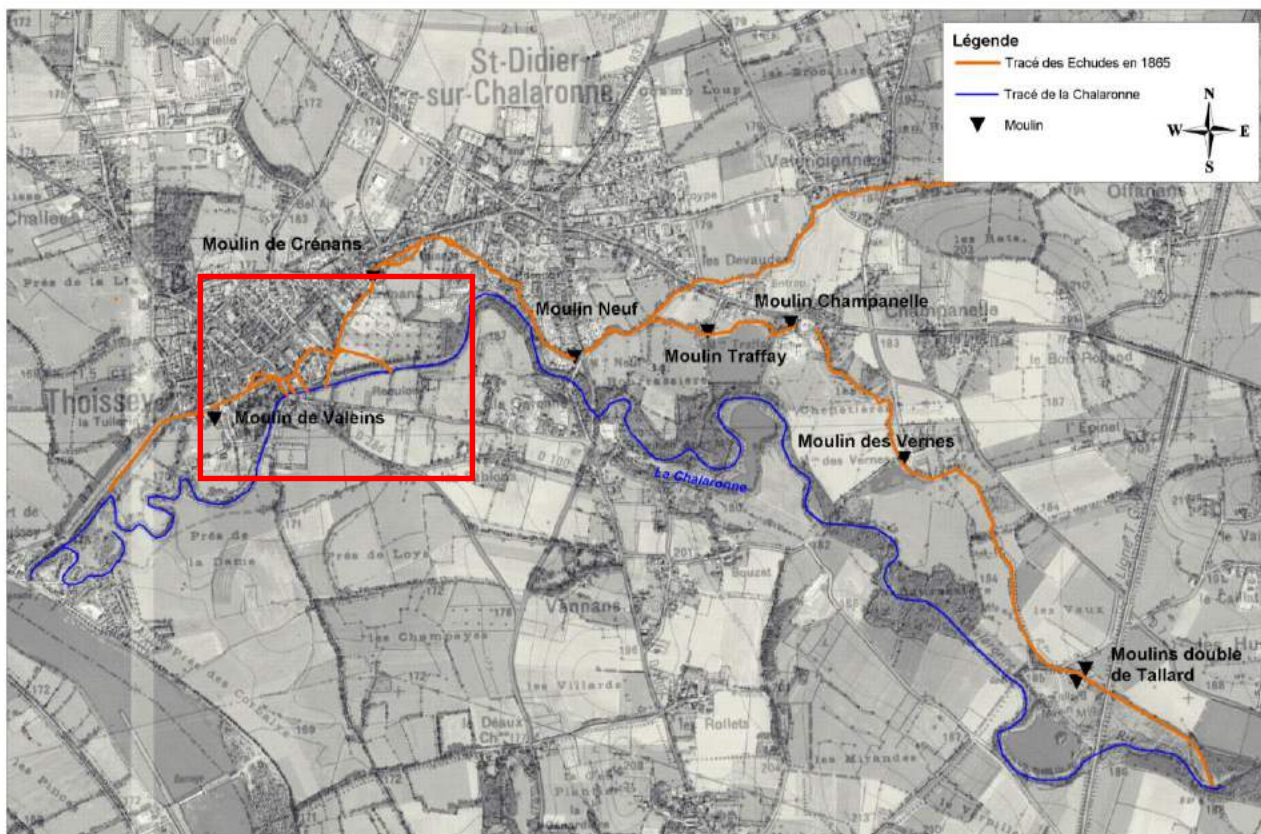
Or, comme indiqué ci-dessus, le barrage est une propriété indivise entre la commune de Saint-Etienne-sur-Chalaronne, Monsieur DUPONT (propriétaire de la parcelle n°386 sur laquelle est situé la moitié du barrage) et tous les propriétaires des ouvrages alimentés par le barrage.

Le règlement d'eau ne pourra être réécrit qu'après accord de tous.

3. Evolution hydrologique du canal des Echudes

Le canal des Echudes, d'origine anthropique, a évolué depuis sa création jusqu'à nos jours. Son évolution s'est traduite dans différents domaines. Tout d'abord, les droits d'eau ont régulièrement été modifiés selon les plaintes des usiniers et ont été réécrits par les ingénieurs des Ponts et Chaussées. La réécriture des droits d'eau passe par des modifications des hauteurs de seuils de moulins, du dimensionnement des empellements et des barrages d'alimentation du canal. Les arrivées d'eau dans le canal ont également été modifiées (Cf. figure 11 et 12).

La carte ci-dessous (Cf. figure 11) montre qu'en 1865, de nombreux biefs alimentaient en eau la partie aval du canal.



*Figure 11 : Tracé des Echudes et de ces biefs d'alimentation en 1865
(Source : SRTC 2015)*

D'après la carte des Ponts et Chaussées de 1967 (Cf. figure 12), la rivière du Poncharat venait s'écouler dans le canal des Echudes au niveau de la commune de Saint-Didier-sur-Chalaronne. Aujourd'hui, le Poncharat est busé au niveau du canal et passe en dessous de celui-ci pour venir confluer dans la Chalaronne. La modification du tracé de l'écoulement du Poncharat est liée à de nombreux problèmes d'inondation dans la commune de Saint Didier. La soustraction de cette arrivée d'eau dans le canal des Echudes a sûrement modifié son fonctionnement hydrologique et sédimentaire plus à l'aval.

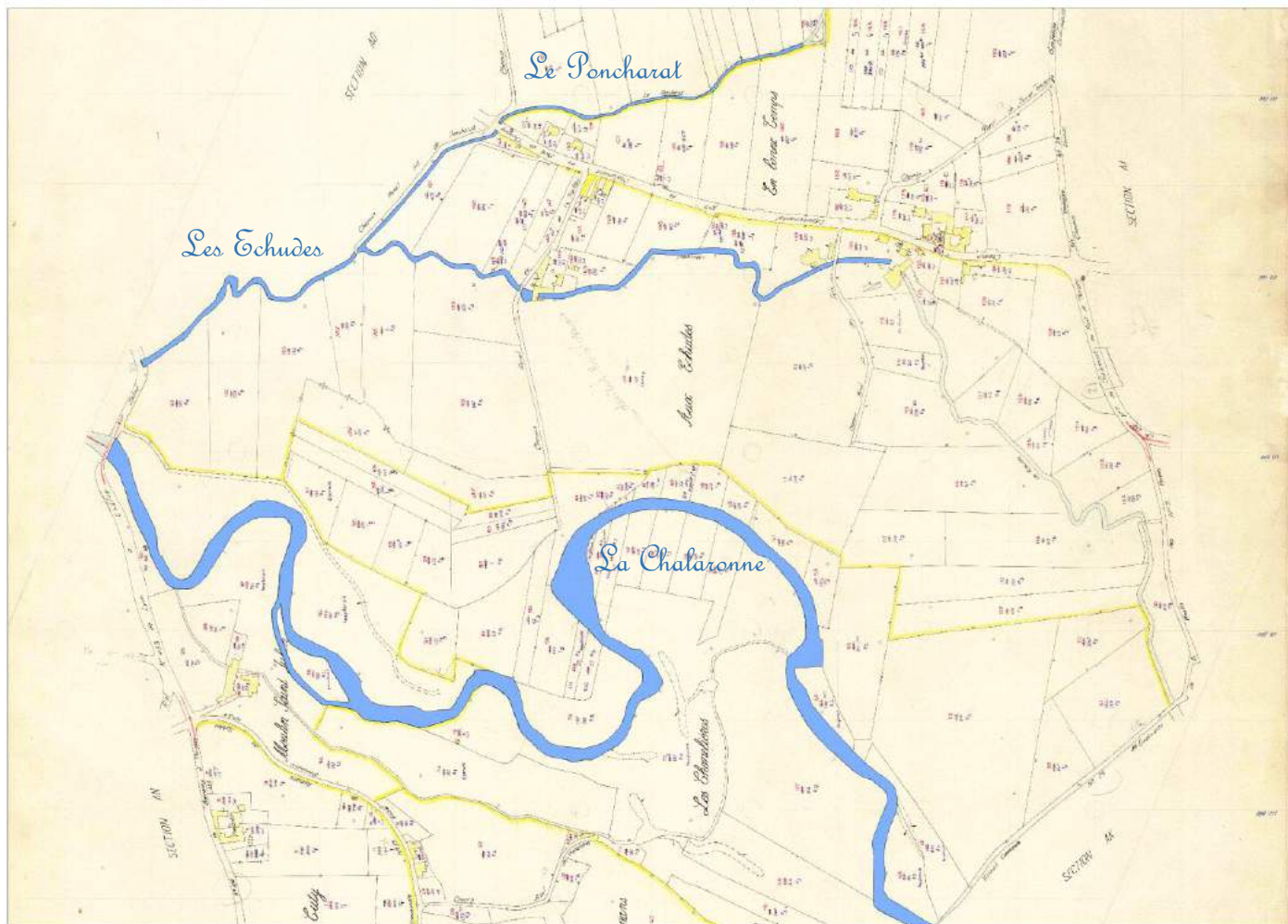
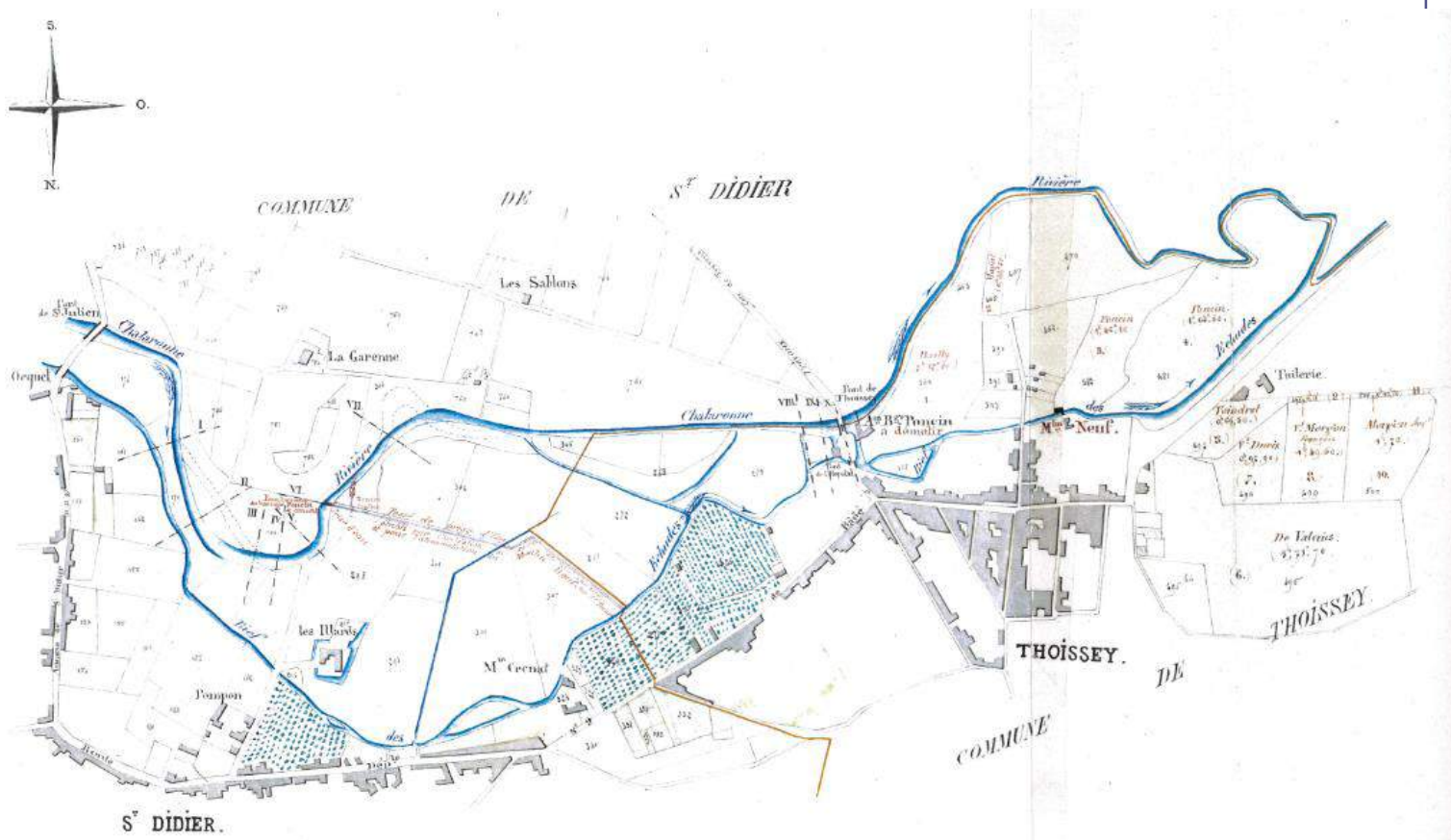


Figure 12 : Cadastre de la commune de Saint-Didier-sur-Chalaronne en 1867
(Source : Carte des Ponts et Chaussées, 1867)

La mise en marche des moulins pour moudre les blés a nécessité la construction de deux barrages sur la Chalaronne. Le « barrage de Tallard » fut construit à l'entrée du canal des Echudes et le second barrage, « barrage de Poncin », fut construit dans la commune de Thoissey. Le premier barrage permettait l'apport en eau dans la partie amont du canal tandis que le second barrage permettait l'apport en eau dans la partie aval. Plus précisément, le second barrage permettait le fonctionnement du moulin de Valeins. Cependant, selon les plaintes des riverains de Thoissey enregistrées par les ingénieurs des Ponts et Chaussées, ce dernier était responsable de nombreuses inondations de la commune de Thoissey, des propriétés riveraines du cours d'eau et de la route départementale n°9. Par conséquent, il a été décidé de détruire ce barrage et d'en reconstruire un autre, 756 mètres à l'amont. Il fut nommé « barrage de Poncin et consorts ». D'après la carte des Ponts et Chaussées de 1865 (Cf. figure 13), de nombreux biefs ou fossés alimentaient en eau la partie aval du canal. Aujourd'hui, ces biefs ont disparu. C'est donc une arrivée d'eau en moins. Ceci a également pu avoir des conséquences sur le fonctionnement hydrologique de la partie extrême aval du canal.



*Figure 13 : Cadastre de la commune de Thoissey en 1865
(Source : Carte des Ponts et Chaussées, 1865)*

4. Etat des lieux du fonctionnement hydrologique actuel

4.1 Les usages

4.1.1 Les moulins

Le canal des Echudes présente 7 moulins ayant des usages différents (Cf. tableau 4). Six d'entre eux sont à l'heure actuelle des résidences privées. Un seul moulin produit à ce jour de l'électricité, c'est le moulin de Tallard. En revanche, le propriétaire du moulin de Traffay souhaiterait également en produire à l'avenir. Le moulin Neuf ne présente plus aucun usage aujourd'hui. Quelle que soit l'utilité des moulins, leurs propriétaires sont susceptibles de réguler les niveaux d'eau en fonction des périodes de crues ou d'étiages. En période sèche, certains propriétaires positionnent les empellements de manière à augmenter le tirant d'eau à l'amont des seuils. Pour produire son électricité, le propriétaire du moulin de Tallard augmente le tirant d'eau en amont du seuil. La production d'électricité n'est pas produite au fil de l'eau. L'ensemble de ces usages modifie ponctuellement l'hydrologie du canal (niveau d'eau, vitesse d'écoulement).

Tableau 4 : Usages des moulins du canal des Echudes

Commune	Moulin	Usage actuel (2015)
Saint-Etienne-sur-Chalaronne	Moulin double Tallard	Moulin de droite : résidence
		Moulin de gauche : résidence et hydroélectricité
Saint-Didier-sur-Chalaronne	Moulin des Vernes	Résidence - Jardins Aquatiques
	Moulin Traffay	Résidence (usage futur : hydroélectricité)
	Moulin Champanelle	Résidence - Scierie
	Moulin Neuf	Pas d'usage
	Moulin de Crénans	Résidence
Thoissey	Moulin Valeins	Résidence

Données : SRTC, 2015

4.1.2 Les loisirs

Le canal des Echudes est un lieu de loisir pour la pêche sur les trois communes. Différentes associations réalisent des empoissonnements et différentes activités sur ce canal. Les riverains sont également attachés au site qui représente un lieu de promenade. Enfin, le canal est également un lieu de loisir et de pêche pour le camping de Saint-Etienne-sur-Chalaronne.

4.2 Les pressions

4.2.1 Prélèvements de l'eau des Echudes pour l'irrigation de jardins privés

La prospection sur le terrain a permis d'observer l'installation de tuyaux dans les Echudes pour irriguer les jardins privés (Cf. figure 14). Ces installations sont présentes essentiellement sur la commune de Thoissey (Cf. figure 15). Il faut tout de même préciser que les données présentées sur cette carte sont datées du mois d'avril 2015. Par conséquent, il est fort probable que les ouvrages de pompages des eaux du canal n'aient pas tous été installés à cette période.



*Figure 14 : Photographie d'un système de pompage d'eau pour l'irrigation d'un jardin privé
(Source : SRTC, 2015)*

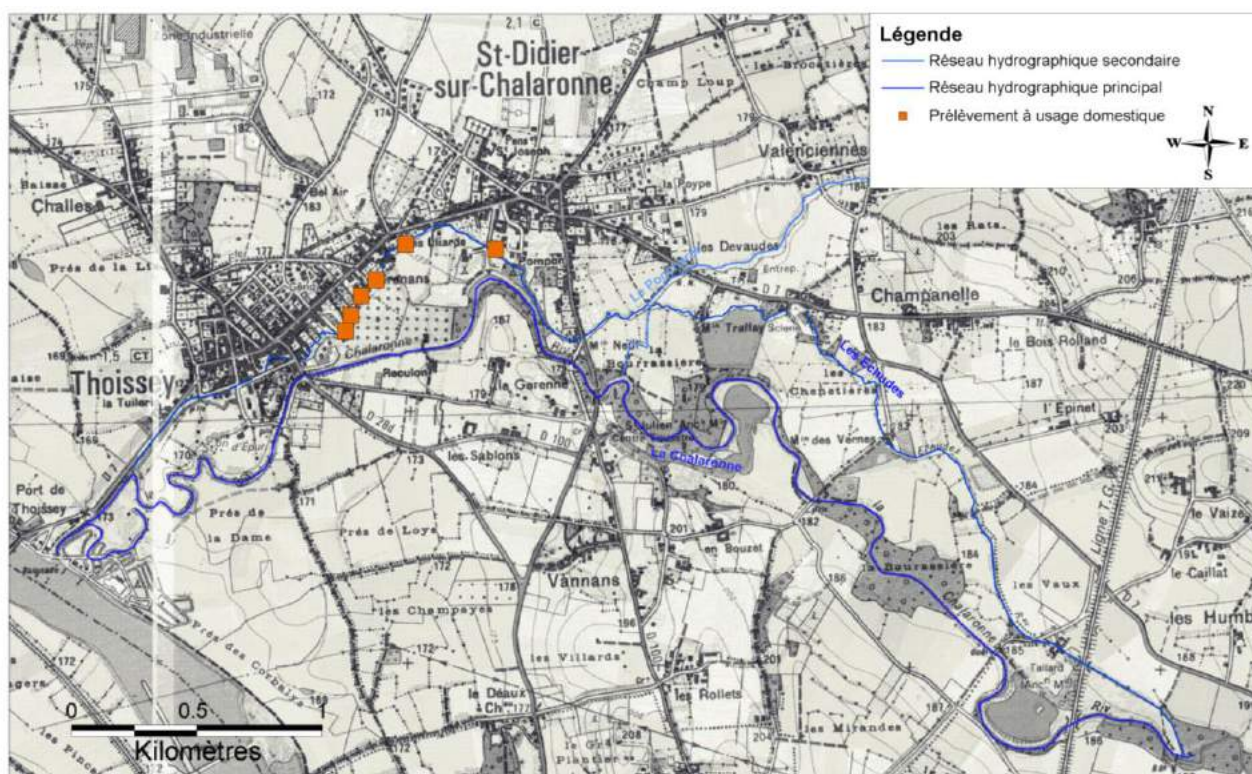


Figure 15 : Localisation des ouvrages de prélèvements d'eau pour l'irrigation des potagers et jardins privés (Source : SRTC 2015)

En termes de législation (L214-7 du code de l'Environnement), les prélèvements d'eau à usage domestique correspondent à « un prélèvement inférieur à 1000 m³/an et destiné exclusivement à la satisfaction des besoins des personnes physiques propriétaires ou locataires pour des usages d'alimentation en eau potable, d'arrosage de pelouse ou potagers, de remplissage de piscine ». Il est important de préciser que les prélèvements d'eau à usage domestique « réalisés **dans les eaux superficielles** ne sont pas soumis à l'obligation de déclaration et de comptage. Toutefois, un débit suffisant doit être laissé dans le cours d'eau à l'aval du pompage et le prélèvement ne doit en aucun cas conduire à l'assèchement du cours d'eau. Et un registre du nombre d'heures de fonctionnement de la pompe doit être tenu afin de pouvoir justifier d'un prélèvement annuel inférieur à 1 000 m³ ».

4.2.2 Prélèvements de l'eau des Echudes pour l'alimentation des plans d'eau

Le long du canal des Echudes, 14 plans d'eau ont été observés. Ces plans d'eau sont localisés sur les communes de Saint-Didier-sur-Chalaronne et Thoissey (Cf. figure 16). Suite à la rencontre des différents propriétaires, leur mode d'alimentation a été déterminé. Tous les plans d'eau présents le long du canal sont alimentés par ce dernier. Mais trois types d'aménagements ont été répertoriés : les empellements historiques, les ouvrages plus récents à savoir des tuyaux enterrés et placés entre le canal et le plan d'eau ou bien les ouvrages de pompages plus récents (Cf. figure 17).

Les empellements nécessitent l'intervention du propriétaire pour manipuler la vanne lorsque le plan d'eau doit d'être alimenté. Pour les tuyaux, deux cas sont possibles. Certains tuyaux ne nécessitent pas d'intervention du propriétaire. En cas de hautes eaux du canal, l'eau passe automatiquement dans le tuyau et

alimente le plan d'eau. Très souvent ces plans d'eau sont formés d'un système de trop-plein qui permet de renvoyer l'eau excédent dans le canal, les fossés environnant ou bien dans la Chalaronne. En revanche, d'autres plans d'eau sont alimentés par un tuyau mais ne possèdent pas de trop-plein. Dans ce cas, le propriétaire lui-même doit fermer le tuyau pour ne pas inonder sa parcelle.

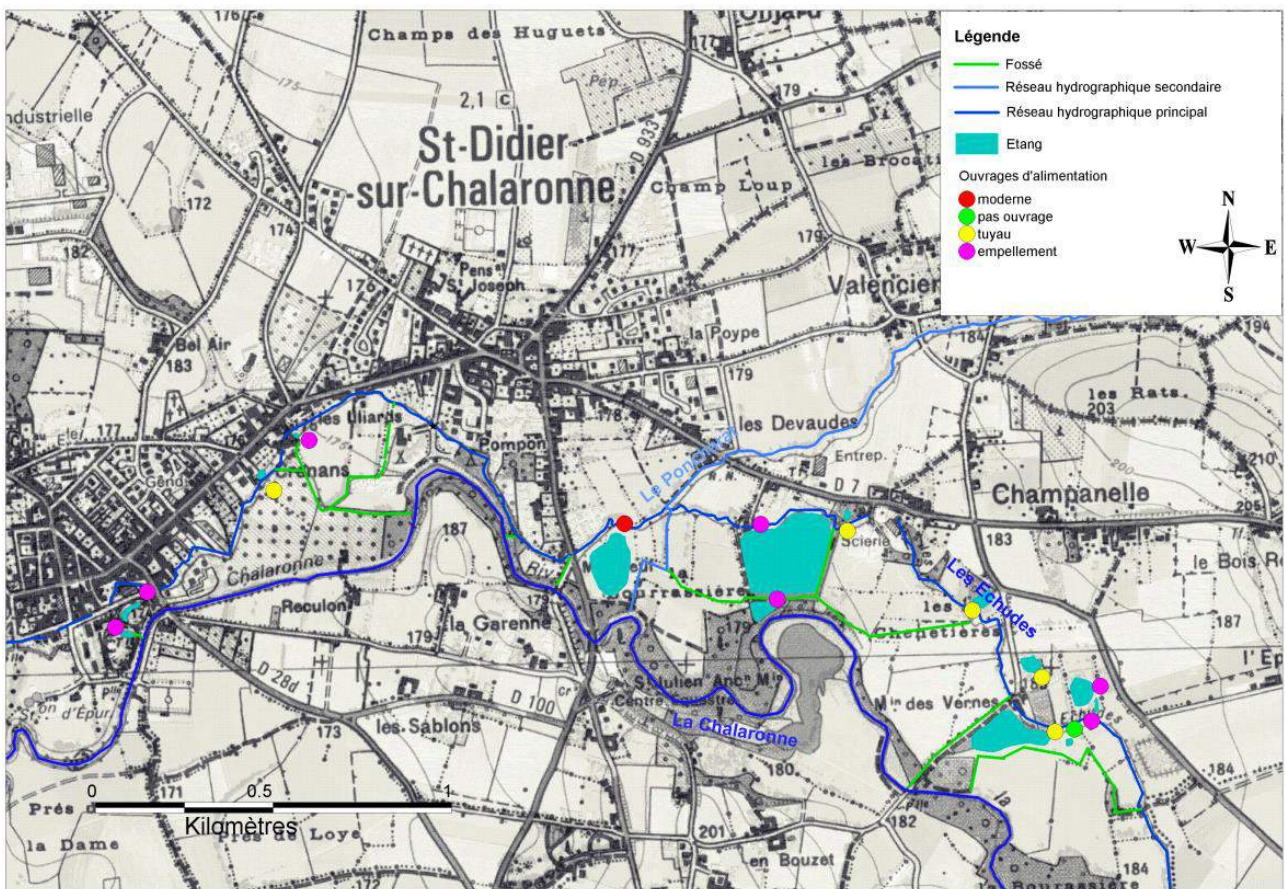


Figure 16 : Carte de la localisation et des ouvrages d'alimentation des plans d'eau alimentés par le canal des Echudes

(Source : SRTC 2015)

Globalement, les empellements représentent la moitié des ouvrages qui permettent d'alimenter les plans d'eau (Cf. figure 17).

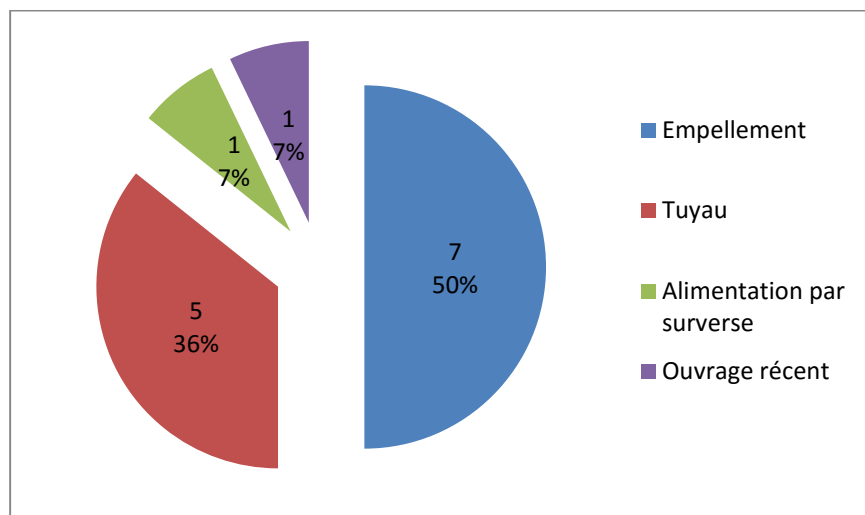


Figure 17 : Proportion des différents types d'ouvrages d'alimentation des plans d'eau

(Source : SRTC 2015)

Les différents types d'ouvrages d'alimentation des plans d'eau sont illustrés ci-dessous (Cf. figure 18)

:



*Figure 18 : Photographies des différents types d'ouvrages permettant l'alimentation en eau de plan d'eau
(Source : SRTC 2015)*

La législation actuelle mentionne que la création d'un plan d'eau est réglementée en fonction de sa surface. Elle relève, en général, d'une procédure au titre de la loi sur l'eau. Mais elle peut également relever de la procédure pour la protection de l'environnement ou du code de l'urbanisme.

Au titre de la loi sur l'eau, les plans d'eau doivent obligatoirement être déconnectés des cours d'eau et de leur nappe phréatique. Leur réalisation est soumise :

- à **déclaration** si la surface est comprise entre 0.1 et 3 hectares ;
- à **autorisation** si la surface est supérieure à 3 hectares

Parmi les 14 plans d'eau alimentés par le canal, 8 d'entre eux sont supérieurs à 0.1 hectares et sont donc soumis à la loi sur l'eau ce qui signifie que les propriétaires d'un plan d'eau supérieur à 0.1 hectare ont dû établir un dossier pour leur création.

Selon les données de la Direction Départementale de l'Ain, seulement 37 % des propriétaires ont monté ce type de dossier (Cf. figure 19). Les autres propriétaires doivent donc faire une « demande d'antériorité » ou une « régulation administrative » afin de régulariser leur situation.

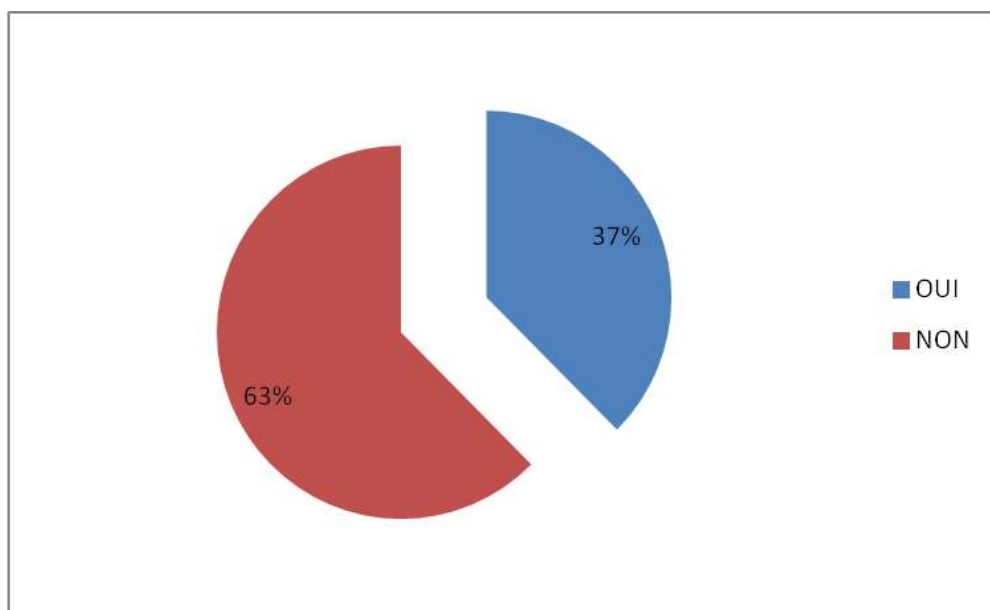


Figure 19: Proportion de réalisation de dossiers loi sur l'eau pour la création de plan d'eau supérieur à 0.1 hectare

(Source : SRTC 2015)

Les prélèvements, les installations et la mise en place d'ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, dans un plan d'eau, obligent également les propriétaires à monter un dossier d'autorisation de prélèvement.

Selon les données de la Direction Départementale de l'Ain, pratiquement 80 % des plans d'eau alimentés par le canal ne présentent pas d'information à ce sujet. Seulement 14 % des plans d'eau présentent une autorisation quant à leur alimentation par le canal. Enfin, 7 % des plans d'eau sont autorisés à être alimentés uniquement par les eaux de ruissellement, mais sont tout de même alimentés par le canal (Cf. figure 20).

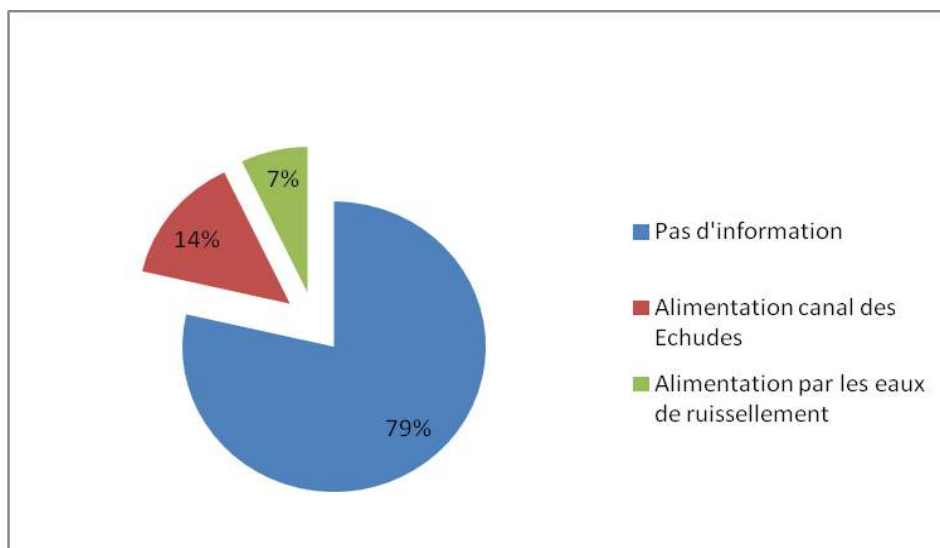


Figure 20: Proportion de réalisation de dossiers loi sur l'eau pour la demande d'alimentation en eau des plans d'eau à partir du canal des Echudes
(Source : SRTC 2015)

4.2.3 Les fuites

4.2.3.1 Identification des fuites

Le canal des Echudes est marqué par de nombreux empellements, présents en rive gauche et droite, destinés, dans le passé, à irriguer les prés ou à éviter de noyer les roues de moulins. La prospection sur le terrain a permis d'observer que certains de ces empellements présentent des fuites et laissent s'échapper l'eau du canal. D'après le travail de terrain, 36 empellements ont été recensés le long du canal (Cf. figure 21).

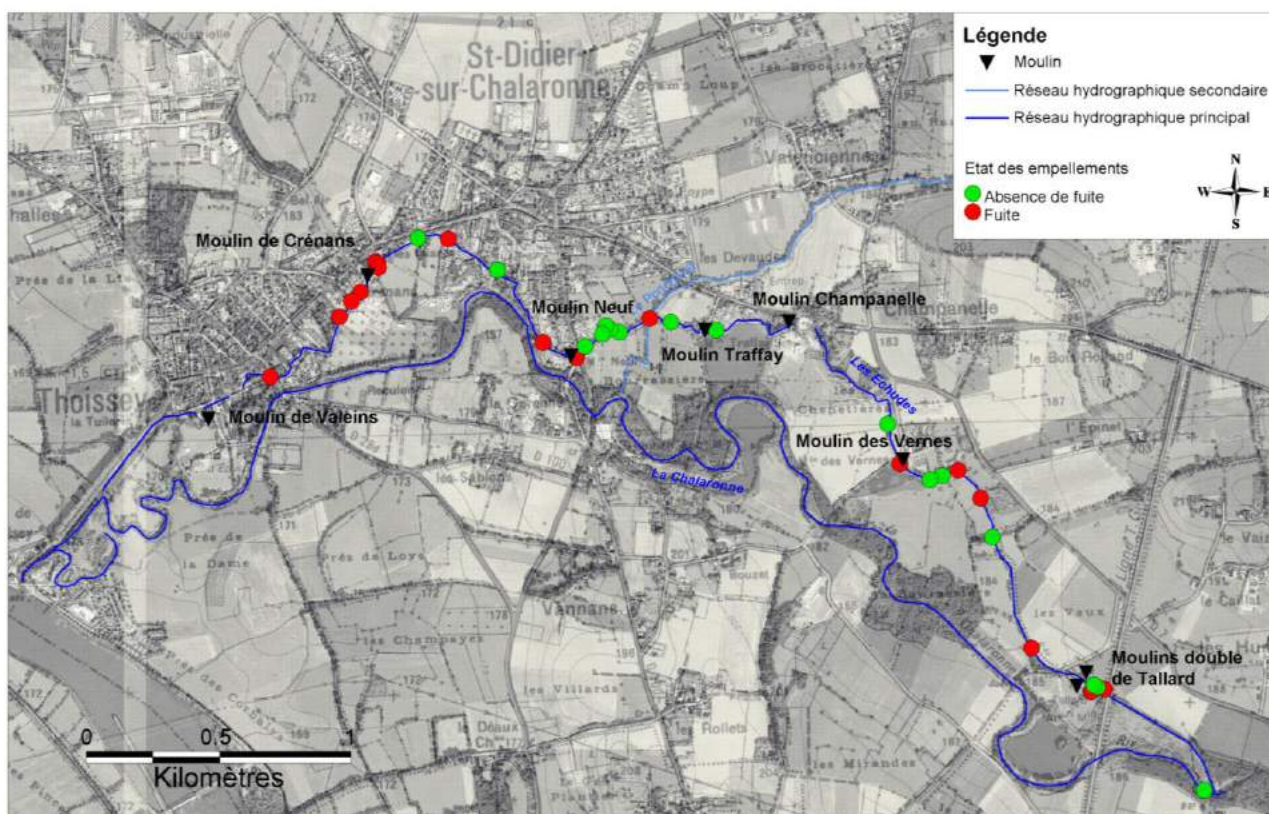
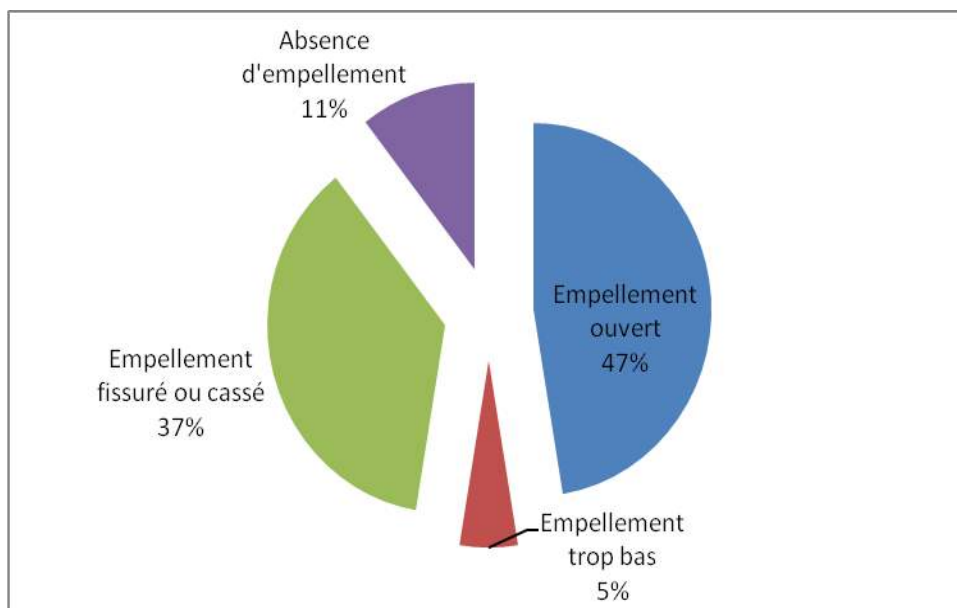


Figure 21 : Localisation et état des empellements le long du canal des Echudes
(Source : SRTC, 2015)

L'observation sur le terrain a permis de distinguer les empellements bien conservés des empellements détériorés ou fissurés.

Parmi ces 36 empellements, 19 d'entre eux sont perméables et laissent ainsi l'eau du canal s'échapper dans les champs ou les fossés attenants. La prospection sur le terrain a permis de distinguer différentes causes des fuites du canal. En effet, certains empellements présentent des fissures au niveau de leur vanne ou tout simplement une absence de vanne. Dans d'autres cas, les vannes des empellements sont ouvertes. Le terrain a également permis d'observer un empellement trop bas par rapport aux berges du canal et où l'eau passe par surverse au-dessus de l'empellement (Cf. figure 22).



*Figure 22 : Proportion de l'état des empellements
(Source : SRTC 2015)*

Ci-dessous sont illustrées les différentes fuites observées sur le terrain (figure 23) :



Empellement situé à l'amont du camping de Saint-Didier-sur-Chalaronne où l'eau passe par surverse (période de hautes eaux)



Empellement à l'amont du camping de Saint-Didier-sur-Chalaronne (période de basses eaux)



Empellement ouvert et cassé à l'amont du Moulin Neuf (avant restauration)



Empellement à l'amont du Moulin Neuf



Empellement dont la vanne est absente



Empellement situé à l'amont du Moulin de Tallard

Figure 23 : Photographies de l'état des empellements observés sur le terrain

(Source : SRTC 2015)

4.2.3.2 Mesures de débits

Afin d'évaluer l'importance de ces fuites présentes tout au long du canal, des mesures de débits ont été réalisées entre ces points de fuite. Plusieurs campagnes de mesures ont été effectuées en périodes de hautes et basses eaux.

Suite à la prospection faite par le technicien de rivière en 2013, d'autres fuites ont été détectées en 2015. Au total, une dizaine de fuites ont été observées le long du canal des Echudes.

Le 13 août 2013, quatre mesures de débit ont été effectuées afin de dimensionner le volume de deux fuites en particulier, celle à l'amont du moulin neuf et celle à l'amont du camping de Saint-Didier-sur-Chalaronne. Ces mesures montrent que la fuite située à l'amont du moulin neuf engendre une perte de 20.5 % du débit et celle à l'amont du camping de 3.5 % (Cf. tableau 5).

Tableau 5 : Valeurs brutes des débits le 13 août 2013

Site de mesure	Débit (l/s)
Entrée des Echudes	141
Les Echudes à l'amont du Moulin Neuf	178
Les Echudes à l'aval du Moulin Neuf	142
Les Echudes dans le camping	137

(Source : SRTC 2015)

Le 18 septembre 2013, les mesures de débits montrent une perte de 13 % du débit entre l'entrée des Echudes et l'aval du camping de Saint-Didier-sur-Chalaronne. La mesure de débit à Thoisse y montre que le canal perd à nouveau 25 % par rapport à l'aval du camping à St Didier. Globalement, ces mesures montrent que le canal perd 35 % de son débit entre l'entrée et l'aval des Echudes (Cf. tableau 6).

Tableau 6 : Valeurs brutes des débits le 18 septembre 2013

Site de mesure	Débit (l/s)
Entrée des Echudes	130
Les Echudes à l'aval du camping St Didier	113
Les Echudes à Thoisse y (MJC)	84

(Source : SRTC 2015)

Les 6 et 7 avril 2015, les mesures de débits ont été réalisées entre chaque fuite d'eau dans le canal. Les résultats montrent une baisse de 80 % du débit entre l'entrée et la fin du canal des Echudes. Plus précisément, on note une baisse de 27 % entre l'entrée du canal et l'amont du moulin Neuf. La fuite du moulin Neuf fait perdre 50 % du débit et celle de l'amont du camping 22 %. Ce sont à elles deux les plus grosses fuites répertoriées. Entre l'aval du camping et la fin du canal, les fuites représentent 22 % du débit. Globalement, ces fuites représentent des volumes importants. Cela s'explique par le fait que la Chalaronne est en période de hautes eaux (3 137 l/s) par conséquent un volume d'eau important est dérivé dans le canal (Cf. tableau 7).

Tableau 7 : Valeurs brutes des débits le 6 et 7 avril 2015

Site de mesure	Débit (l/s)
Entrée des Echudes	683
Aval Moulin Tallard	584
Amont Pont Bois	561
Aval Pont Bois	477
Aval Moulin des Vernes (étang privé)	547
Amont blanchisserie	550
Aval blanchisserie	516
Amont moulin Neuf	500
Aval moulin neuf	248
Amont camping	192
Aval camping	177
Thoissey (MJC)	137

(Source : SRTC 2015)

Le rendu visuel des mesures de débits sur la carte ci-dessus (Cf. figure 24) montre une diminution importante des débits du canal entre l'entrée au niveau du barrage de Tallard et l'aval dans la commune de Thoissey. On observe cependant, un débit important du canal à l'aval de la commune de Thoissey. Dans ce secteur, l'augmentation du débit du canal est liée à l'influence de la Chalaronne mais aussi à celui de la Saône. Globalement, les fuites d'eau sont liées à des empellements fissurés ou ouverts. L'eau du canal retourne à la Chalaronne via de nombreux fossés.

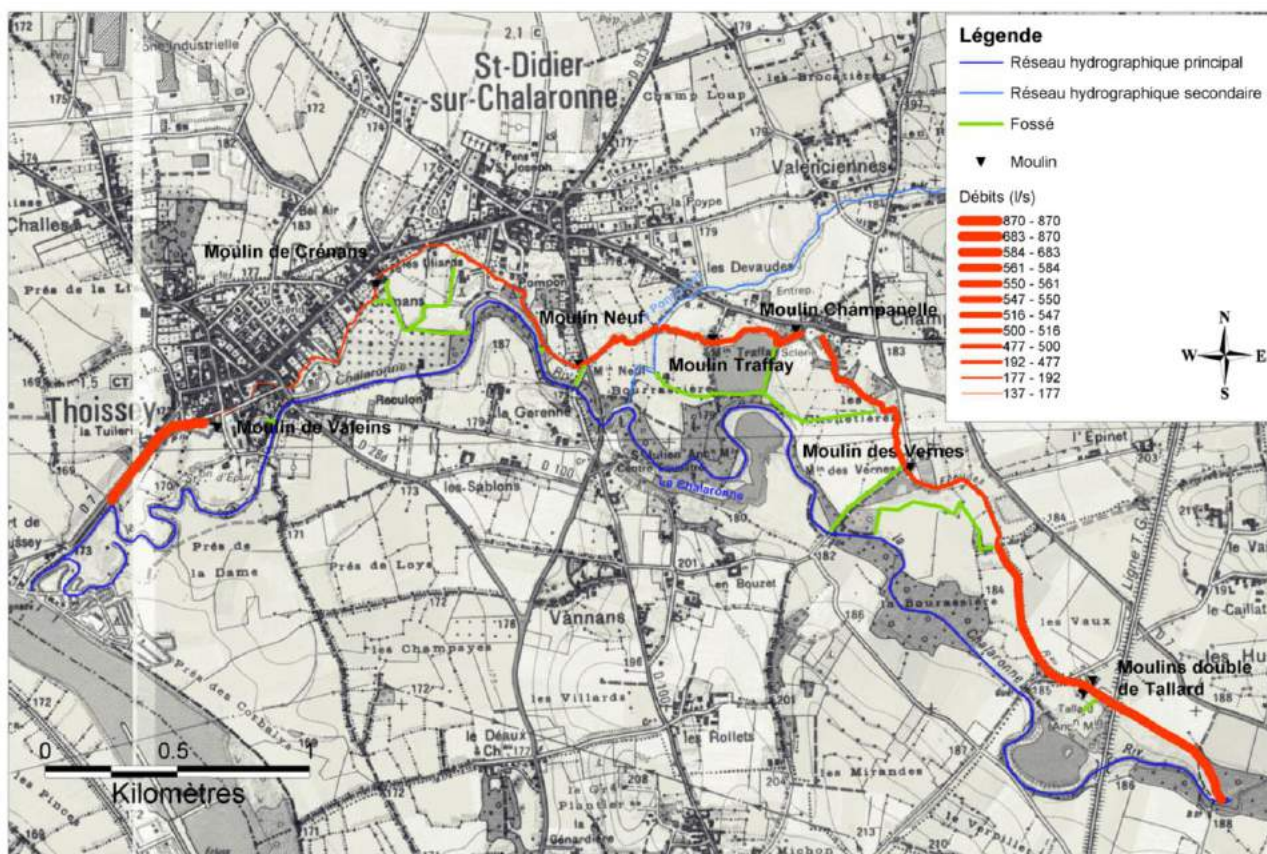


Figure 24 : Evolution du débit dans le canal des Echudes le 6 et 7 avril 2015

(Source : SRTC 2015)

Le 9 juin 2015, trois mesures de débit ont été réalisées dans le canal. Les observations ont permis de savoir que l’empellement du Moulin Neuf, restauré par la commune de Saint-Didier-sur-Chalaronne, présente toujours des fuites. Cette fuite, en période de basse eau, représente une baisse de débit de 30 %. Les fuites sont moins importantes à cette période car le débit de la Chalaronne (415 l/s) est plus faible qu’en période de hautes eaux (Cf. tableau 8).

Tableau 8 : Valeurs brutes des débits le 9 juin 2015

Site de mesure	Débit (l/s)
Entrée des Echudes	142
Amont Moulin Neuf	99
Aval Moulin Neuf	69

(Source : SRTC 2015)

Les mesures de débits réalisées les 21, 22 et 23 juillet 2015 ont été effectuées en période de basses eaux de la Chalaronne. En effet, les débits moyens journaliers (l/s) les 21 et 22 juillet sont, respectivement, de 331 et 328 respectivement. Les mesures de débits entre l’entrée et l’aval du canal montrent une baisse de 42 % du débit. Une première baisse du débit est localisée entre le moulin des Vernes et le moulin Neuf. Elle peut trouver plusieurs origines : la buse située dans la scierie qui alimente un fossé et l’alimentation continue de l’étang de la commune Saint-Didier-sur-Chalaronne. La seconde baisse de débit est localisée au niveau du moulin Neuf et plus précisément au niveau de l’empellement qui a été réparé mais dont le béton attenant est

fissuré. Après cette fuite, le débit du canal ne varie pas jusqu'à Thoisy. L'empellement situé à l'amont du camping est plus élevé que le niveau d'eau du canal. Il ne représente donc pas une fuite du canal même si le béton laisse s'échapper un peu d'eau. Quant à l'empellement situé dans le camping, celui-ci constitue une fuite d'eau mais les mesures de débits n'ont pas permis de calculer les volumes de perte. On peut supposer que c'est une fuite mineure (Cf. tableau 9).

Tableau 9 : Valeurs brutes des débits les 21, 22 et 23 juillet 2015

Site de mesure	Débit (l/s) le 21/07/15	Débit (l/s) le 22/07/15	Débit (l/s) le 23/07/15
Entrée des Echudes	87.97		
Amont Pont Bois	80.44		
Aval Pont Bois	80.74		
Aval Moulin des Vernes (étang privé)	80.45	80.73	
Amont moulin Neuf	69.34	69.95	
Aval moulin neuf		47.19	53.23
Aval camping		49.85	
Thoisy (MJC)		51.15	

(Source : SRTC 2015)

Les fuites présentes sur le canal sont liées à l'état des empellemments mais sont également conditionnées par la hauteur d'eau du canal. En effet selon la hauteur d'eau, les empellemments fissurés et/ou ouverts mais disposés relativement hauts dans la berge ne constituent plus une fuite. En revanche les empellemments situés relativement bas dans la berge continuent d'être des fuites. Afin de comparer les niveaux de fuites des empellemments, d'autres mesures de débits ont été réalisés en période de basses eaux.

D'après le graphique ci-dessous (Cf. figure 25), le canal présente toujours des pertes d'eau, mais celles-ci sont moins importantes en période de basses eaux. La fuite du moulin neuf en période de hautes eaux est de 50 % tandis qu'elle est comprise entre 25 et 30 % en période de basses eaux.

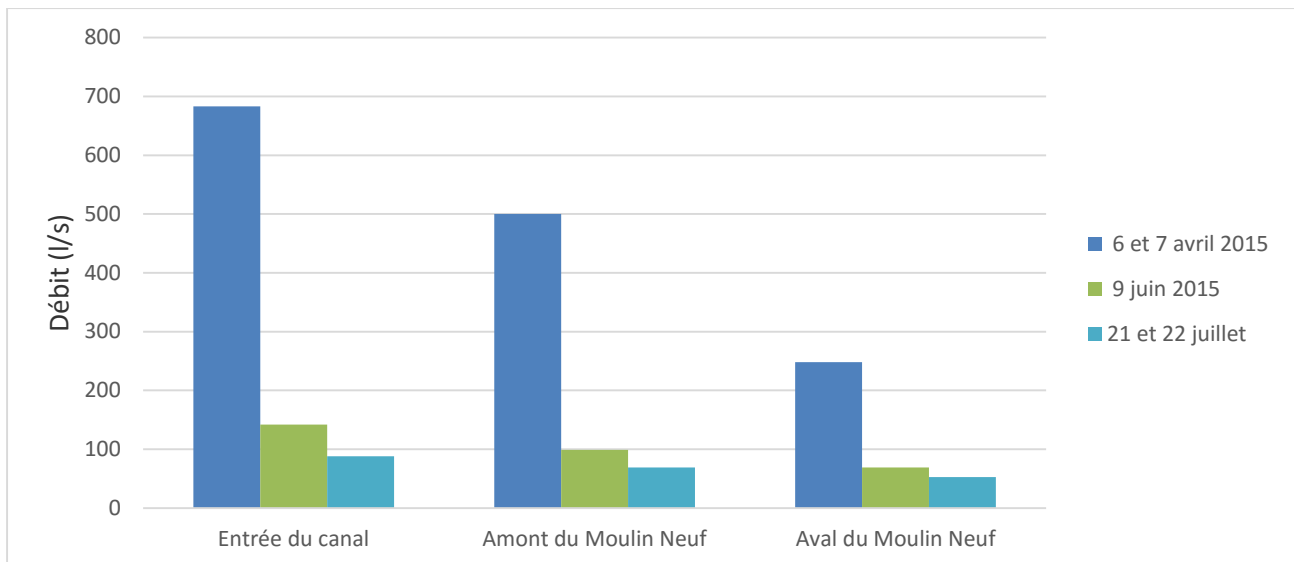


Figure 25 : Comparaison des débits entre les périodes de hautes et basses eaux
 (Source : SRTC 2015)

Pour conclure, les fuites du canal sont liées à l'état des empellements. Mais ce qui conditionne les volumes de pertes d'eau est la hauteur d'eau dérivée dans le canal. Plus celle-ci est importante et plus les volumes de perte sont importants. Globalement, 4 ouvrages sont responsables des pertes de débits les plus importantes, à savoir (Cf. figure 26) :

- le tuyau situé sur la parcelle de la scierie **(1)**
- l'empellement situé à l'amont du Moulin Neuf **(2)**
- l'empellement situé à l'amont du camping Saint-Didier-sur-Chalaronne **(3)**
- l'empellement situé dans le camping Saint-Didier-sur-Chalaronne **(4)**


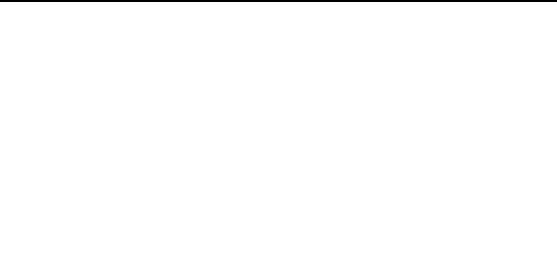


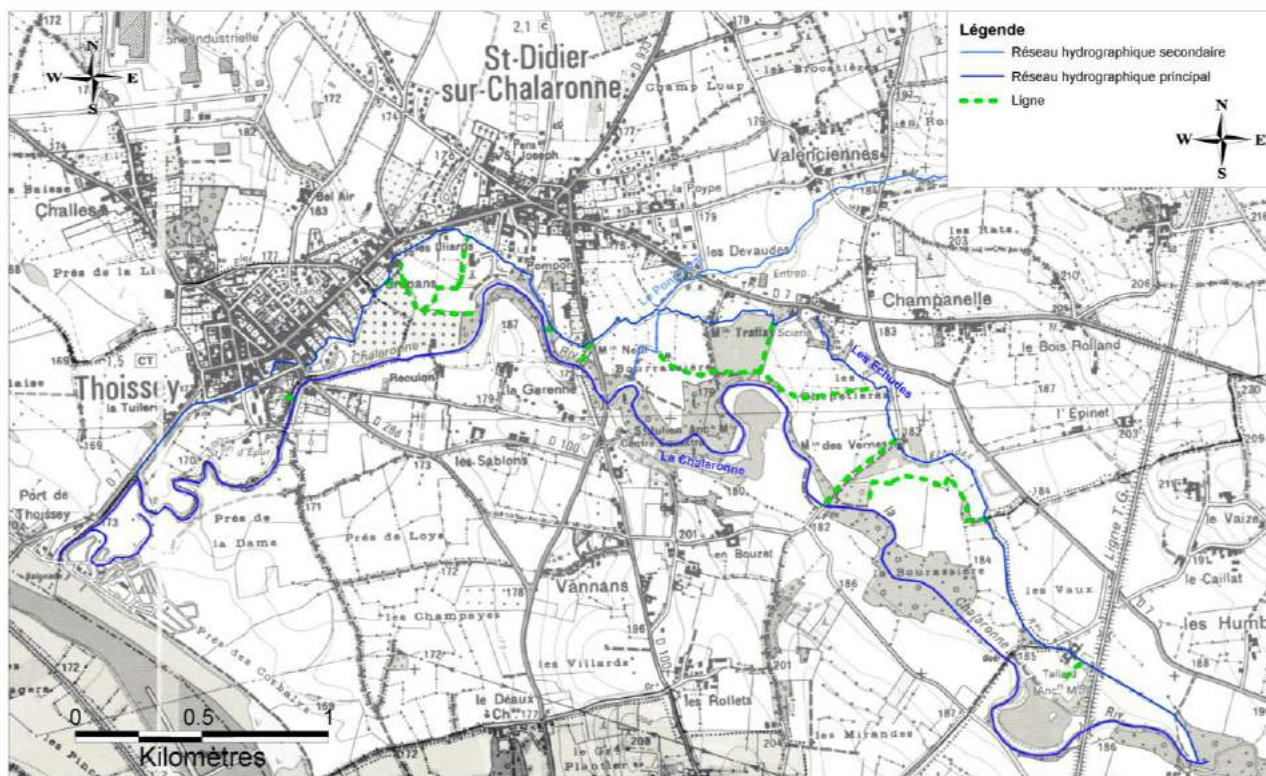
<p style="text-align: center;">(1)</p> <p>Tuyau situé sur la parcelle de la scierie</p> <p>Localisation : rive gauche</p> <p>Usage : alimentation d'un fossé</p> <p>Commune : Saint-Didier-sur-Chalaronne</p>	
<p style="text-align: center;">(2)</p> <p>Empellement situé à l'amont du Moulin Neuf</p> <p>Localisation : rive gauche</p> <p>Usage : aucun</p> <p>Commune : Saint-Didier-sur-Chalaronne</p>	
<p style="text-align: center;">(3)</p> <p>Empellement situé à l'amont du camping Saint-Didier-sur-Chalaronne</p> <p>Localisation : rive gauche</p> <p>Usage : aucun</p> <p>Commune : Saint-Didier-sur-Chalaronne</p>	
<p style="text-align: center;">(4)</p> <p>Empellement situé dans le camping Saint-Didier-sur-Chalaronne</p> <p>Localisation : rive gauche</p> <p>Usage : aucun</p> <p>Commune : Saint-Didier-sur-Chalaronne</p>	

Figure 26 : Photographies des empellemments responsables des fuites les plus importantes en période de hautes et basses eaux
(Source : SRTC 2015)

4.3 Les fossés

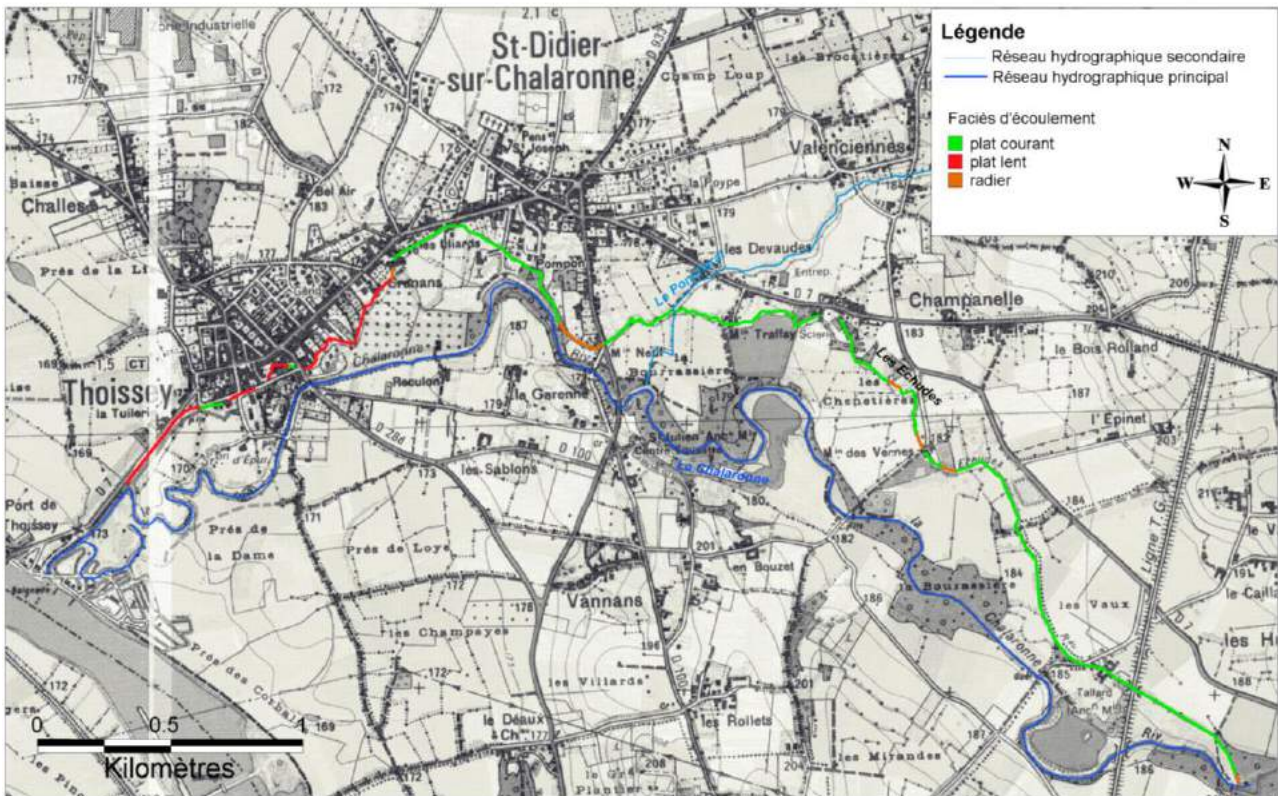
Les fossés observés sur le canal sont alimentés grâce aux empellements fissurés. Ils peuvent également être alimentés par les systèmes de « trop-plein » de mares ou d'étangs. Globalement, ces fossés reconduisent les eaux du canal à la Chalaronne (Cf. figure 27).



*Figure 27: Localisation des fossés alimentés par le canal des Echudes
(Source : SRTC 2015)*

4.4 Les faciès d'écoulement

Le canal présente une faible diversité de faciès d'écoulement. Plus précisément, trois faciès ont été distingués : les plats courants, les plats lents et les radiers (Cf. figure 28). Plus de la moitié du canal des Echudes est caractérisée par un plat courant, ponctué localement de radiers. La partie aval est marquée par un plat lent. Les radiers sont localisés à l'aval des seuils de moulins ou des ouvrages transversaux.



*Figure 28 : Les faciès d'écoulement du canal des Echudes
(Source : SRTC 2015)*

Les écoulements de surface entre l'entrée et l'aval du canal présentent peu de variation tout comme les écoulements en profondeur. En effet, les graphiques ci-dessous représentent les vitesses d'écoulement pour différents profils en travers réalisés dans le canal. On peut observer que les vitesses d'écoulement sont relativement faibles voire nulles à proximité des berges droites et gauches pour chaque profil. En revanche, l'écoulement de l'eau est rapide au centre du lit. La vitesse augmente avec la profondeur (Cf. figure 29).

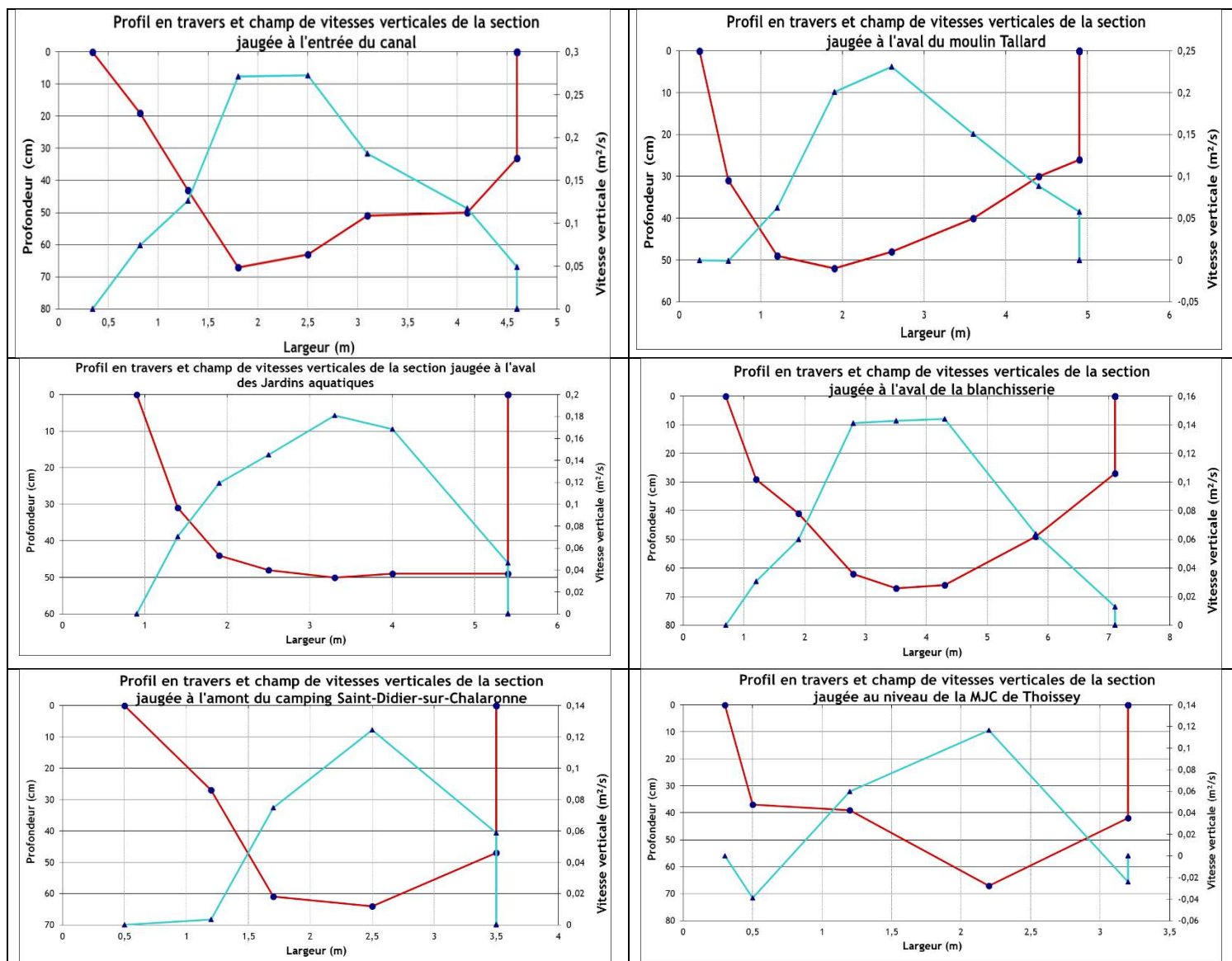


Figure 29 : Graphiques des profils en travers et de l'écoulement des eaux
(Source : SRTC 2015)

5. Etat des lieux du fonctionnement géomorphologique

5.1 Les caractéristiques morphométriques du canal

5.1.1 Largeur plein bord

Le canal des Echudes est marqué par une variation importante de sa largeur plein bord tout au long de son linéaire (figure 30). La largeur du canal est rétrécie au niveau du camping de Saint-Didier-sur-Chalaronne (P8, P9, P10). En revanche, la largeur plein bord de la partie aval du canal (P13, P14, P15, P16 et P17) augmente de manière importante. L'extrémité du canal (P17) est 4 fois plus large que l'entrée (P1) (Cf. figure 31). L'augmentation de la largeur plein bord peut s'expliquer par la restauration des berges à l'aval du canal.

En effet, il semblerait que les berges aient été retalutées et sur-élevées afin de contenir les eaux en période de crue de la Chalaronne et de la Saône.

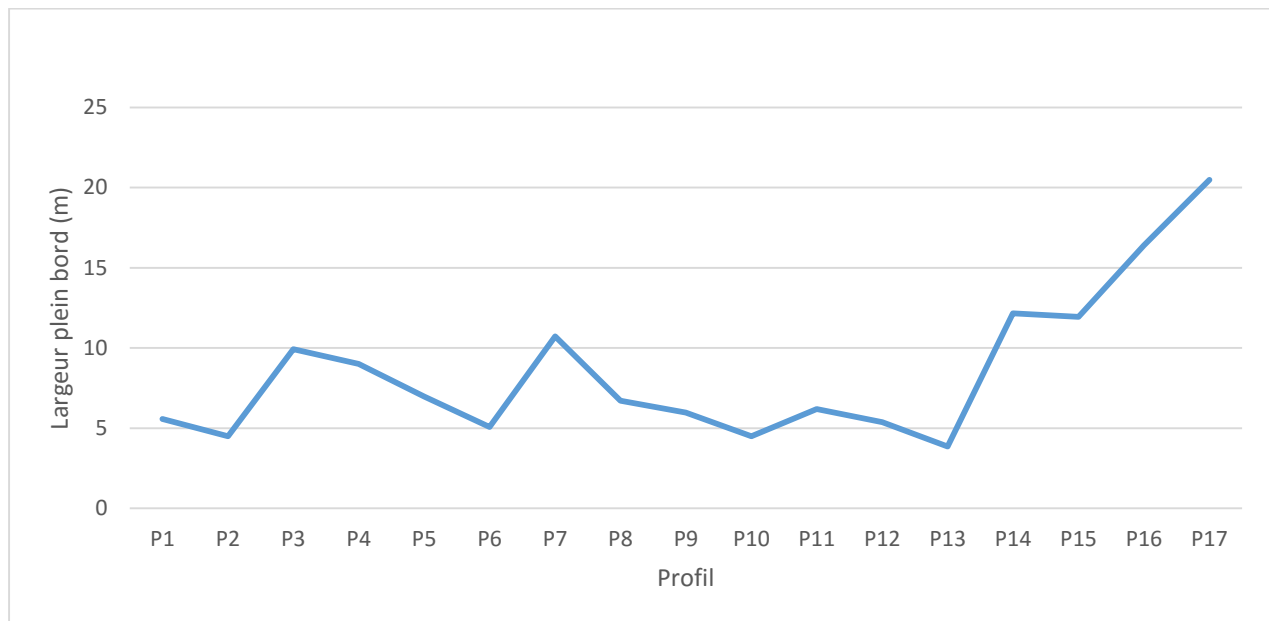


Figure 30 : Evolution de la largeur plein bord du canal entre l'entrée et la confluence avec la Chalaronne
(Source : SRTC 2015 à partir données Bureau études Hydro-Topo 5 et 7/05/2015)



Figure 31 : Photographies de la largeur du canal à l'amont (gauche) et à l'aval (droite)
(Source : SRTC 2015)

5.1.2 Rapport largeur/profondeur plein bord

Le rapport largeur (m) sur la profondeur moyenne à plein bord (m) est un indicateur de l'activité géodynamique d'un cours d'eau (ONEMA). Cela caractérise les processus érosifs latéraux. Un rapport l/p de 20 est caractéristique d'un cours d'eau ayant un processus érosif latéral important avec des apports solides assez élevés. Un rapport l/p de 100 ou plus est caractéristique d'un cours ayant une géodynamique très importante. Ce sont généralement les rivières à tresse qui possèdent de telles caractéristiques.

Concernant le canal des Echudes, le rapport l/p du canal est relativement faible. Il est compris entre 4 et 12. Cela montre que le canal des Echudes présente une dynamique relativement faible avec peu d'érosion

latérale et peu de transfert sédimentaire. Toutefois, le rapport l/p augmente de l'amont à l'aval du canal (Cf. figure 32). Cela ne signifie pas que le pouvoir érosif augmente d'amont en aval. L'augmentation de l'indicateur l/p est due à l'augmentation des hauteurs de berges à l'aval (précité ci-dessus).

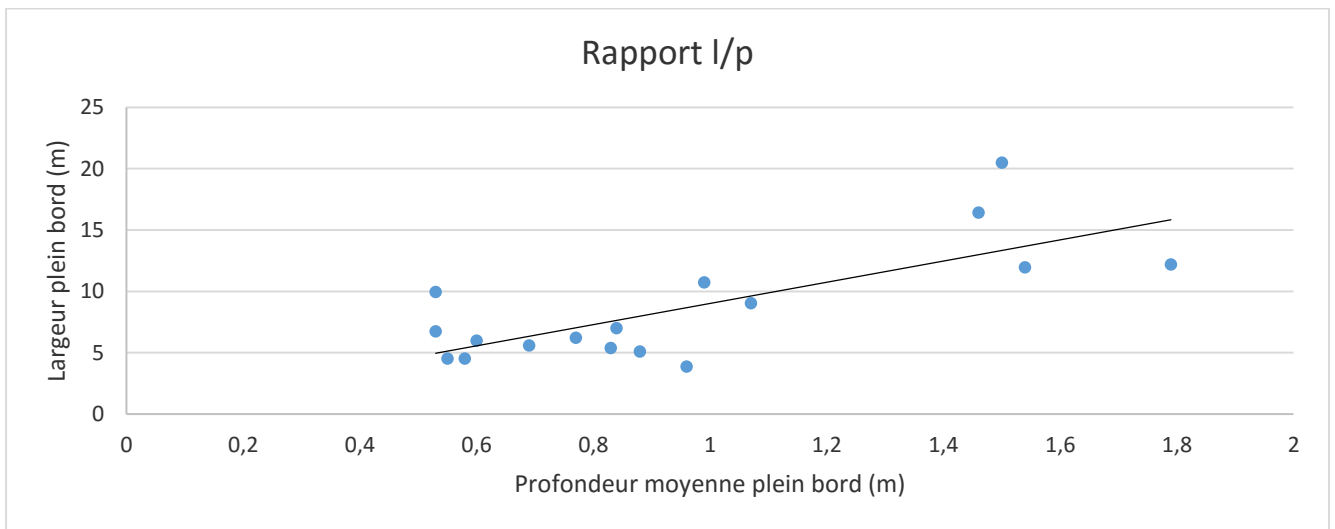


Figure 32 : Evolution du rapport l/p du canal entre l'entrée et la confluence avec la Chalaronne
(Source : SRTC 2015 à partir données Bureau études Hydro-Topo 5 et 7/05/2015)

5.1.3 Profil en long

Le profil en long correspond à l'altitude des fonds du lit d'un cours d'eau. A partir de ces altitudes, il est possible d'obtenir des informations sur la pente.

La pente est un facteur géomorphologique important. Cette variable détermine la vitesse avec laquelle l'eau se rend à l'exutoire. En d'autres termes, la pente influence le débit liquide mais également le débit solide. Une pente abrupte favorise et accélère l'écoulement de l'eau et les sédiments, tandis qu'une pente douce ou nulle favorise l'infiltration de l'eau dans le sol et le dépôt des sédiments sur le fond du lit.

La méthode de calcul de la pente consiste à diviser la différence d'altitude entre les points extrêmes du profil par la distance entre ces points :

$$P_{moy} = \Delta H_{max} / L \text{ avec}$$

P_{moy} : pente moyenne du cours d'eau (m/m)

ΔH_{max} : dénivellation maximale de la rivière (m)

L : longueur entre deux points (m)

Les données de levés topographiques du canal montrent que celui-ci est marqué par 7 ruptures de pente qui correspondent aux 7 seuils de moulins (Cf. figure 33). Il y a également deux ouvrages transversaux. Globalement, la pente du canal entre l'entrée et sa confluence avec la Chalaronne est de 3 ‰ (Cf. tableau 10).

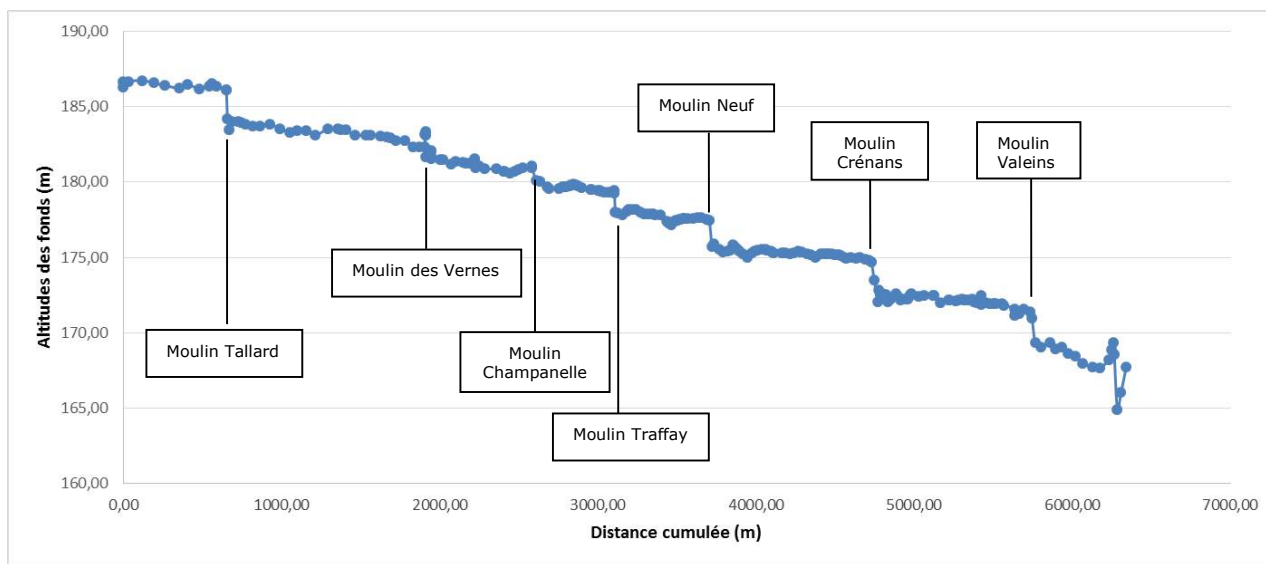


Figure 33: Evolution du profil en long du canal
 (Source : SRTC 2015 à partir données Bureau études Hydro-Topo 5 et 7/05/2015)

Tableau 10 : Degré des pentes par tronçon

Localisation	Pente en %
Entrée Echudes - Moulin Tallard	0.79
Moulin Tallard- Moulin des Vernes	1.4
Moulin des Vernes - Moulin Champanelle	1.3
Moulin Champanelle - Moulin Traffay	1.6
Moulin Traffay - Moulin Neuf	0.89
Moulin Neuf - Moulin Crénans	1.18
Moulin Crénans - Moulin Valeins	1.5
Moulin Valeins - Confluence	2.88

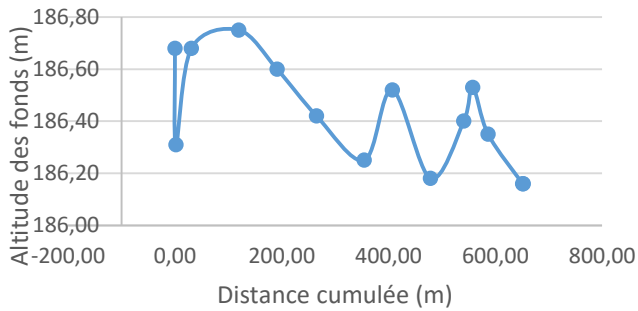
Données : Bureau études Hydro-Topo 5 et 7/05/2015

Le profil en long du canal est variable tout le long de son linéaire. On observe des variabilités de l'altitude des fonds entre les tronçons mais également au sein même de ces tronçons (Cf. figure 34). Les profils en long des tronçons présentent tout de même des similarités. A l'aval de chaque seuil de moulin, l'altitude des fonds est très basse. Elle est due à la chute d'eau du seuil qui crée une fosse de dissipation. La force d'énergie de l'eau sur ces secteurs a creusé le fond du lit. Sur certains secteurs, on observe de fortes valeurs des altitudes de fond qui correspondent à une zone de sédimentation du fond du lit.

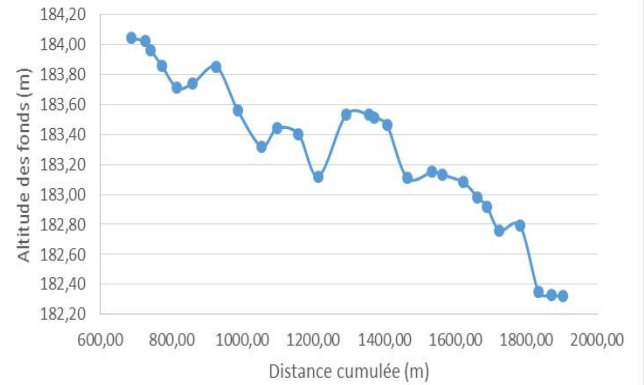
Concernant le secteur « Moulin de Valeins-Confluence », le pic d'altitude des fonds du lit au point kilométrique 6300 m correspond au « Creux de la Morelle ». C'est un secteur où la sédimentation est forte. En revanche, on observe qu'à l'aval immédiat de ce banc, l'altitude des fonds a fortement diminué. D'après les observations sur le terrain, cette zone correspond à la confluence de la Chalaronne avec le canal. L'absence de sédimentation dans cette zone est liée à la force motrice de la Chalaronne.

Figure 34 : Profil en long du canal entre chaque moulin

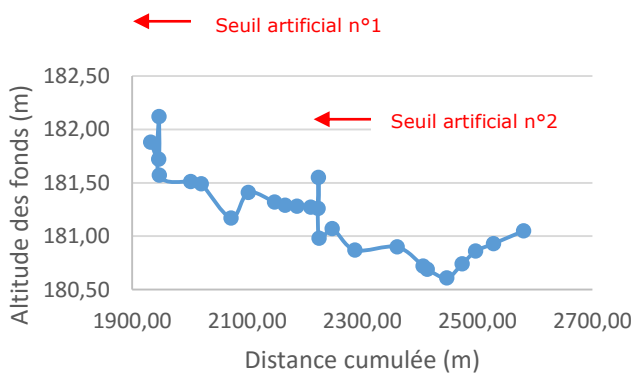
Secteur : Entrée du canal - Moulin Tallard



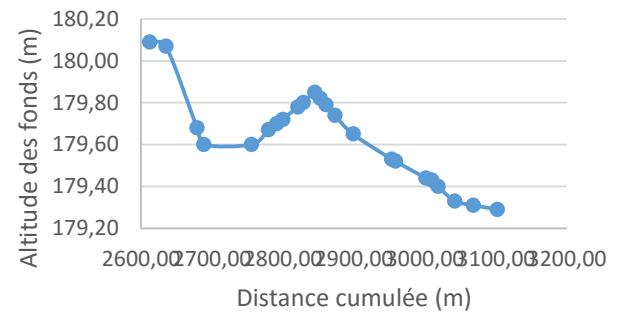
Secteur : Moulins Tallard-Vernes



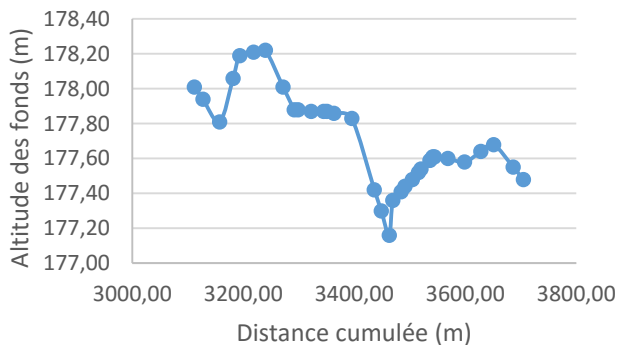
Secteur : Moulins Vernes-



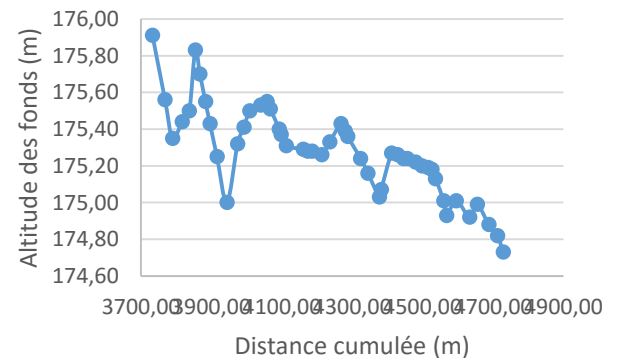
Secteur : Moulins Champanelle-Traffay



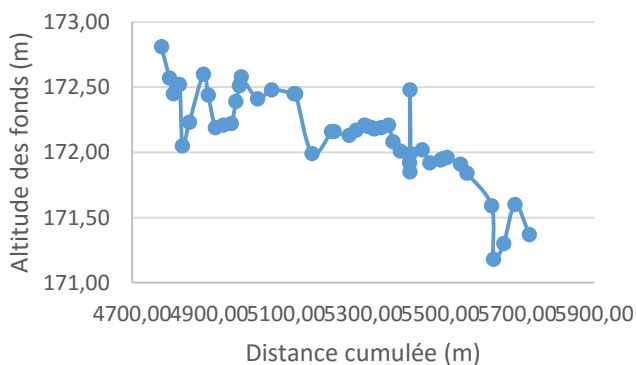
Secteur : Moulins Traffay-Neuf



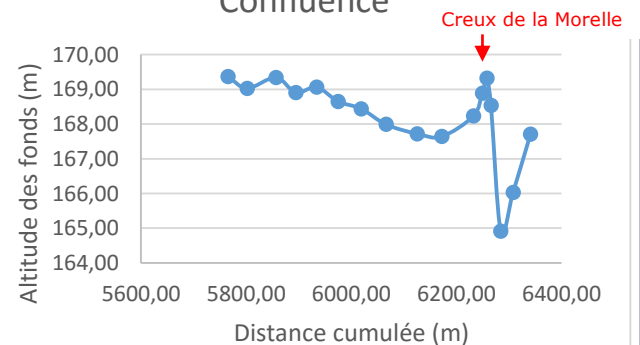
Secteur : Moulins Neuf-Crénans



Secteur : Moulins Crénans-Valeins



Secteur : Moulins Valeins-Confluence



5.2 Le colmatage

Les relevés des hauteurs de colmatage ont été réalisés à deux périodes différentes. Globalement pour les deux campagnes de terrain, les données montrent que la sédimentation n'est pas homogène le long du canal.

Les données de la première campagne montrent que l'amont du canal est caractérisé par une granulométrie grossière. A partir de la blanchisserie (amont moulin Traffay), le taux de sédiments fins est croissant jusqu'à Thoissy (Cf. figure 35). La sédimentation peut mesurer jusqu'à 2 mètres dans certains secteurs (Cf. figure 36). Globalement, la sédimentation est présente en rive gauche et droite du lit mais également au centre du talweg. On note tout de même une absence de sédimentation à l'aval immédiat des chutes de moulins. Ceci peut s'expliquer par un faciès de type radier lié à un courant important.

L'augmentation de la sédimentation à l'aval du canal est liée à l'écoulement de type « plat ». En revanche, l'absence de sédimentation à l'amont est liée à un écoulement courant qui limite le dépôt de particule fine au fond du lit.

Des précautions sont à prendre compte en termes d'interprétation. En effet, la résistance de la tige dans le lit peut correspondre à l'atteinte de la couche granulométrique ou est tout simplement due à un colmatage trop important. L'enfoncement de la tige est lié à la force de l'observateur.

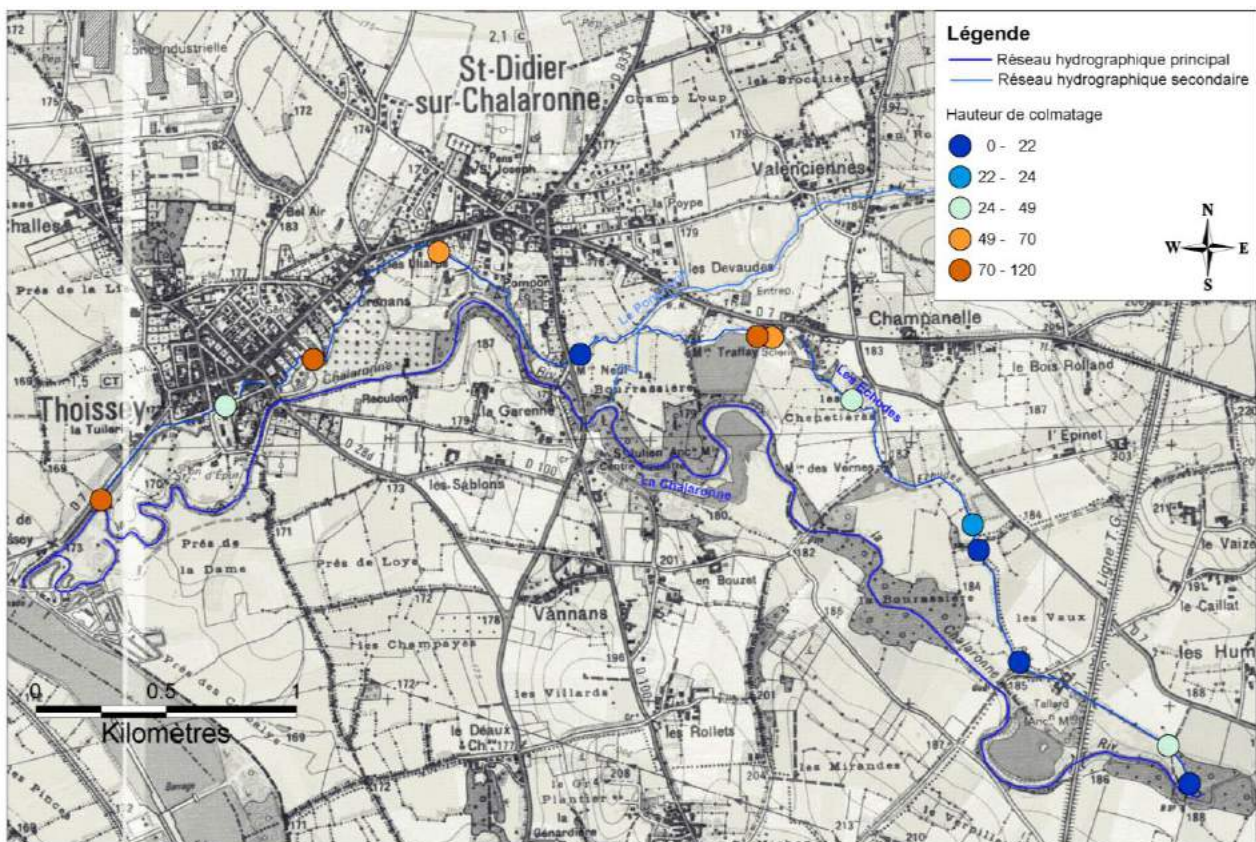


Figure 35 : Localisation et degré de sédimentation sur le canal
(Source : SRTC 2015)



Figure 36 : Photographie du canal fortement sédimenté au niveau de Thoissey
(Source : SRTC 2015)

Comme pour la première campagne de mesure, la seconde campagne montre une faible sédimentation à l'entrée du canal. La sédimentation augmente avant les moulins des Vernes, de Champanelle et de Traffay. Le secteur entre le moulin de Traffay et le moulin de Crénans est faiblement sédimenté. En revanche, le colmatage réaugmente jusqu'à la confluence du canal avec la Chalaronne (Cf. figure 37).

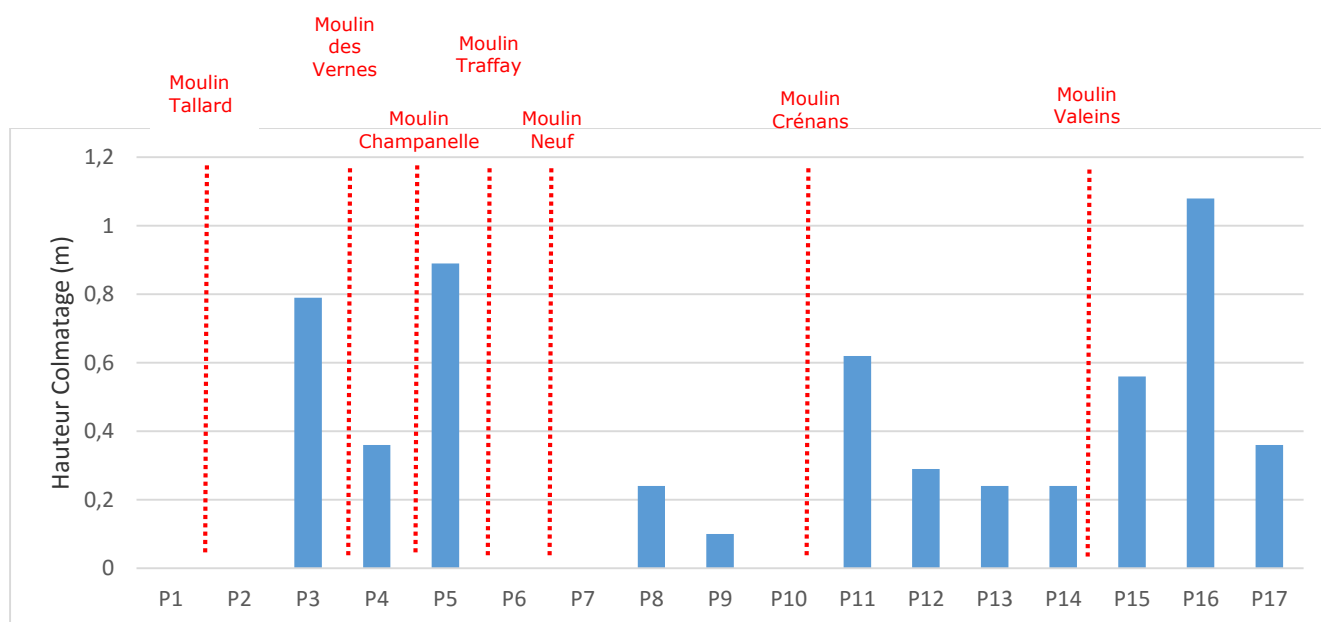


Figure 37 : Hauteur de sédimentation dans le canal
(Source : SRTC 2015 à partir données Bureau études Hydro-Topo 5 et 7/05/2015)

Pour conclure, les données des deux périodes de mesure sont relativement semblables. L'amont est caractérisé par une granulométrie grossière et l'aval par des sédiments fins.

Le degré de colmatage entre chaque moulin est à mettre en relation avec les pentes du canal mais aussi avec les seuils de moulins. La pente entre l'entrée des Echudes et le moulin de Tallard est relativement faible.

Cependant, la sédimentation est peu marquée. Cela s'explique sans doute par la force hydraulique de l'eau provenant des vannes présentes à l'entrée du canal qui donne une impulsion à l'écoulement de l'eau. En revanche pour les secteurs : « Moulin Tallard-Moulin des Vernes », « Moulin des Vernes- Moulin de Champanelle » et « Moulin Champanelle – Moulin Traffay », les pentes sont relativement importantes. Or la sédimentation dans ces secteurs est bien marquée. La sédimentation est donc sans doute liée aux seuils des moulins qui freinent et stoppent le transfert des sédiments.

L'influence des seuils de moulins est notable. Ils entravent au transit et donc à la continuité sédimentaire. Les données montrent que le transit sédimentaire varie dans l'espace mais également dans le temps. Les variations de colmatage entre les deux périodes peuvent sans doute s'expliquer par les coups d'eau liés aux pluies qui ont induit un transfert des sédiments fins ou bien un débit favorisant le dépôt des éléments fins.

6. Synthèse des pressions et des dysfonctionnements du canal des Echudes

La prospection sur le terrain permet d'avoir une vision globale du fonctionnement du canal des Echudes.

- Les droits d'eau fondés en titre sont des droits d'usage de l'eau et non de propriété. A l'heure actuelle, les droits d'eau des 7 moulins présents sur le canal ont une existence légale.
- Le canal des Echudes est une source d'alimentation en eau pour 14 plans d'eau. Les prélèvements ne sont ni contrôlés ni concertés. L'alimentation des plans d'eau a lieu à différentes périodes de l'année. La grande majorité des propriétaires de plans d'eau n'ont pas réalisé de demande d'autorisation ou de déclaration pour l'alimentation de leur étang à partir des eaux du canal. De même, la grande majorité des plans d'eau n'est pas recensée auprès des autorités, leur création donc est illégale. Globalement, la création et l'alimentation de la majorité des plans d'eau constituent une infraction à la Loi sur l'Eau.
- Le canal des Echudes est également une source d'irrigation pour les jardins privés et les potagers. Ces prélèvements ont lieu essentiellement en période de fortes chaleurs lorsque le canal est à l'étiage. Bien que ce type d'usage soit légal, il est tout de même réglementé en période de sécheresse. Cependant, la méconnaissance des propriétaires riverains en termes de prélèvement d'eau en cas de sécheresse du canal est un facteur supplémentaire à son dysfonctionnement. A ce jour, les volumes prélevés pour l'irrigation restent méconnus.
- Le dysfonctionnement hydrologique du canal réside également dans la présence de nombreuses fuites. Celles-ci sont plus importantes en période de hautes eaux (perte de 80 % du débit entre l'aval et l'aval du canal) mais ne sont pas négligeables en période de basses eaux (perte de 40 % du débit entre l'amont et l'aval)). La perte d'eau modifie la qualité de l'eau à l'aval immédiat de ces fuites. En effet, elles induisent une baisse des niveaux d'eau ce qui influe sur sa température. La diminution des débits joue également sur le transfert de sédiments. La perte de motricité de l'eau avec une diminution de la vitesse d'écoulement et de sa force favorise la sédimentation des matériaux fins sur le fond du lit du canal. La baisse de quantité d'eau du canal et son réchauffement sont également responsables de sa baisse de qualité et de l'augmentation des phénomènes d'eutrophisation très présents à l'aval.
- L'envasement du canal résulte de l'altération du fonctionnement hydrologique, mais il est également lié aux caractéristiques intrinsèques du canal. En effet, les levés topographiques montrent une pente relativement faible entre chaque moulin, ponctuée localement par quelques

de variations. La faible pente et la présence de seuils de moulin contribuent à freiner le transfert des sédiments et à favoriser leur dépôt au fond du lit.

- L'envasement trouve également son origine dans l'arrêt de l'entretien du canal depuis les années 80. Seuls quelques propriétaires réalisent toujours ces travaux, mais leur nombre est faible. Les travaux d'entretien sont limités à quelques secteurs restreints et leur réalisation est relativement peu fréquente.
- L'arrêt de l'entretien du canal est un facteur dans les modifications morphométriques sur l'ensemble de son linéaire. En effet, les largeurs et hauteurs de berges varient selon les secteurs. Le secteur amont semble avoir conservé les caractéristiques historiques en termes de largeur et de profondeur. Le secteur médian est plus rétréci aussi bien au niveau de sa largeur, de ses hauteurs de berges que de sa profondeur. Quant à l'aval, le canal est quatre fois plus élargi par rapport à l'amont, relativement profond et ses berges sont très hautes. Globalement, le débit plein bord du canal est variable entre l'amont et l'aval. Ce résultat est à prendre en compte dans les mesures de gestion de la quantité d'eau. En effet, tous les secteurs du canal ne peuvent contenir le même volume d'eau.
- Outre les variations de débit de la Chalaronne ou les prélèvements d'eau du canal pour l'irrigation, d'autres usages conditionnent également l'hydrologie du canal. Que ce soit dans le cadre de prélèvements d'eau pour l'alimentation de plan d'eau, du stockage d'eau pour réguler les débits ou pour la production d'électricité, l'hydrologie du canal est régulièrement modifiée. Lors de ces usages, l'eau du canal est alors stockée à l'amont d'ouvrages transversaux (empellement, planches de bois), on parle de « débit élevé ». Par conséquent, les hauteurs d'eau à l'aval sont très faibles, on parle de « débit planché ». Les différences de niveau correspondent à un marnage. Ces ouvrages transversaux modifient le fonctionnement hydrologique du canal. Ils fonctionnent comme des barrages hydrauliques où l'écoulement ne se fait plus au fil de l'eau mais par écluse. Le stockage d'eau à l'amont d'un ouvrage transversal uniformise les faciès d'écoulement.
- Le creux de la Morelle est un secteur de forte sédimentation de matériaux fins. Sa formation résulte de la faible pente du canal. Cependant, le principal facteur responsable de cette formation est la confluence du canal avec la Chalaronne et à plus grande échelle avec la Saône (en période hautes eaux). Au niveau de cette confluence, des écoulements contraires se rencontrent et leurs vitesses s'annulent, favorisant la sédimentation.
- L'altération du fonctionnement hydrologique et sédimentaire du canal peut également être expliquée par la modification de ses sources d'alimentation. La première source d'alimentation du canal est, depuis sa création, la Chalaronne. Mais, jusqu'en 1867 la rivière du Poncharat alimentait la partie médiane du canal. Cependant, cette source en eau relativement importante a été détournée pour limiter les problèmes d'inondation. D'autres

biefs et fossés alimentaient les secteurs médians et aval du canal. A l'heure actuelle, ce réseau secondaire d'alimentation a été rebouché.

Le dysfonctionnement du canal des Echudes est lié au degré d'investissement des hommes. Lorsque les usages du canal étaient importants, les hommes se sont obstinés à modifier le canal pour réguler, contrôler, maîtriser son régime hydrologique, ses sources d'alimentation, son entretien. Depuis que les usages se sont perdus, l'entretien s'est arrêté, le maintien en bon état des empellements et leur manipulation également.

Aujourd'hui, les dysfonctionnements hydrologiques et sédimentaires du canal poussent les trois communes concernées à agir. Concernant le fonctionnement sédimentaire du canal, les mesures d'extraction curative des sédiments, réalisées en 2005 dans la commune de Thoisse, ont montré leurs limites et sont particulièrement coûteuses. La recherche de solutions durables, efficaces et moins onéreuses incite donc à prendre en compte le problème dans sa globalité. La stratégie repose donc sur les causes du problème et pas uniquement sur les conséquences. En d'autres termes les propositions de gestion du transit sédimentaire doivent être préventives et ainsi favoriser la continuité sédimentaire.

PROPOSITIONS DES MESURES DE GESTION

La phase diagnostique concernant l'hydrologie, la géomorphologie et les usagers du canal des Echudes a permis d'établir son état. Il ressort que plusieurs actions semblent nécessaires pour améliorer son fonctionnement. Quatre grands enjeux de gestion sont définis :

- **la quantité des eaux**
- **la qualité des eaux**
- **la préservation des milieux aquatiques**
- **la communication, l'animation et la sensibilisation des usagers**

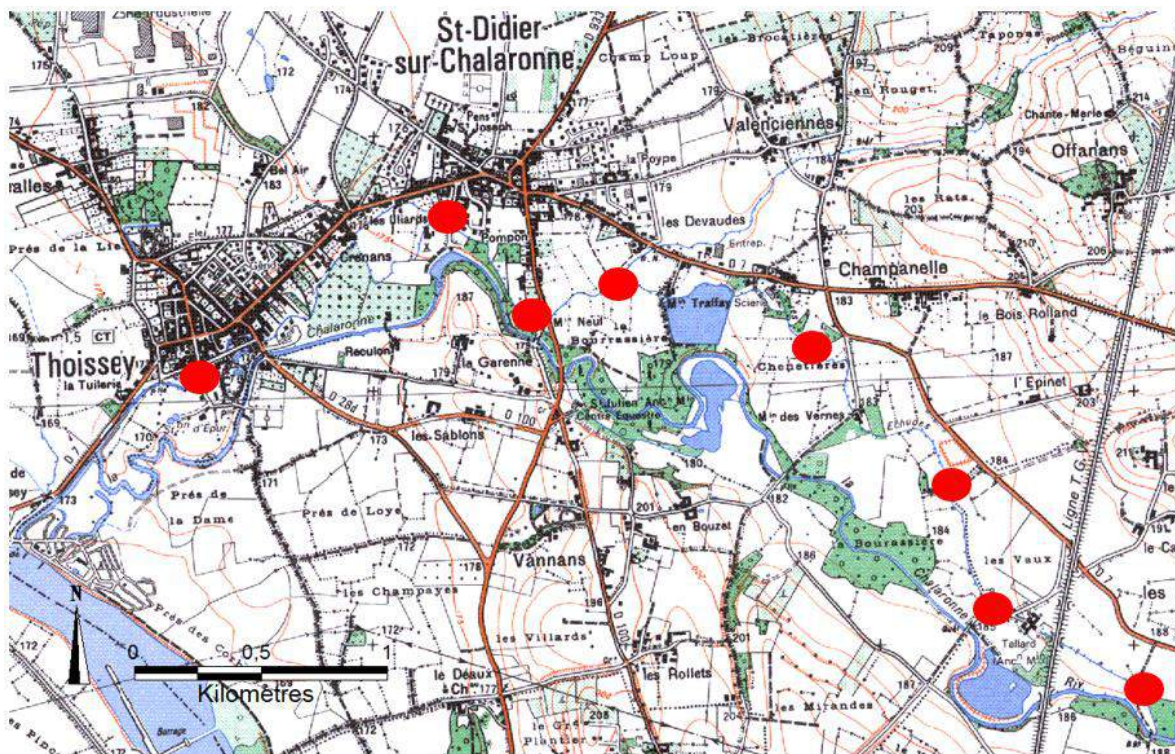
Différentes mesures de gestion ont été pensées. La « non-action » peut parfois être la mesure de gestion à privilégier. Dans d'autres cas, certaines actions font l'objet de « fiches actions ». La fiche action est un outil précieux durant la phase d'intervention qui permet de guider dans la réalisation de l'action à mener. En d'autres termes, ce sont les actions dont la réalisation devrait avoir lieu. Certaines d'entre elles sont prioritaires à cause des coûts mobilisés, de l'importance du milieu. La priorisation des actions a été menée lors du comité de pilotage de l'étude réalisé le 21 mai 2015. Elle a été déterminée en fonction de la faisabilité technique et des coûts.

1. Gestion quantitative de l'eau

1.1 Améliorer les connaissances des besoins et des ressources en eau

Afin de mettre en place une gestion globale du canal, il est nécessaire de connaître précisément les prélèvements d'eau, leur fréquence et leur localisation. Pour cela, il est préconisé d'installer plusieurs sondes de pression le long du canal mesurant les niveaux d'eau en continu (à pas de temps continu, exemple : 15 minutes) sur une année complète (Cf. annexe 6).

Cette action permettra de connaître les débits entrants dans le canal, les volumes des fuites et les volumes de prélèvements d'eau.



*Figure 38 : Localisation des sondes de pression
(Source : SRTC, 2015)*

1.2 Travaux d'aménagement des empellements présentant des fuites

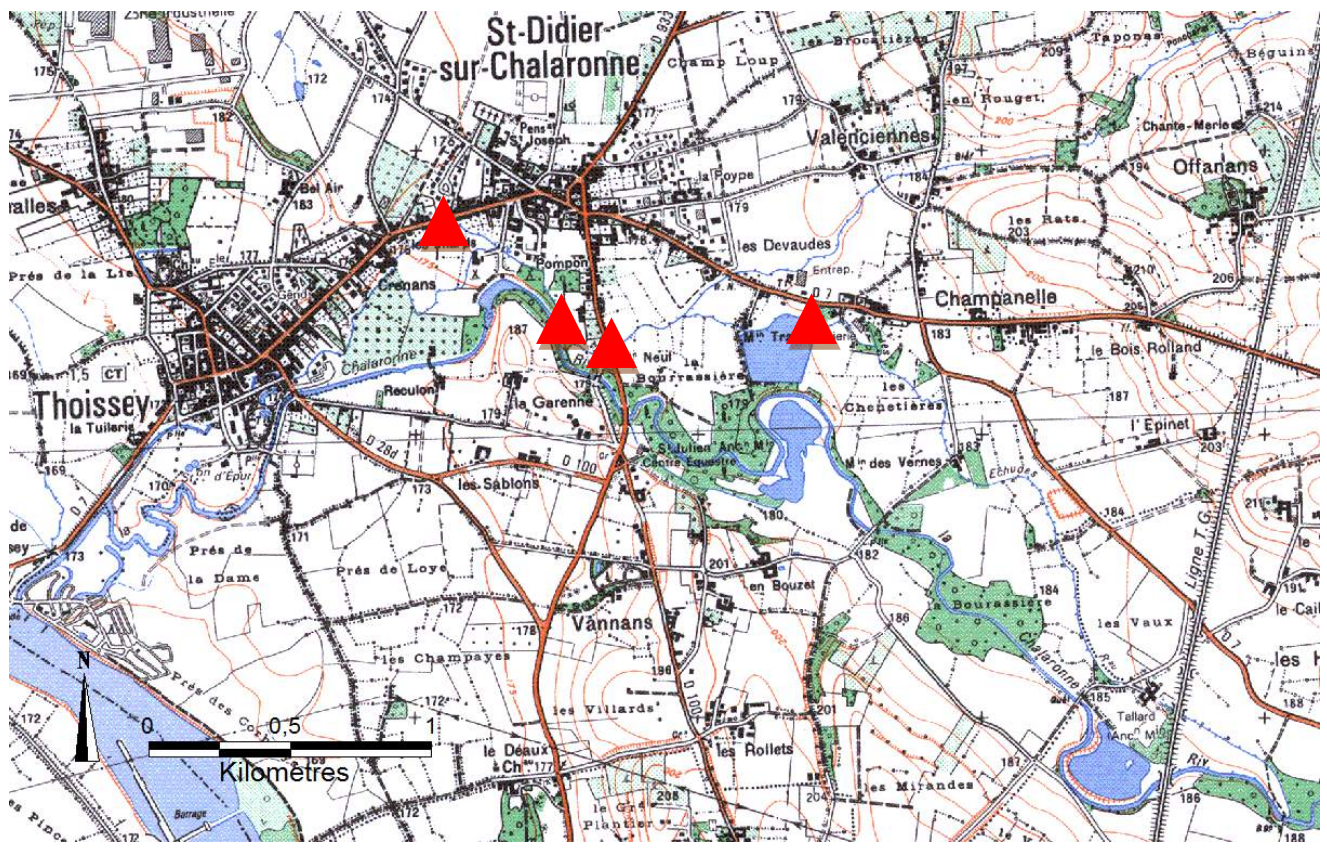
Pour limiter les pertes en eau du canal, il est préconisé de réaliser des travaux d'aménagement ou de rénovation des empellements latéraux puisque ce sont les principaux facteurs de fuites d'eau. Plus précisément, 4 empellements et un ouvrage de type tuyau doivent être restaurés (Cf. figure 39). La restauration ou la rénovation de ces ouvrages a pour objectif de soutenir l'écoulement des eaux en période d'étiage (Cf. annexes 4, 5, 9 et 11).

La prospection sur le terrain montre que les travaux à réaliser sur les empellements sont situés sur des parcelles publiques. En revanche, les travaux à réaliser pour l'ouvrage de type tuyau est situé sur une parcelle privée ce qui signifie qu'une D.I.G devra être réalisée.

Les mesures sur le terrain montrent que le débit plein bord ou la capacité d'écoulement du canal varie selon les secteurs. Une gestion hebdomadaire voire quotidienne des empellements (ouverture, fermeture), selon les niveaux d'eau, devra donc être réalisée par les membres du syndicat ou bien par les agents communaux. L'agent devra se référer aux échelles limnimétriques dans la gestion des empellements. En période de « hautes eaux », les empellements devront rester ouverts afin d'éviter tout risque d'inondation. L'eau s'échappant retournera à la Chalaronne. En revanche en période de « moyennes ou basses eaux », les empellements devront être fermés afin de conserver un tirant d'eau minimal.

Bien que les empellements à rénover en priorité, soient situés en secteurs publics, les empellements et, plus précisément, tous les éléments constitutifs du dispositif hydraulique sont réputés appartenir au moulin. A

partir de ce postulat, il sera donc nécessaire de contacter les propriétaires de moulin afin de savoir s'ils reconnaissent disposer de la propriété des empellements concernés. En cas d'absence de réponse ou de réponse négative, les empellements seront considérés comme appartenant au domaine public. En revanche, si les propriétaires reconnaissent leur propriété, les travaux de rénovation seront donc à leur charge.



*Figure 39 : Localisation des fuites à restaurer
(Source : SRTC, 2015)*

1.3 Mise en place d'échelles limnimétriques

Dans le cadre de la gestion de la quantité d'eau du canal et plus précisément dans la gestion des prélèvements d'eau, il serait intéressant de mettre en place des échelles limnimétriques le long du canal (Cf. annexe 10). Ces échelles limnimétriques sont à destination d'un public élargi : les propriétaires riverains utilisant l'eau du canal pour l'irrigation des plans d'eau ou des jardins privés, les élus, les professionnels, mais aussi pour le syndicat. Elles devront être mises en place dans des secteurs visibles et accessibles par tous. Les endroits fixes (ex : piles de ponts) seront privilégiés. Elles devront être faciles d'utilisation et lisibles. Un code couleur relativement simple devra permettre aux différents usagers de savoir, selon la hauteur d'eau du canal, si l'on est en période de hautes, moyennes ou basses eaux. Selon ces hauteurs d'eau, le code couleur donne comme informations si les prélèvements sont « autorisés », « autorisés mais limités » ou « interdits ». Bien entendu, le code couleur relativement explicite sera accompagné d'une affiche explicative.

L'avantage de ce type d'action est son coût peu onéreux. Elle permet également d'avoir une information en temps réelle. En revanche, l'inconvénient de cette action est qu'elle est basée sur l'autonomie des usagers pour obtenir cette information et leur engagement personnel.

1.4 Régularisation règlementaire des propriétaires de plans d'eau

Hormis les plans d'eau appartenant à la commune de Thoissey et de Saint-Didier-sur-Chalaronne, les autres plans d'eau, appartenant à des particuliers, constituent pour la plupart à une infraction à la Loi sur l'Eau vis-à-vis de leur création et de leur alimentation. Cette action a pour objectif de régulariser leur situation.

Dans un premier temps, un agent du syndicat devra prendre rendez-vous avec l'ensemble des propriétaires de plans d'eau afin de les informer de cette régularisation à effectuer.

Si la régularisation n'avance pas, la DDT devra se charger des mesures à prendre pour la suite.

1.5 Régulation du barrage de Tallard

L'objectif de cette mesure de gestion est d'améliorer la répartition des eaux entre la rivière de la Chalaronne et le canal des Echudes (Cf. annexe 7). Cette mesure ne doit en aucun cas impacter le fonctionnement de la Chalaronne. Cette opération, si elle est mise en place, devra tenir compte de la capacité d'écoulement du canal afin de ne pas envoyer trop d'eau à l'aval si les conditions hydrauliques ne le permettent pas. Le dispositif d'opération consisterait en la mise en place d'un débit « estival » et d'un débit « hivernal » proportionnel aux débits de la Chalaronne en période de hautes ou basses eaux.

2. Gestion qualitative de l'eau

La principale mesure de gestion concernant la qualité de l'eau est la gestion du piétinement bovin. En effet, le piétinement bovin est un facteur non négligeable de dégradation de berges et d'apport en matériaux fins dans un cours d'eau. Cette action cible un secteur en particulier situé sur la commune de Saint-Etienne-sur-Chalaronne (Cf. annexe 12). Elle consisterait en deux opérations :

- L'aménagement d'un abreuvoir ;
- La restauration de la berge.

3. Gestion des milieux aquatiques

3.1 Réécriture des droits d'eau fondés en titre

La réécriture des droits d'eau est également envisagée dans la gestion des milieux aquatiques (Cf. annexe 16). En effet, les règlements historiques d'utilisation de l'eau ne sont plus conformes à la réglementation actuelle. Cette action a pour objectif de maîtriser les variations (fréquences et hauteurs) d'eau dans le canal. Plus précisément, elle devra assurer un écoulement continu des eaux, maintenir un niveau d'eau suffisant à l'aval des moulins en période d'étiage, interdire le fonctionnement par éclusée. Cette action devra passer par la définition de nouveaux règlements d'eau des moulins. Le niveau normal d'exploitation c'est-à-dire le niveau légal de la retenue ainsi que le débit réservé doivent être définis précisément. Cette action cible les moulins souhaitant ou utilisant leur droit d'eau pour produire de l'électricité.

La réécriture des droits d'eau fondés en titre devra être réalisée par la Direction Départementale des Territoires de l'Ain.

3.2 Suppression des seuils de moulins

D'un point de vue géomorphologique, les seuils de moulins constituent de réels obstacles au transit sédimentaire. L'étude de faisabilité de leur suppression doit être envisagée. Cette action présente diverses contraintes majeures. La première est le coût de ce type d'actions. La seconde est l'usage du seuil de moulin pour la production d'électricité. Enfin, la troisième est l'attachement au patrimoine historique que représentent les moulins.

Les seuils de moulin ciblés en priorité sont ceux dont l'usage pour la production d'électricité n'est pas utilisé aujourd'hui.

3.3 Veille foncière ou convention de gestion

Dans le cadre d'une meilleure gestion du milieu aquatique, il est également préconisé de réaliser une veille foncière sur l'acquisition des droits d'eau fondés en titre ou une convention de gestion de ces droits pour les différents moulins présents sur le canal (Cf. annexe 15). Cette action a pour objectif d'assurer un écoulement continu de l'eau au niveau des moulins, de limiter l'écoulement dit par éclusée et de gérer les niveaux d'eau dans le canal en fonction des périodes d'étiages et de crues. Cet outil permettrait la maîtrise de gestion des empellements. Pour réaliser la cession ou la mise en place d'une convention de gestion des droits d'eau entre les propriétaires de moulin et le Syndicat ou la commune, des campagnes de communication devront être mises en place auprès des propriétaires.

La cession des droits d'eau correspond à la cession du règlement d'eau et non pas à la propriété du moulin.

En échange de la cession ou de la convention du droit d'eau, le syndicat ou la commune devra remettre en état les empellements, le déversoir et le canal de dérivation, mais également entretenir l'ensemble. Le propriétaire devra également laisser passer sur sa propriété les agents concernés pour toutes interventions.

Pour réaliser la cession de droit d'eau, le syndicat peut également faire appel aux SAFER (Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural).

Si le Syndicat souhaite acquérir, à titre amiable, tout ou partie des ouvrages, il devrait préalablement consulter l'autorité compétente de l'Etat (Service des Domaines) en application de l'article L. 1211-1 du code général de la propriété des personnes publiques. Cette consultation est obligatoire.

3.4 Absence d'intervention

Le creux de la Morelle est un banc de sédiments qui s'est formé de manière naturelle due à la confluence du canal avec la Chalaronne. Les travaux de curage réalisés en 2005 n'ont pas été d'une utilité particulière puisque le banc s'est complètement reformé en 10 ans plus tard. Cette opération très onéreuse n'a pas permis d'améliorer durablement le transit sédimentaire. Voué à se reformer, le creux de la Morelle reste un phénomène naturel. Il est donc préconisé de ne pas intervenir sur ce secteur. Seules les crues morphogènes de la Chalaronne permettront une mobilisation et un déplacement de ces sédiments.

Si toutefois le comité souhaite réaliser des travaux sur ce secteur, il sera préconisé de faire appel à un bureau d'étude expert en géomorphologie qui soumettra au SRTC les différentes actions de gestion à envisager.

3.5 Etude de faisabilité de travaux d'aménagement du lit des Echudes

Afin d'améliorer le transit sédimentaire sur la partie aval du canal et plus précisément l'auto-curage du creux de la Morelle, une étude de faisabilité de l'aménagement du lit du canal doit être menée par un bureau d'études expérimenté en hydro-géomorphologie (Cf. annexe 17). Dans ce cas, un appel d'offre sera réalisé.

3.6 Gestion des plantes invasives

Cette action a pour objectif de lutter contre l'espèce végétale invasive *Hydrocotyle fausse renoncule* présente sur un fossé attenant au canal des Echudes (Cf. figure 40) (Cf. annexe 14). Pour cela, un curage du fossé doit être réalisé en période d'assec. Le curage doit être réalisé sur plusieurs années consécutives (au moins deux). La lutte contre cette espèce passe également par la régulation de sa dissémination. Il serait peut-être intéressant de placer des grillages afin d'éviter sa propagation.

L'origine de cette propagation est liée à l'entreprise *Les Jardins aquatiques* qui a vendu cette plante auparavant. Il est important de noter que cette plante n'est plus vendue depuis 6 ou 7 ans.

Afin d'enrailler sa propagation, il est préconisé de sensibiliser le public. Pour cela, une fiche « espèce invasive » détaillant ses caractéristiques, son mode de reproduction, son habitat, les moyens de lutte sera disponible au sein de chaque mairie.



*Figure 40 : Photographie de l'Hydrocotyle fausse renoncule
(Source : SRTC, 2015)*

4. Animation, communication et sensibilisation des usagers

4.1 Charte d'entretien du canal

Une charte d'entretien du canal pourra également être mise en place (Cf. annexe 13). Cette action a pour objectif une gestion harmonisée et concertée du lit du canal et de sa ripisylve. Elle devra permettre de limiter les embâcles dans le lit du canal, le colmatage du fond du lit et l'installation de végétaux morts sur la ripisylve. La charte sera à destination des propriétaires riverains ayant des parcelles connectées au canal mais également aux propriétaires de moulin. Cette charte devra permettre de coordonner et d'accompagner les propriétaires dans les travaux d'entretien.

La mise en place d'une association syndicale de propriétaires riverains sera largement incitée. Le syndicat devra rédiger et mettre à disposition un guide de bonnes pratiques afin d'informer les propriétaires des aspects réglementaires.

Cette charte consistera en un engagement moral et volontaire des propriétaires riverains. Chacun sera libre d'y adhérer. Un document contractuel entre les riverains et le syndicat sera signé mais ce document ne sera, en aucun cas, réglementaire. Préférentiellement, l'engagement sera défini sur plusieurs années. En contrepartie de cet engagement, le syndicat devra apporter une aide technique.

4.2 Communication et sensibilisation sur les prélèvements d'eau

Dans le cadre des prélèvements d'eau du canal, il est fortement conseillé de réaliser, auprès des propriétaires riverains et des propriétaires de plans d'eau, des campagnes de communication et de sensibilisation sur le fonctionnement du canal et sur les conséquences des différentes pressions afin d'établir un usage concerté de l'eau (Cf. annexe 8).

Cette action de communication et de sensibilisation des usagers pourrait prendre diverses formes :

- la rencontre sur le terrain de chacun des usagers ;
- la mise en place de réunion publique pour les propriétaires riverains des trois communes concernées ;
- l'envoi de bulletin de communication ;
- l'envoi de guide de bonnes pratiques ;
- l'édition d'affiches ou la mise en place de panneaux informant sur les périodes d'autorisation de prélèvement d'eau ;

5. Synthèse des mesures de gestion

Les mesures de gestion à réaliser pour améliorer le fonctionnement du canal ont été classées par ordre de priorité de 1 (prioritaire) à 3 (moins prioritaire) (Cf. tableau 11). :

Tableau 11 : Propositions d'actions classées par objectif

Objectif de gestion	Intitulé action	Nombre de fiches action	Niveau de priorité
Objectif 1 : GESTION QUALITATIVE DE LA RESSOURCE EN EAU			
<i>Lutte contre le piétinement bovin</i>	<i>Aménagement d'un abreuvoir</i>	1	3
Objectif 2 : GESTION QUANTITATIVE DE LA RESSOURCE EN EAU Sécuriser l'approvisionnement en eau et raisonner son usage			
<i>Améliorer les connaissances des besoins et des ressources</i>	<i>Mise en place d'un réseau de suivi du niveau des eaux</i>	1	1
<i>Mieux gérer la consommation estivale</i>	<i>Mise en place de marqueurs repères des niveaux d'eau</i>	1	2
<i>Gestion de la répartition des eaux au barrage de Tallard</i>	<i>Mise en place de débits plafonds dérivables</i>	1	3
<i>Assurer le bon écoulement des eaux en périodes d'étiage</i>	<i>Aménagement des ouvrages présentant des fuites</i>	4	1
Objectif 3 : GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES			
<i>Maitriser les variations de niveaux d'eau</i>	<i>Réécriture des droits d'eau fondés en titre</i>	1	2
	<i>Veille foncière des droits d'eau fondés en titre</i>	1	2
<i>Prévention et gestion des espèces envahissantes</i>	<i>Gestion de la propagation de l'Hydrocotyle</i>	1	1
<i>Restaurer la continuité écologique</i>	<i>Suppression des seuils de moulins</i>	1	3
<i>Favoriser la continuité sédimentaire</i>	<i>Etude de faisabilité de la restauration du Creux de la Morelle</i>	1	2
Objectif 4 : ANIMATION, COMMUNICATION ET SENSIBILISATION DE LA RESSOURCE EN EAU			
<i>Pérenniser l'entretien du canal</i>	<i>Mise en place d'une charte d'entretien</i>	1	2
<i>Communication sur les enjeux des usages et des prélèvements</i>	<i>Réalisation d'une réunion publique</i>	1	1

(Source : SRTC 2015)

Au minimum, les actions de gestion du canal des Echudes s'élèvent à 74 601 euros hors taxe (Cf. tableau 12).

Tableau 12: Bilan prévisionnel des actions de gestion du canal

Type action	Montant H.T
Aménagement d'un abreuvoir	7 780
Mise en place d'un réseau de suivi du niveau des eaux	8 000
Sensibilisation et communication	
Mise en place de marqueurs repères des niveaux d'eau	190
Aménagement des ouvrages présentant des fuites	18 642
Mise en place d'une charte d'entretien	
Mise en place d'un guide de bon entretien	265
Réécriture des droits d'eau fondés en titre	0
Veille foncière des droits d'eau fondés en titre	
Gestion de la propagation de l'Hydrocotyle	31 724
Etude de faisabilité de la restauration du Creux de la Morelle	8000
Travaux de restauration de la continuité écologique	508 500
Bilan TOTAL	583 101

(Source : SRTC 2015)

Parmi les différentes actions de gestion à réaliser sur le canal des Echudes, les travaux de restauration de la continuité écologique (suppression ou aménagements des seuils de moulins) représente la majorité du coût financier. Ensuite, il semblerait que la gestion de l'espèce invasive et les travaux d'aménagement pour limiter les fuites d'eau représentent un cout important. L'étude de faisabilité du creux de la Morelle, les équipements de suivi du canal (échelles limnimétriques ou sondes de pression) ou encore les campagnes de communication et de sensibilisation des usagers représentent les actions les moins coûteuses (Cf. figure 41).

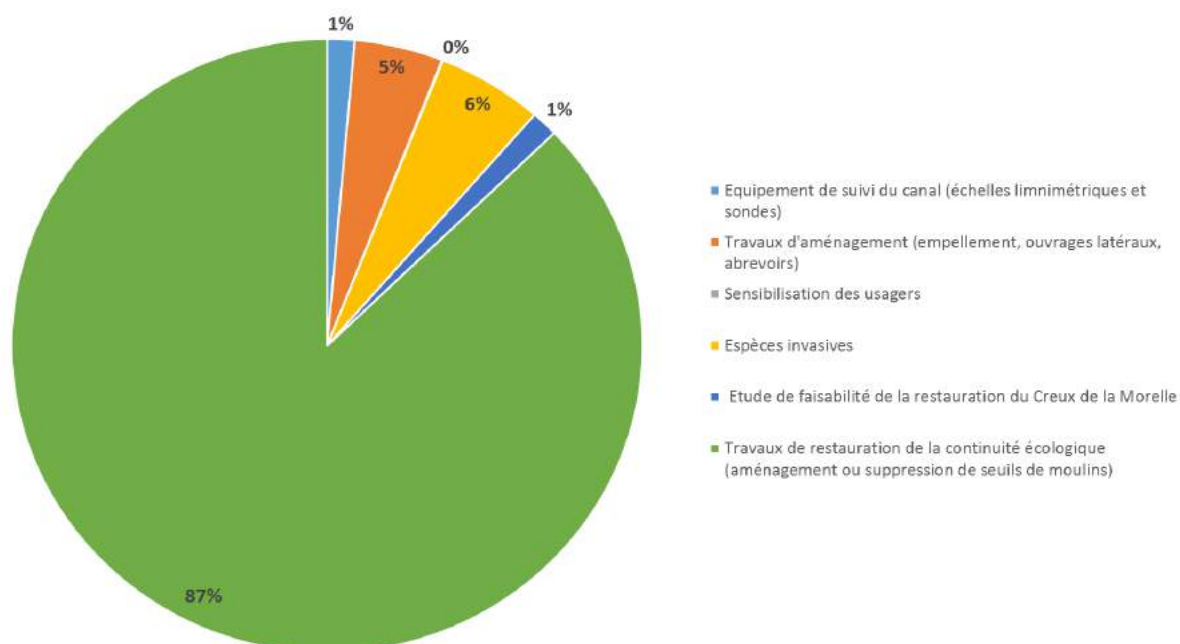


Figure 41 : Répartition des coûts des actions de gestion

(Source : SRTC 2015)

CONCLUSION

L'évolution historique du canal des Echudes met en évidence une diminution progressive des débits observés au cours des décennies, en relation avec la fermeture des biefs d'alimentation, les fuites du canal, l'augmentation des prélèvements d'eau pour l'irrigation des jardins et l'alimentation de plans d'eau. La mise en œuvre d'actions de gestion du canal semble donc essentielle à son bon fonctionnement, notamment, lorsque les conditions climatiques sont très sèches comme cet été 2015. La gestion du canal des Echudes est complexe. Les actions de gestion doivent être globales et collectives. La réalisation concrète de la gestion du canal repose, entre autre, sur la gestion quantitative et qualitative de l'eau ainsi que sur la gestion des milieux aquatiques. La gestion de la quantité d'eau du canal repose sur le suivi et le contrôle des débits dérivés dans le canal. C'est la mesure principale de la gestion du canal et consistera donc à augmenter les débits dérivés sans modifier le débit de la Chalaronne.

La première étape du processus est la maîtrise de ces fuites d'eau. Dans un premier temps, la gestion du canal nécessite la réhabilitation et/ou la restauration de 4 ouvrages présentant des fuites majeures (3 empellements latéraux, 1 ouvrage d'alimentation de fossé). La seconde étape est la maîtrise des prélèvements d'eau. En effet, la gestion individuelle et non concertée du canal constitue la source principale des problèmes. En période d'étiage, les problèmes sont exacerbés par ces usages non concertés. Il convient donc que les usages préleveurs (c'est-à-dire l'irrigation des jardins et l'alimentation de plans d'eau) soient réglementés. S'ils continuent à s'opérer de manière incontrôlée, ce sont les usages non préleveurs (pêche, loisir) qui continueront à supporter les faibles débits et leurs conséquences sur le milieu (insalubrité, diminution de la vie piscicole). Les prélèvements d'eau en canaux s'apparentent à des prélèvements d'eau en rivière et sont soumis aux mêmes restrictions (Safege, 2012). Il a également été décidé, lors du comité de pilotage du 21 mai 2015, d'équiper le canal de capteurs de niveau d'eau afin d'assurer une gestion quantitative de l'eau, efficace et localisée. Cette action doit être réalisée rapidement afin d'objectiver le débat. Elle est envisagée pour la fin de l'année 2015 ou le début de l'année 2016.

D'autres actions concernant la gestion du milieu aquatique ont été suggérées avec des actions visant à réguler voire éradiquer l'espèce végétale invasive observée sur le terrain, rétablir les pratiques d'entretien du canal et également améliorer la manipulation des empellements.

Ces actions de gestion seront financées à l'aide de fonds publics (agence de l'eau, conseil départemental de l'Ain, communauté de communes) car il s'agit d'aménagements ayant un intérêt général et d'utilité publique.

BIBLIOGRAPHIE

Cambot P., 2008. Le juge et l'utilisation de la force hydraulique : le cas des droits d'eau fondés en titre. 10 pages.

Safege, 2012, Dossiers de Déclaration d'Utilité Publique, d'Etat parcellaire, de servitude de passage – Canal d'Alaric, p. 63

http://www.institution-adour.fr/ftp_institution/DIG_Haut_Adour/canaux/DUP_Canal_ALARIC.pdf

Les Amis du Vieux Thoissey et de son Canton, 2004, Richesses touristiques et archéologiques du canton de Thoissey, 303 pages.

Direction départementales des territoires – Services protection et Gestion de l'Environnement, février 2012. Les droits d'eau relatifs aux ouvrages hydrauliques, 52 pages.

Navarron L., Peress J. et J.R. Malavoi, 2012, Aide à la définition d'une étude de suivi – Recommandations pour des opérations de restauration de l'hydromorphologie des cours d'eau, Onema, 48 pages

Malavoi J.R. et Bravard J.P., 2010. Eléments d'hydromorphologie fluviale. Onema. 224 pages.

Missions Inter Services de l'Eau de Lorraine, 2009. Guide de l'eau – Les droits d'eau fondés en titre, 4 pages.

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_police_des_droits_fondes_en_titre.pdf

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du territoire de la Chalaronne	10
Figure 2 : Carte des Territoires de Chalaronne et localisation du secteur d'étude (encadré rouge)	11
Figure 3 : Localisation du canal des Echudes et de ses Moulins	13
Figure 4 : Présentation du barrage de Tallard	14
Figure 5 : Repérage des verticales de mesure et tirant d'eau en travers de la section de jaugeage	19
Figure 6 : Paramètres mesurés lors des investigations sur le terrain	20
Figure 7 : Photographies des différents faciès d'écoulement (ONEMA, 2010)	21
Figure 8 : Schéma de la méthodologie mise en place pour l'étude	23
Figure 9 : Extrait de la Carte de Cassini du secteur d'étude (1758)	29
Figure 10 : Règlement d'entretien des Echudes à Saint-Didier-sur-Chalaronne	30
Figure 11 : Tracé des Echudes et de ces biefs d'alimentation en 1865	33
Figure 12 : Cadastre de la commune de Saint-Didier-sur-Chalaronne en 1867	34
Figure 13 : Cadastre de la commune de Thoissey en 1865	35
Figure 14 : Photographie d'un système de pompage d'eau pour l'irrigation d'un jardin privé	36
Figure 15 : Localisation des ouvrages de prélèvements d'eau pour l'irrigation des potagers et jardins privés	37
Figure 16 : Carte de la localisation et des ouvrages d'alimentation des plans d'eau alimentés par le canal des Echudes	38
Figure 17 : Proportion des différents types d'ouvrages d'alimentation des plans d'eau	38
Figure 18 : Photographies des différents types d'ouvrages permettant l'alimentation en eau de plan d'eau	39
Figure 19 : Proportion de réalisation de dossiers loi sur l'eau pour la création de plan d'eau supérieur à 0.1 hectare ..	40
Figure 20 : Proportion de réalisation de dossiers loi sur l'eau pour la demande d'alimentation en eau des plans d'eau à partir du canal des Echudes	41
Figure 21 : Localisation et état des empellements le long du canal des Echudes	41
Figure 22 : Proportion de l'état des empellements	42
Figure 23 : Photographies de l'état des empellements observés sur le terrain	43
Figure 24 : Evolution du débit dans le canal des Echudes le 6 et 7 avril 2015	46
Figure 25 : Comparaison des débits entre les périodes de hautes et basses eaux	48
Figure 26 : Photographies des empellements responsables des fuites les plus importantes en période de hautes et basses eaux	49
Figure 27 : Localisation des fossés alimentés par le canal des Echudes	50
Figure 28 : Les faciès d'écoulement du canal des Echudes	51
Figure 29 : Graphiques des profils en travers et de l'écoulement des eaux	52
Figure 30 : Evolution de la largeur plein bord du canal entre l'entrée et la confluence avec la Chalaronne	53
Figure 31 : Photographies de la largeur du canal à l'amont (gauche) et à l'aval (droite)	53
Figure 32 : Evolution du rapport l/p du canal entre l'entrée et la confluence avec la Chalaronne	54
Figure 33 : Evolution du profil en long du canal	55
Figure 34 : Profil en long du canal entre chaque moulin	55
Figure 35 : Localisation et degré de sédimentation sur le canal	57
Figure 36 : Photographie du canal fortement sédimenté au niveau de Thoissey	58
Figure 37 : Hauteur de sédimentation dans le canal	58
Figure 38 : Localisation des sondes de pression	64
Figure 39 : Localisation des fuites à restaurer	65
Figure 40 : Photographie de l'Hydrocotyle fausse renoncule	69
Figure 41 : Répartition des coûts des actions de gestion	72

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification du degré de colmatage en surface	21
Tableau 2 : Comparaison des droits d'eau anciens et actuels	27
Tableau 3 : Date de la dernière actualisation des droits d'eau fondés en titre des moulins	29
Tableau 4 : Usages des moulins du canal des Echudes	36
Tableau 5 : Valeurs brutes des débits le 13 août 2013	44
Tableau 6 : Valeurs brutes des débits le 18 septembre 2013	44
Tableau 7 : Valeurs brutes des débits le 6 et 7 avril 2015	45
Tableau 8 : Valeurs brutes des débits le 9 juin 2015	46
Tableau 9 : Valeurs brutes des débits les 21, 22 et 23 juillet 2015	47
Tableau 10 : Degré des pentes par tronçon	55
Tableau 11 : Propositions d'actions classées par objectif	71
Tableau 12: Bilan prévisionnel des actions de gestion du canal	72

ANNEXES

Annexe 1 : Tableau de relevé pour les jaugeages	77
Annexe 2 : Tableau de relevé pour le colmatage	77
Annexe 3 : Tableau de relevé pour l'hydro-géomorphologie	78
Annexe 4 : Rénovation de l'empellement situé à l'amont du camping St-Didier	79
Annexe 5 : Rénovation de l'empellement situé dans le camping St-Didier	82
Annexe 6 : Mise en place de sonde de niveau d'eau	85
Annexe 7 : Mise en place de débits plafond dérivables (DPD)	87
Annexe 8 : Rénovation de l'empellement lateral du Moulin Neuf	88
Annexe 9 : Mise en place de marqueurs limnimétriques à gradient colorimétrique	90
Annexe 10 : Aménagement de l'ouvrage situé dans la scierie	93
Annexe 11 : Travaux de renovation de la berge – Mise en place d'un abreuvoir	97
Annexe 12: communication sur les enjeux des usages et des prélèvements	100
Annexe 13 : Mise en place d'un programme d'entretien du canal ou d'une charte d'entretien	102
Annexe 14 : Elimination mécanique de l'espèce envahissante Hydrocotyle fausse renoncule	105
Annexe 15 : Acquisition des droits d'eau fondés en titre	108
Annexe 16 : Réécriture des droits d'eau fondés en titre des moulins	111
Annexe 17 : Mise en place d'un plan de gestion des sédiments à la confluence du canal avec la Chalaronne	113
Annexe 18 : Suppression des seuils	115