

**Rapport de stage pour l'obtention
de la 2ème année de Master**

**Etude globale visant la continuité écologique
sur la Couze Chambon :**
Etat des lieux, diagnostic et proposition de scénarios



Pierre-Antoine Gombault

Aout, 2012

Maître de stage : Guillaume Reix
Egis Eau



Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon maitre de stage Mr **Guillaume REIX**, chef de projet, pour son accueil au sein du bureau d'étude Egis Eau ainsi que ses précieux conseils. De même sa disponibilité, et son soutien et ce notamment pour les déplacements sur le terrain qui m'ont été d'une grande aide.

Mr **Jean Hugues JUILLARD**, directeur d'agence, pour m'avoir fait confiance et accepté pour ce stage au sein de l'équipe d'Egis Eau Limoges.

Mr **Antoine RATEAU**, chargé de missions, pour ses nombreux conseils utiles notamment en informatique (SIG).

A toute l'équipe de l'antenne de Limoges (Egis Eau et Egis France), un grand merci pour votre gentillesse et votre bonne humeur communicative.

Merci à Mme **Catherine BOISNEAU** pour ses indications sur les capacités de franchissement des différentes espèces migratrices ainsi que leur période de migration.

Merci à Mr **Stéphane RODRIGUES** de son aide pour la détermination de la longueur du remous solide régressif engendré par un ouvrage.

Préambule (Résumé)

Depuis parfois plusieurs siècles des obstacles divers, de nature anthropique, cloisonnent les rivières. Ces obstacles empêchent de nombreux poissons migrateurs de remonter les cours d'eau pour accéder aux frayères nécessaires à leur reproduction et bien souvent dans les zones situées les plus à l'amont. Dans le sens inverse (aval vers l'amont) ils retiennent les sédiments et créent un déficit plus ou moins grand vers l'aval qui peut entraîner à terme une incision du lit et une érosion excessive des berges à l'aval.

Aujourd'hui une réglementation a été mise en place afin de lutter contre ce phénomène et tente de restreindre le développement de ces ouvrages perturbant le bon équilibre d'un cours d'eau. Une politique d'effacement de ces ouvrages ou à minima de leur influence sur les cours d'eau est maintenant engagée.

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) vise à atteindre un bon niveau de qualité pour les eaux européennes. Un objectif de « bon état écologique » a été fixé pour 2015, 2021 ou 2027 en fonction des différentes masses d'eau et de la difficulté à résoudre certaines problématiques. Ainsi chaque pays européen a retranscrit dans son droit la directive afin de pouvoir agir et respecter les délais imposés par l'Europe. Pour la France la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) datant de 2006 en est un exemple.

Le stage effectué au sein du Bureau d'étude Egis Eau à Limoges (87) traite cette problématique de la **continuité écologique** à restaurer sur la partie aval de la rivière Couze Chambon. Cette rivière située dans le département du Puy de Dôme au sud de Clermont Ferrand est un cours d'eau de type montagnard affluent de l'Allier puis de la Loire. La rivière fait 40 km de long pour un bassin versant de 190 km². Son débit peut dépasser les 80 m³/s pour une crue cinquentennale, son module (débit moyen interannuel) est de 2.8 m³/s. Cette rivière est relativement abondante et dispose d'un étiage assez soutenu, de plus les nombreuses sources situées à plus de 1000 m d'altitude garantissent des eaux fraîches et de bonne qualité tout au long de l'année. Cette rivière dispose également d'un substrat de type graviers et galets qui font de ce cours d'eau un lieu de reproduction idéal pour les principales espèces de salmonidés de la région.

Malheureusement la rivière est aujourd'hui fortement cloisonnée par des seuils de moulin ou d'irrigation qui limitent les déplacements de ces espèces.

La communauté de commune Couze Val d'Allier a décidé d'agir sur son territoire et ce sont les 7.3 km de cours d'eau situés sur les communes de Coudes et Neschers où la continuité va être rétablie. Il s'agit de la partie la plus aval du cours d'eau qui permettra à terme au saumon atlantique de disposer de ces quelques km de qualité pour se reproduire.

Le bureau d'étude Egis Eau a été retenu pour réaliser les études d'avant-projet et de projet sur les différents ouvrages présents dans le secteur, une convention ayant été signée au préalable avec les propriétaires pour pouvoir accéder aux différentes parties de l'ouvrage (seules les études d'avant-projet ont été réalisées pendant ce stage ainsi que les phases préliminaires).

Les ouvrages en question ont des problématiques assez différentes, il y a **5 ouvrages principaux** pour lesquels la continuité doit être rétablie (référencés d'aval en amont Couze Chambon 1bis, 2, 3, 4 et 5). Dans la partie la plus aval, une problématique due à la séparation de la rivière en deux bras (le bras naturel qui est le bras principal et un second bras appelé bief de Coudes et passant à proximité de la commune) est incluse à l'étude. A cet endroit il n'existe aucun ouvrage mais il est envisagé d'en construire un et qui respecterait la réglementation en vigueur.

Sur le terrain de nombreux relevés ont été effectués, notamment les caractéristiques physiques de l'ouvrage, les différentes cotes altimétriques de l'obstacle et du lit de la rivière en amont comme en aval ainsi que les différents enjeux pouvant être présents à proximité. Ces données sont ensuite analysées au bureau et interprétées ceci permettant une aide à la décision quant au choix de scénarios de restauration à proposer au maître d'ouvrage ainsi qu'aux propriétaires. Les propriétaires sont un maximum concertés afin de recueillir leurs attentes vis-à-vis du devenir de leur ouvrage ce qui peut faciliter le choix d'un scénario.

Les relevés de terrain, les attentes des propriétaires ainsi que de nombreux autres paramètres sont ensuite intégrés dans une **analyse multicritères** qui peut servir d'aide à la décision. Elle permet de faire les choix de scénarios les plus judicieux. Globalement 4 scénarios sont proposés afin de restaurer la continuité écologique. Il s'agit du **dérasement** complet de l'ouvrage (effacement), de l'**arasement** partiel, de la **gestion de vannes** et de l'**aménagement** d'un dispositif de franchissement de l'ouvrage (passe à poisson, rivière de contournement). Les critères pris en compte pour évaluer le scénario le plus judicieux sont :

- le gain potentiel sur la continuité écologique avec l'application de ce scénario. Ce critère est subdivisé en deux avec :
 - o le gain sur la continuité piscicole
 - o le gain sur la continuité sédimentaire
- le gain hydromorphologique est aussi pris en compte. Ce critère est lui aussi divisé en deux sous critères que sont :
 - o la restauration du cours d'eau originel
 - o le risque d'érosion du lit
- l'incidence hydraulique
- l'incidence écologique
- l'incidence sur les usages.

Pour l'ouvrage référencé **Couze Chambon 1bis**, il s'agit d'un seuil d'irrigation en enrochement bétonné d'un mètre de haut, 15 mètres de long, 12 mètres de large et disposant d'une prise d'eau en rive gauche non fonctionnelle. Ce seuil est aujourd'hui à l'abandon et l'ASA de la Ribeyre qui est propriétaire de l'ouvrage n'existe plus. Cet ouvrage a dans un premier temps été oublié lors d'un premier recensement, il n'a pas non plus été classé comme ouvrage prioritaire grenelle et le maître d'ouvrage l'a donc rajouté à l'étude (explication du 1 bis). L'ouvrage Couze Chambon 1 ayant déjà été

dérasé, il ne fait pas partie de cette étude. L'analyse multicritères réalisée pour l'ouvrage 1bis confirme que la solution la plus avantageuse pour le milieu est le dérasement de l'ouvrage, de plus comme celui-ci n'a plus d'usage et se situe dans une zone sans enjeu, ce scénario peut et doit être développé en priorité. Cependant l'absence de propriétaire clairement identifié pose un problème pour la communauté de communes. Deux scénarios de dérasement ont donc été envisagés avec :

- un scénario complet comprenant une mise hors d'eau pendant les travaux et une revégétalisation des berges.
- Un deuxième scénario plus rustique a été proposé en laissant notamment les berges en l'état après travaux et en ne proposant qu'un simple suivi post travaux.

Ce dernier scénario moins couteux pourrait permettre au maître d'ouvrage de prendre en charge le coût des travaux restant c'est à dire environ 20% du coût total car dans le cas d'un dérasement l'agence de l'eau finance à hauteur de 50% ce type de travaux et le fond européen FEDER peut lui intervenir à hauteur de 30%.

Le deuxième ouvrage référencé **Couze Chambon 2** est lui aussi un seuil d'irrigation en enrochement de 1.1 mètre de haut, 35 mètres de long et 4 à 8 mètres de large disposant d'une prise d'eau encore fonctionnelle en rive droite. L'analyse multicritères dirige le choix vers le dérasement complet de l'ouvrage, de plus le propriétaire renonce à son droit d'usage et a émis le souhait de déraser ce seuil. La zone étant sans enjeu ni risque, le scénario du dérasement est donc privilégié. Plusieurs chiffrages ont été proposés notamment à cause de la présence d'un mur en rive droite qui peut être consolidé ou détruit en fonction du souhait du propriétaire.

Le troisième ouvrage référencé **Couze Chambon 3** est un seuil de moulin (le moulin Roussel) en enrochement de 2 mètres de haut, 35 mètres de long et 8 mètres de large. Un bief d'alimentation du moulin est présent avec à l'entrée de ce bief deux vannes fonctionnelles. Les propriétaires de ce moulin et donc du seuil souhaitent conserver leur droit d'eau et en faire usage. Ils développent actuellement un projet de microcentrale (dossier d'autorisation en cours) sur le site. De plus la présence de nombreux enjeux en amont (conduite d'eaux usées dans le lit, présence d'un pont routier et de nombreuses habitations à proximité des berges) rend le dérasement ou l'arasement de l'ouvrage très compliqué. L'absence de vanne de décharge ne permet pas non plus d'envisager le scénario gestion de vanne. C'est donc le scénario de l'aménagement du seuil par un dispositif de franchissement de type passe à poisson qui est développé. Une passe de type rustique à macrorugosités a été choisie. La présence d'un terrain naturel, à proximité du seuil en rive droite et appartenant aux propriétaires du moulin, permet d'envisager ce type de passe. Les esquisses (réalisées sur Autocad par Guillaume Reix : tuteur de stage) ont nécessité d'effectuer des relevés topographiques précis au niveau de l'ouvrage et de ces alentours afin de caler au mieux la passe. Une note de calcul permet d'estimer les débits.

Le quatrième ouvrage référencé **Couze Chambon 4** est un seuil de moulin (le moulin du Pont) en enrochement avec fondations en rochers naturels et surmonté d'une murette maçonnée de 0.5 mètre

de haut. La hauteur totale de l'ouvrage est de 2.5 mètres, la longueur est de 35 mètres et la largeur est de 20 mètres. Un bief d'alimentation du moulin est présent avec à l'entrée de ce bief un jeu de quatre vannes qui ne sont plus manœuvrables (en ruines). Le propriétaire n'utilise pas la force hydraulique et n'a pas de préférence quant au devenir de son ouvrage. Il souhaite simplement avoir un cout le plus faible possible pour le rétablissement de la continuité. L'analyse multicritères révèle que la solution la plus avantageuse pour le milieu est le dérasement complet de l'ouvrage. Le développement de ce scénario a nécessité d'effectuer un calcul de l'érosion régressive potentielle qu'engendrerait la suppression de cet ouvrage car le radier du pont des Croix Basses (ouvrage n°5 de l'étude) se situe seulement quelques mètres à l'amont. Un profil en long de la rivière entre l'aval de l'ouvrage n°3 et l'amont de l'ouvrage n°5 a été réalisé pour tenter de déterminer la pente naturelle du cours d'eau dans ce secteur. Cependant la présence d'un seuil naturel composant la partie basse de l'ouvrage n'est pas encore confirmée (absence de donnée géologique sur le secteur), différents scénarios d'aménagement du seuil ont donc été étudiés.

Trois esquisses de passes à poisson différentes ont été réalisées (par Guillaume Reix). Il s'agit :

- d'une passe en génie civile implantée le long de la rive gauche,
- une passe rustique à macrorugosités implantée le long de la rive gauche et remontant assez largement dans la retenue engendrée par l'ouvrage,
- une passe rustique à macrorugosités implantée au niveau du terrain naturel situé en rive droite (avec une prise d'eau à hauteur des vannes existante et une entrée pour la remontée du poisson située au pied de l'ouvrage).

Le cinquième ouvrage référencé **Couze Chambon 5** est un radier de pont (le radier du pont des Croix Basses) en enrochement de 0.9 mètre de hauteur, 20 mètres de long et 1 mètre de large. Cet ouvrage n'est pas classé ouvrage prioritaire grenelle et est d'ailleurs considéré comme franchissable. Cependant si le choix d'un dérasement du seuil du moulin du Pont est décidé, le lit de la rivière en amont va subir un phénomène d'érosion régressive qui atteindra ce radier. Pour le moment aucun scénario n'a été proposé pour cet ouvrage dans l'attente d'une décision pour l'ouvrage précédent (Couze Chambon4). L'ouvrage peut être laissé en l'état (bien que certainement un peu sélectif) en cas d'aménagement d'une passe à poisson au niveau du seuil du moulin du Pont. Dans le cas d'un dérasement il peut être utile d'aménager la chute pour éviter d'accroître celle-ci. Une brèche associée à une protection des fondations par enrochement jointif est envisagée.

Dans la partie la plus aval, aucun scénario n'est encore établi pour le **bief de Coudes**, la construction d'un ouvrage transversal garantissant une alimentation constante du bief et empêchant le comblement de l'entrée de celui-ci paraît très difficilement réalisable techniquement et difficilement envisageable vis-à-vis de la réglementation en vigueur sur ce cours d'eau récemment classé cours d'eau de type 1. En effet aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils font obstacle à la continuité écologique.

Pour cette problématique l'étude est donc actuellement « au point mort ».

La réunion de présentation de tous ces scénarios a eu lieu en présence du maître d'ouvrage, des partenaires techniques et financiers ainsi que des propriétaires des ouvrages. Lors de cette réunion les scénarios envisagés ont été validés et le choix est laissé au maître d'ouvrage et aux propriétaires de choisir la solution qu'il souhaite voir développée au stade de projet dans les mois qui viennent.

Les travaux vont probablement être engagés dès la fin de l'année prochaine. Prochainement les espèces migratrices venant de l'Allier vont pouvoir disposer d'environ 7 km de cours d'eau supplémentaires et possédant les caractéristiques nécessaires à leur frai et donc à leur reproduction.

En plus du travail produit pour cette étude, le même schéma a pu être reproduit durant mon stage pour des études similaires sur le Ciron (33) et la Vienne amont (87). La phase de terrain, les entretiens avec les propriétaires, la réalisation de tableaux pour l'analyse multicritères et la recherche des meilleurs scénarios possibles pour restaurer la continuité ont aussi été effectués pour ces études.

Sommaire

1. Introduction.....	3
1.1. Contexte	3
1.2. Objectifs du stage	3
1.3. Annonce du plan.....	3
2. Présentations	4
2.1. Le bureau d'étude.....	4
2.2. Contexte et objectif de l'étude	4
2.3. Situation en Europe	5
2.4. Matériel et méthodes	5
2.5. Le site d'étude	6
2.5.1. Le bassin versant.....	6
2.5.2. Le site d'étude	9
2.6. Zonages particuliers et contexte réglementaire du site d'étude	12
2.7. Financements possibles	16
2.8. Situation DCE de la masse d'eau	16
2.9. Espèces cibles de la masse d'eau	17
3. La phase de terrain	18
3.1. Les limites naturelles du site d'étude	18
3.2. Le bief de Coudes (problématique particulière)	19
3.3. Le pont de la RD 229 (ouvrage annexe)	19
3.4. Couze Chambon 1bis (ouvrage principal)	20
3.5. Couze Chambon 2 (ouvrage principal).....	22
3.6. Couze Chambon 3 (ouvrage principal).....	24
3.7. Pont de la RD 3 (ouvrage annexe)	26
3.8. Couze Chambon 4 (ouvrage principal).....	27
3.9. Couze Chambon 5 (ouvrage principal).....	30
3.10. Couze Chambon 6 (ouvrage annexe)	31
3.11. Couze Chambon 7 (ouvrage annexe)	32

4. Etude des scénarios.....	33
4.1. Couze Chambon 1bis	34
4.1.1. Scénario prévu et accessibilité du site	34
4.1.2. Travaux envisagés.....	34
4.1.3. Chiffrage	34
4.2. Couze Chambon 2.....	35
4.2.1. Scénario prévu et accessibilité du site	35
4.2.2. Travaux envisagés.....	35
4.2.3. Chiffrage	35
4.3. Couze Chambon 3.....	35
4.3.1. Scénario prévu et accessibilité du site	35
4.3.2. Choix du type de passe et implantation.....	36
4.3.3. Détermination du débit réservé	37
4.3.4. Travaux envisagés.....	37
4.3.5. Chiffrage	40
4.4. Couze Chambon 4.....	40
4.4.1. Scénarios prévus	40
4.4.2. Scénario dérasement de l'ouvrage.....	40
4.4.3. Scénario aménagement d'une passe à poisson	44
4.5. Couze Chambon 5.....	48
5. Conclusion.....	49

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) du 23/10/2000 introduit dans son annexe V la notion de continuité écologique comme un élément de qualité pour la classification de l'état écologique des cours d'eau. Cette continuité se définit par la libre circulation des espèces biologiques et par le bon déroulement du transport sédimentaire. Afin de se conformer à cette directive, les gestionnaires ont plusieurs options qui s'offrent à eux.

L'antenne de Limoges du bureau d'étude Egis Eau, où est réalisé ce stage, se propose d'aider les gestionnaires en réalisant différentes études de la phase avant-projet jusqu'à la maîtrise d'œuvre pour rétablir la continuité écologique sur les cours d'eau d'un territoire donné.

1.2. OBJECTIFS DU STAGE

C'est dans ce contexte que la communauté de commune Couze Val d'Allier souhaitant rétablir la continuité écologique sur la partie aval de la Couze Chambon a lancé un appel d'offre pour les études d'avant-projet et projet pour 6 ouvrages. C'est le bureau d'étude Egis Eau qui a été retenue pour réaliser cette étude. Durant les 6 mois de stage, seule la phase d'avant-projet a été effectuée. Mon rôle étant de réaliser un état des lieux du site, un diagnostic de la continuité et de l'état des ouvrages et enfin de proposer différents scénarios de restauration de la continuité écologique.

Lors de ce stage des études similaires ont été menées sur le Ciron et sur la Vienne amont où la même démarche a été appliquée. De même que sur la Veyre, rivière située à proximité de la Couze Chambon, l'étude d'un ouvrage ponctuel a été réalisée et a même valu un article dans le journal local (La Montagne le 13/08/2012) pour cette étude je n'ai réalisé qu'une partie de la phase de terrain. Hormis les études traitant de la continuité écologique j'ai pu également participer à l'étude de diagnostic de l'état des digues du Bas Médoc ainsi qu'à des projets de restauration de rivière au niveau de l'agglomération de Limoges.

1.3. ANNONCE DU PLAN

Ce rapport consiste à présenter dans un premier temps les principales caractéristiques du site d'étude et une localisation des ouvrages transversaux. Une description précise de ces ouvrages est ensuite présentée avant de détailler la réflexion faite pour le choix des différents scénarios de restauration. Pour terminer, la description des différents scénarios choisis par analyse multicritères et concertation des propriétaires et du maître d'ouvrage est alors exposée avant de conclure ce rapport.

2. PRESENTATIONS

2.1. LE BUREAU D'ETUDE

Le bureau d'étude Egis Eau fait partie intégrante d'Egis, groupe d'ingénierie international d'environ 10000 collaborateurs répartis dans le monde. En plus d'Egis Eau le groupe comporte de nombreuses autres filiales dont les principales sont Egis France, Egis route, Egis SA...

Egis Eau, c'est plus de 800 collaborateurs dont 400 ingénieurs réalisant à la fois des études générales, de la maîtrise d'œuvre ainsi que de l'assistance à maîtrise d'ouvrage.

Le siège social du bureau d'étude Egis Eau se situe à Montpellier avec de nombreuses implantations régionales. L'agence située à Limoges est d'ailleurs une antenne de la délégation Auvergne Limousin basée à Clermont Ferrand. Cette antenne est composée de trois membres avec un directeur d'agence, un chef de projet (maitre de stage) et un chargé de missions.

2.2. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

Le rétablissement de la continuité écologique est devenu aujourd'hui une priorité pour permettre l'atteinte du bon état global des masses d'eau d'ici 2015. La continuité écologique permet la libre circulation des espèces et des sédiments dans le cours d'eau. Elle contribue au bon fonctionnement du milieu aquatique et à l'accomplissement du cycle biologique des espèces (ONEMA, 2010).

Les ouvrages hydrauliques transversaux, obstacles anthropiques empêchant le bon écoulement des eaux, le transport sédimentaire et la libre circulation piscicole, sont une des causes principales dans la rupture de cette continuité écologique. La majorité des ouvrages transversaux bloque en effet la plus grande partie de la charge alluviale grossière (Malavoi, 2003 ; Malavoi & Salgues, 2011) en amont de l'obstacle. Cet impact négatif perdure jusqu'à ce que le seuil soit complètement comblé et transparent vis-à-vis du transit sédimentaire. La vitesse du transport solide reste cependant ralentie car la pente hydraulique en amont est généralement inférieure à la pente naturelle du cours d'eau (Malavoi, 2003). Les ouvrages transversaux représentent également une barrière à la migration piscicole. Cet effet d'obstacle est plus ou moins marqué selon les caractéristiques de l'ouvrage (hauteur et physionomie de la chute, fosse d'appel, rugosité de l'ouvrage, turbulences, etc.), selon son emplacement sur le réseau hydrographique et selon l'effet cumulé de leur succession (Huger, 2010). L'impossibilité d'accéder aux zones de reproduction et de croissance est une cause du déclin des grands migrateurs qui ont disparu de la majeure partie des bassins français au cours du XIXème siècle (Malavoi & Salgues, 2011). De même, l'impact n'est pas négligeable sur le cycle biologique des espèces holobiotiques comme la truite fario qui obéissent à des schémas voisins sur une plus faible amplitude spatiale (Souchon & Nicolas, 2011). Les obstacles transversaux l'empêchent en effet d'accéder à ses zones de fraie préférentielles situées sur le petit chevelu amont.

Ces ouvrages peuvent par conséquent entraîner la non-atteinte des objectifs fixés par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (D.C.E.).

2.3. SITUATION EN EUROPE

Aujourd'hui presque tous les pays de l'UE (sauf la Belgique, la Grèce, le Portugal et l'Espagne) disposent d'un plan de gestion par grands bassins hydrographiques. Par exemple en Allemagne le plan d'action du bassin de l'Elbe a évalué que 91% de la longueur de la rivière n'atteint pas le bon état écologique à cause des conditions hydromorphologiques. La restauration de ces conditions hydromorphologiques est identifiée comme prioritaire dans le programme d'actions pour l'obtention du bon état écologique. Certains Länder (états fédéraux) ayant quant à eux établi d'autres priorités pour la restauration de la continuité écologique au niveau régional. (Scheuer S., Joeri N. 2010).

En revanche pour la Belgique, dans la région Flamande, un milieu aquatique ou cours d'eau est désigné comme « Milieu aquatique fortement modifié » (Heavily Modified Water Bodie) si plus de 10% de la plaine d'inondation est occupée par des infrastructures ou habitations. Cette méthode assez grossière (basée uniquement sur un système d'information géographique) semble supposer que, tout d'abord, la masse d'eau ne peut pas atteindre le bon état écologique, et d'autre part, que le rétablissement des conditions hydromorphologiques à un bon état serait énormément coûteux. Cette approche a été fortement critiquée (Scheuer S., Joeri N. 2010).

2.4. MATERIEL ET METHODES

Cette étude a pour but de prendre en compte tous les ouvrages transversaux potentiellement impactant sur le milieu aquatique au niveau du territoire de la communauté de commune Couze Val d'Allier et d'assurer la continuité écologique sur l'ensemble du linéaire étudié. Dans son cahier des charges, le maître d'ouvrage demande une analyse détaillée de 6 ouvrages à prendre obligatoirement en compte et dont plusieurs scénarios de restauration de la continuité doivent être effectués. Dans cette étude est aussi inclus 5 ouvrages annexes à prendre en compte. Le but étant de vérifier si les scénarios prévus ont un impact ou non sur ces ouvrages (radier de pont, seuil franchissable) ou de confirmer que la continuité est bien respectée sur certains ouvrages où il existe des doutes (petit seuil de moulin, seuil d'irrigation échancré).

Au préalable il est nécessaire de connaître les caractéristiques du bassin versant dans son ensemble, puis de la zone d'étude plus particulièrement. Quelques données concernant les ouvrages ainsi que quelques relevés topographiques ont été mis à disposition du bureau d'étude par la communauté de communes. Ces données doivent être vérifiées et complétées. Un maximum de données doit être collecté pour analyser le contexte dans lequel se situe le cours d'eau concerné par l'étude. Il s'agit de connaître les caractéristiques du bassin versant à savoir sa géographie, ses dimensions, sa géologie, les débits caractéristiques,...

Sur le terrain l'ensemble du linéaire compris dans l'étude (7200 mètres) est prospecté et par conséquent une inspection de chaque site ainsi que ses alentours est effectuée. Tout d'abord il faut vérifier pour chaque ouvrage s'il y a bien obstacle à la continuité piscicole et/ou sédimentaire avec une

mesure de la hauteur de chute occasionnée, les dimensions de l'ouvrage, les vitesses d'écoulements au droit de l'ouvrage, la nature des matériaux qui le composent...

Si l'ouvrage ne fait pas obstacle à la continuité écologique (ouvrage transparent), il est nécessaire de vérifier que celui-ci ne deviendra pas dans l'avenir un obstacle (étude du risque d'érosion au niveau du site par exemple). Si l'ouvrage pose réellement problème il faut au préalable déterminer les enjeux présents sur et autour de l'ouvrage. Un entretien avec le propriétaire est aussi préférable pour connaître ses différentes attentes vis-à-vis de son ouvrage. Ceci a pour but de ne pas envisager et développer une solution de restauration qui ne serait pas en accord avec les conditions du site.

A ce stade, une analyse multicritères prenant en compte un maximum de scénarios est réalisée afin de mieux percevoir les solutions les plus compatibles avec les exigences de continuité, les usages de l'ouvrage et les attentes des propriétaires. Pour cette étude les différents scénarios pris en compte dans l'analyse multicritères sont la gestion de vannes, l'aménagement de l'ouvrage par un dispositif de passe à poisson, l'arasement partiel de l'ouvrage et le dérasement intégral de l'ouvrage.

Pour ces ouvrages, un ou plusieurs scénarios sont détaillés avec la réalisation d'esquisses permettant de mieux visualiser et appréhender la ou les solutions envisagées pour restaurer la continuité écologique (stade avant-projet).

2.5. LE SITE D'ETUDE

Tous les ouvrages concernés par l'étude se situent dans la partie aval du cours d'eau. Cependant afin de bien connaître le contexte dans lequel se situent ces ouvrages il est important de prendre en compte le bassin versant dans sa globalité et dans quel contexte géographique et géologique il s'insère.

2.5.1. LE BASSIN VERSANT

La Couze Chambon fait partie du bassin versant de la Loire (figure 1). C'est en effet un affluent rive gauche de l'Allier qui s'écoule dans le département du Puy de Dôme (63). La confluence avec l'Allier se situe au niveau de la commune de Coudes située entre Clermont Ferrand et Issoire. Cette rivière fait 40 km de long (longueur du plus long talweg) et totalise plus de 300 km de cours d'eau. Les écoulements s'effectuent globalement de l'Ouest vers l'Est. Son bassin versant est relativement étiré puisqu'il ne dépasse jamais les 10 km de large (voir figure 2).

C'est une rivière de type montagnarde avec de nombreuses sources situées sur les versants Est des plus hauts sommets du Massif des Monts Dore (Puy de Sancy, Puy Ferrand, Croix Morand, Puy de Surains...). Ces sources situées parfois à plus de 1700 mètres d'altitude se rejoignent pour former des torrents appelés Couzes (langue d'Oc). Au pied du Puy Ferrand se forme ainsi la Couze de Chaudefour, même principe pour la Couze Surains. Ces deux torrents confluent au niveau de la commune de Chambon sur Lac en amont du lac Chambon et forme alors la rivière Couze Chambon.



Figure 1 : carte du réseau hydrographie du bassin Loire Bretagne (source : Agence de l'eau Loire Bretagne)

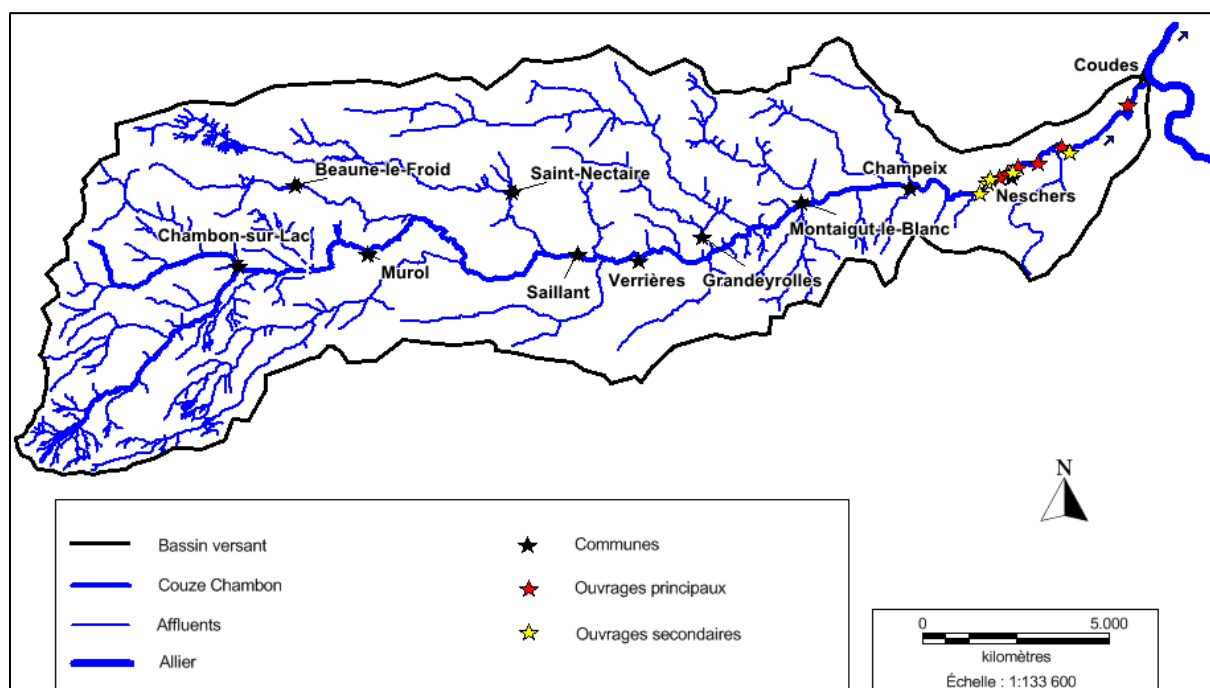


Figure 2 : carte SIG du bassin versant de la Couze Chambon (source : PA Gombault)

Tout au long de son parcours la rivière est très encaissée et s'écoule avec une pente moyenne supérieure à 1%. Ensuite à partir de la commune de Neschers la pente diminue et la vallée s'élargit. Le cours d'eau dispose alors d'une plaine d'inondation de quelques centaines de mètres de large et d'une pente d'environ 0.8%.

Sur cette rivière trois stations hydrométriques sont présentes dont celle la plus en aval située entre Montaigut et Champeix sert aussi de station de mesure pour le site Vigicrue. Le module pour cette station est estimé à 2.6 m³/s et l'étiage, grâce aux apports des sources, est relativement soutenu (figure 3 et 4).

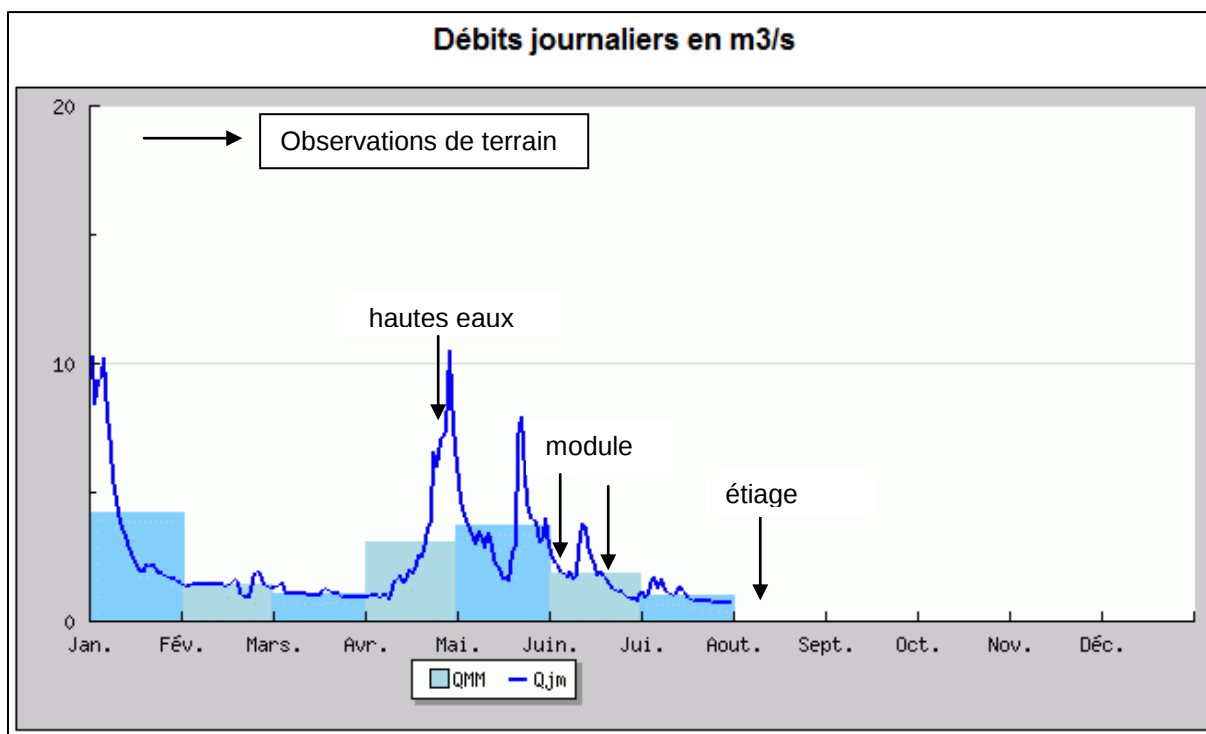


Figure 3 : débit de la Couze Chambon mesuré en 2012 à la station de Champeix (source : banque hydro)

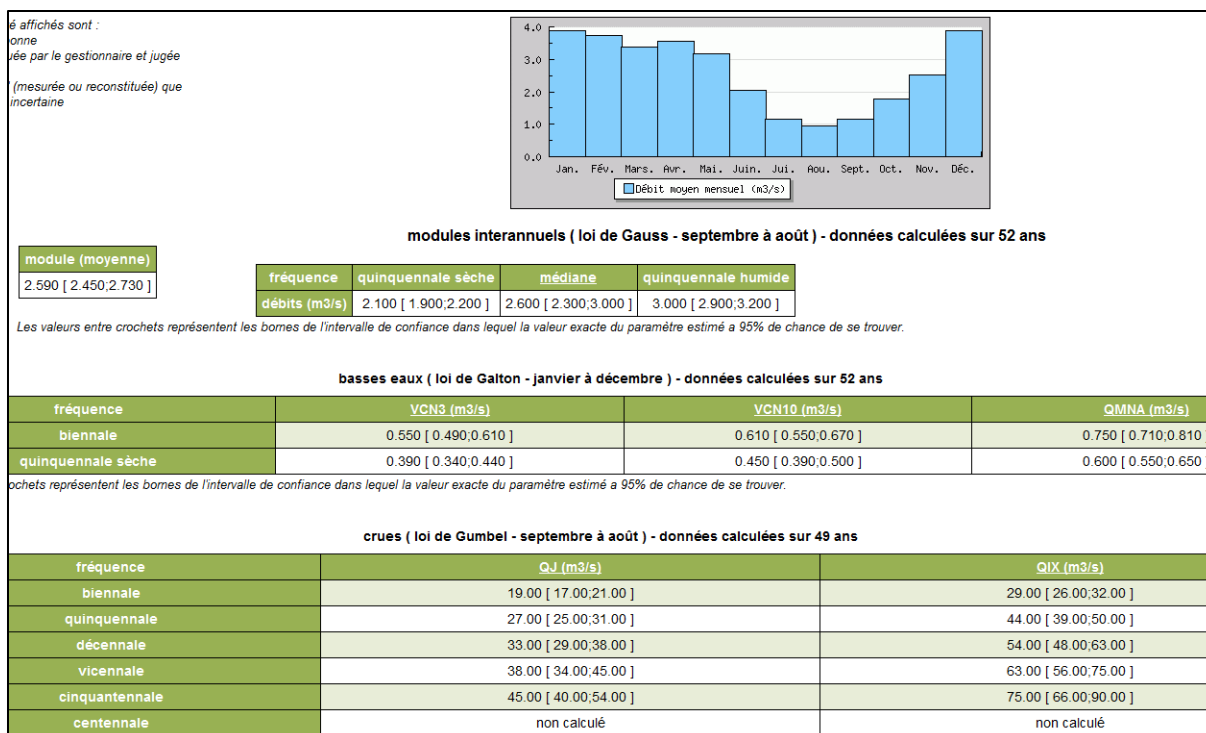


Figure 4 : données caractéristiques de la Couze Chambon à la station de Champeix (source : banque hydro)

Plusieurs déplacements sur le terrain ont été effectués. Le premier, le 26/04/2012, a permis d'observer les ouvrages en période de hautes eaux (débit de $7 \text{ m}^3/\text{s}$ à la station de Champeix), d'observer l'état des berges et de la ripisylve et de rencontrer les propriétaires. Les déplacements suivants le 6 et le 18 juin ont permis d'effectuer des relevés topographiques au niveau des ouvrages principaux (hors bief de Coudes). Les débits étaient alors légèrement inférieurs au module soit $2 \text{ m}^3/\text{s}$. La nature des ouvrages et leurs caractéristiques ont aussi été relevées ces jours-là. Enfin le 09/08/2012 une dernière visite de terrain a permis d'observer les ouvrages à l'étiage (débit inférieur à $1 \text{ m}^3/\text{s}$). Des relevés topographiques ont aussi été réalisés au niveau du bief de Coudes.

2.5.2. LE SITE D'ETUDE

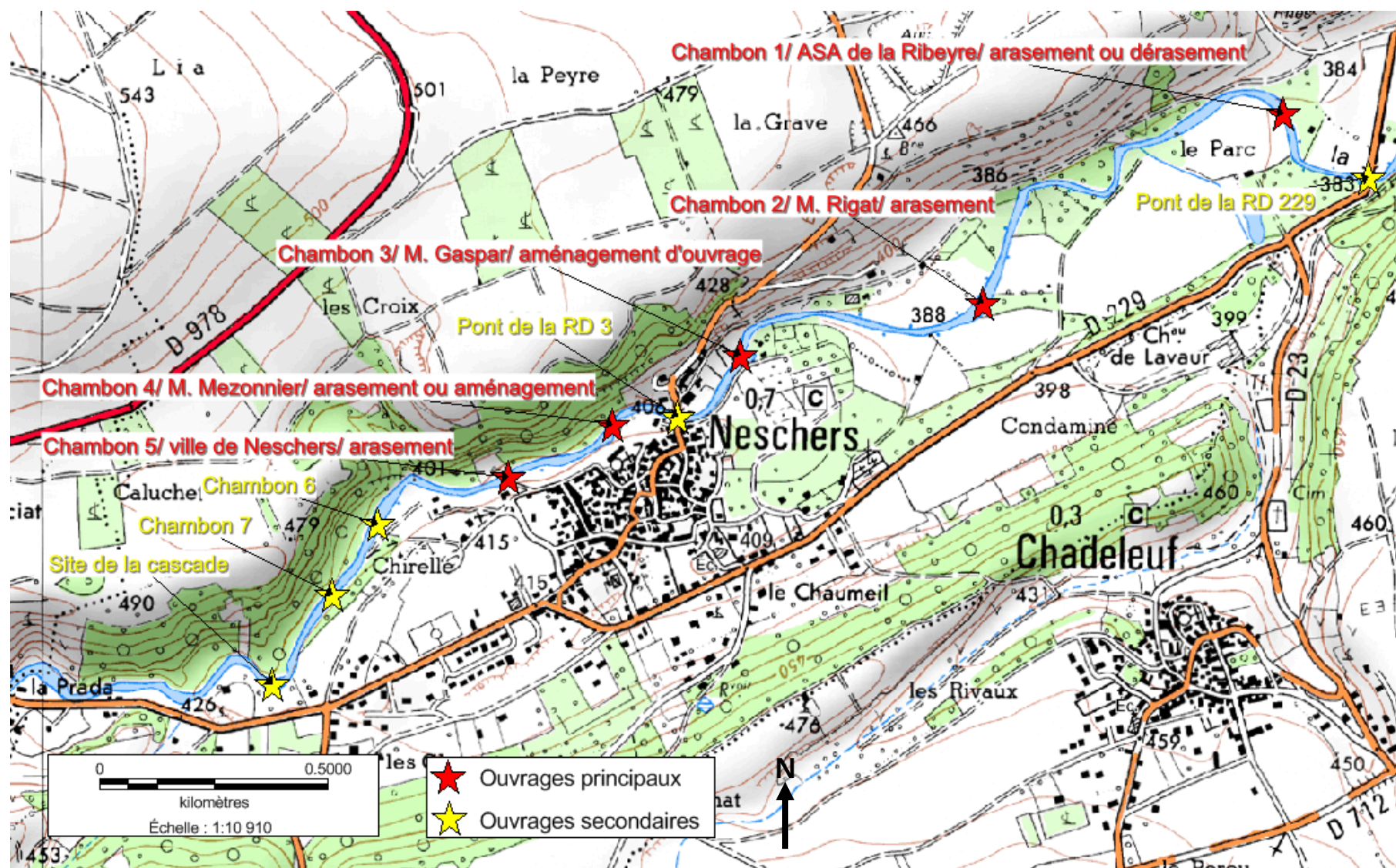
Le site d'étude constitue la partie aval de la Couze Chambon. Il s'étend du secteur des cascades du lieu-dit Clermonté ou la Prada (commune de Neschers) jusqu'à la confluence avec l'Allier (commune de Coudes).

Sur ce linéaire, 6 ouvrages sont à étudier (figure 5 et 6) :

- Ancien seuil d'alimentation du **bief de Coudes**,
- **Couze Chambon 1bis** : seuil de l'Asa de la Ribeyre,
- **Couze Chambon 2** : seuil de Lavaur,
- **Couze Chambon 3** : seuil du moulin Roussel,
- **Couze Chambon 4** : seuil du moulin du Pont,
- **Couze Chambon 5** : pont des Croix Basses.

5 autres ouvrages doivent être pris en compte dans l'étude (figure 5 et 6) :

- Pont de la RD 229,
- Pont de la RD 3,
- Couze Chambon 6 : seuil du lieu-dit Boursouva,
- Couze Chambon 7 : prise d'eau irrigation,
- Site de la cascade.



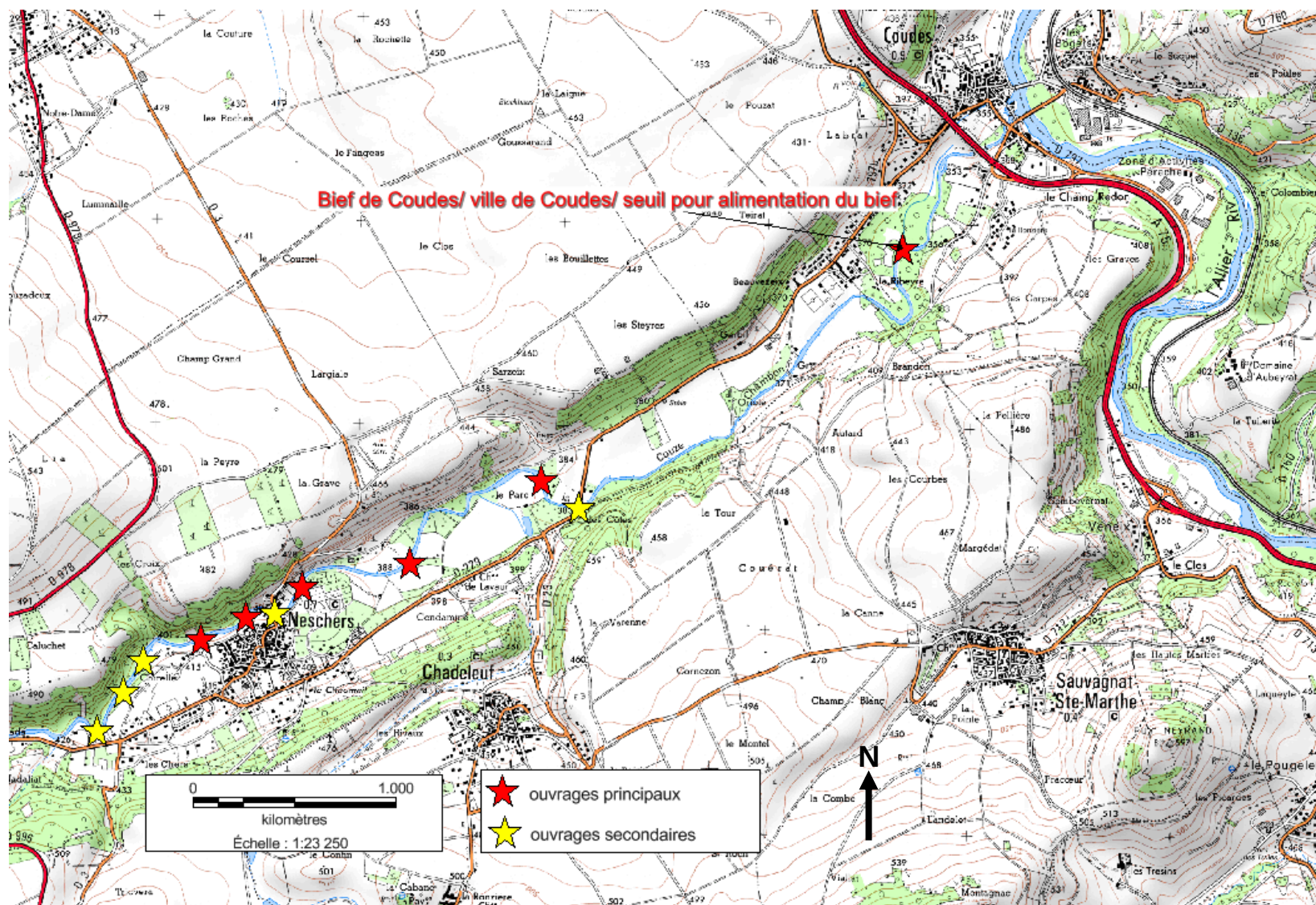


Figure 6 : carte avec vue globale des ouvrages sur l'ensemble du site d'étude

2.6. ZONAGES PARTICULIERS ET CONTEXTE REGLEMENTAIRE DU SITE D'ETUDE

Préalablement à la phase de terrain des recherches ont été effectuées sur les différents zonages et réglementations pouvant exister au niveau du site d'étude.

Sur les deux communes concernées par l'étude (Coudes et Neschers) un Plan de Prévention des Risques (PPR) est présent. Il s'agit du PPR d'inondation du bassin de la Couze Chambon qui a été approuvé en 2008 et vaut servitude d'utilité publique. Ce document interdit notamment tout type de construction situé en zone inondable et pouvant entraver l'écoulement des eaux en cas de crue.

Les deux communes sont aussi pourvues d'un Plan Local d'Urbanisme (PLU) auquel le PPRI est annexé.

Au niveau du site d'étude, différents espaces naturels faisant l'objet d'arrêtés ou de classements pour la protection de la faune, de la flore et de leurs habitats associés sont aussi présents.

Ont ainsi été identifiés sur le secteur d'étude des Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Floristique et Faunistique (ZNIEFF):

- **2 ZNIEFF de type 1** : Champeix nord et Coteaux de Neschers (figure 7)

La ZNIEFF 1 coteaux de Neschers étant constituée des coteaux rive gauche de la Couze Chambon.

La ZNIEFF 1 Champeix nord étant plus éloigné, au nord des coteaux de cette même rive gauche.

Sur la figure 7, la ZNIEFF coteaux de Neschers est comprise dans l'aire matérialisée par le trait vert.

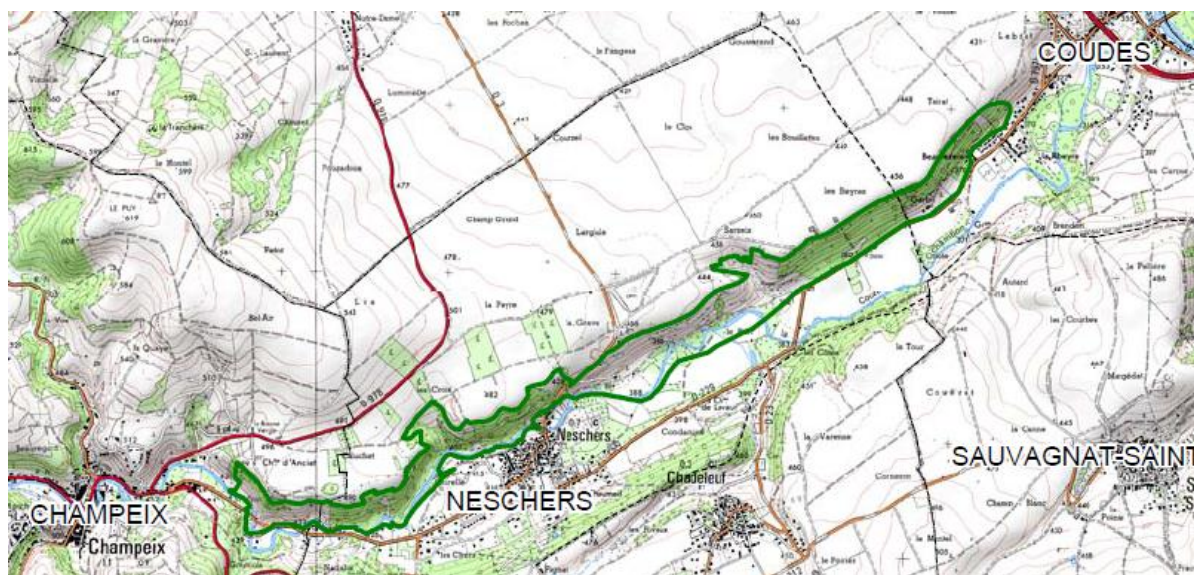


Figure 7 : ZNIEFF de type 1 coteaux de Neschers présente au niveau du secteur d'étude (source : DREAL Auvergne)

- **Une ZNIEFF de type 2** recouvrant l'intégralité de la zone d'étude : Coteaux de Limagne Occidentale.
- **Un site Natura 2000** inscrit au titre de la directive habitat (92 ha) : Vallées et Coteaux xérothermiques des Couzes et Limagne (figure 8 et 9).

Ce dernier correspond au coteau situé en rive gauche de la rivière et allant de la commune de Neschers jusqu'à la commune de Coudes. Certains tronçons de la rivière sont inclus dans ce site notamment lorsqu'elle s'approche du coteau.

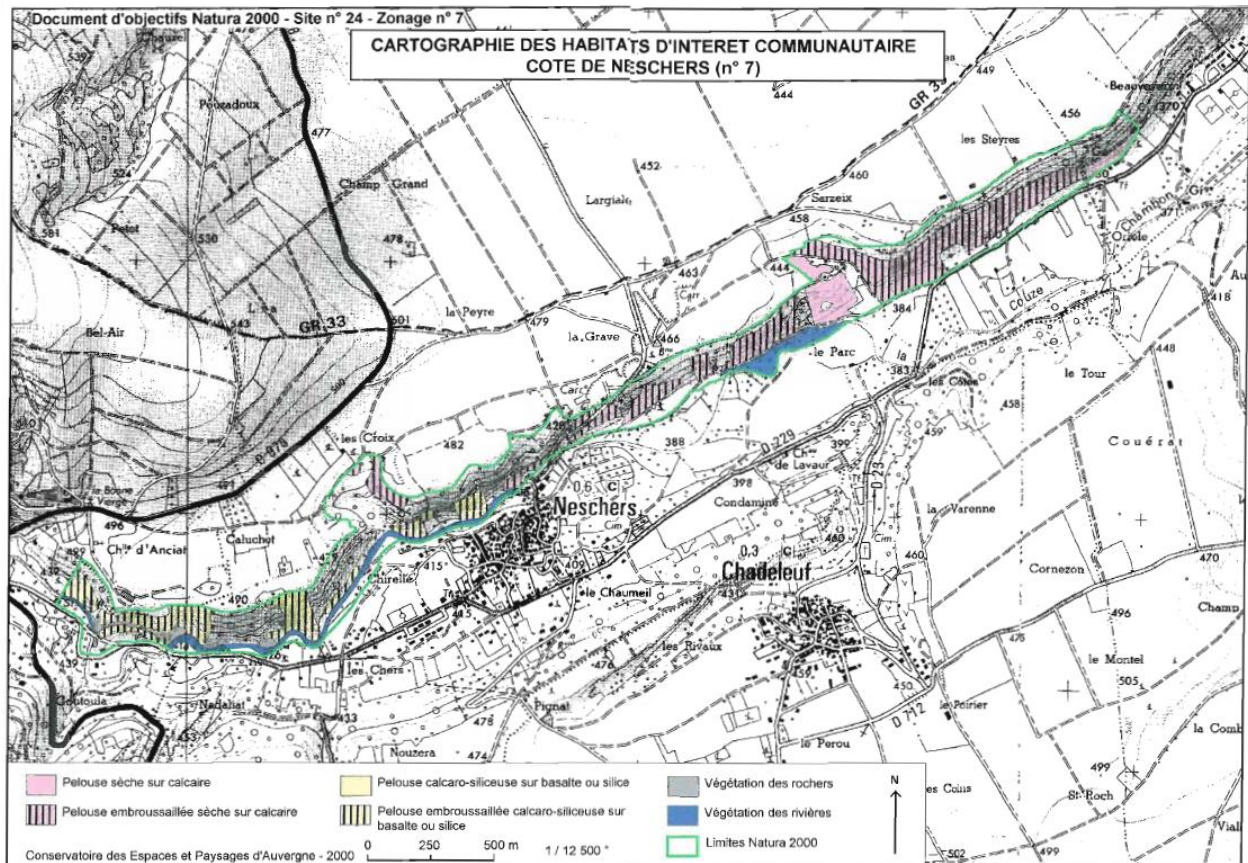


Figure 8 : cartographie des habitats d'intérêt communautaire (source: DREAL Auvergne)

On remarque la présence sur le site de 3 habitats naturels inscrits à l'annexe 1 de la directive habitat :

- L'habitat « pelouses sèches »,
- L'habitat « rochers »,
- **L'habitat « rivière ».**

Seul ce dernier est à prendre en compte pour l'étude et va concerner les ouvrages Couze Chambon 4, 5 et 6 (habitat rivière en bleu foncé sur la carte).

Les objectifs spécifiques de conservation et de gestion de cet habitat sont :

- Maintenir voire améliorer la qualité de l'eau,
- **Réaménager les ouvrages hydrauliques infranchissables,**

- Proscrire tout déversement de poissons non conforme aux préconisations du PDPG (Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles)
- Opérer une gestion raisonnée des berges avec maintien d'un corridor boisé naturel,
- Réhabiliter les berges endommagées, ...

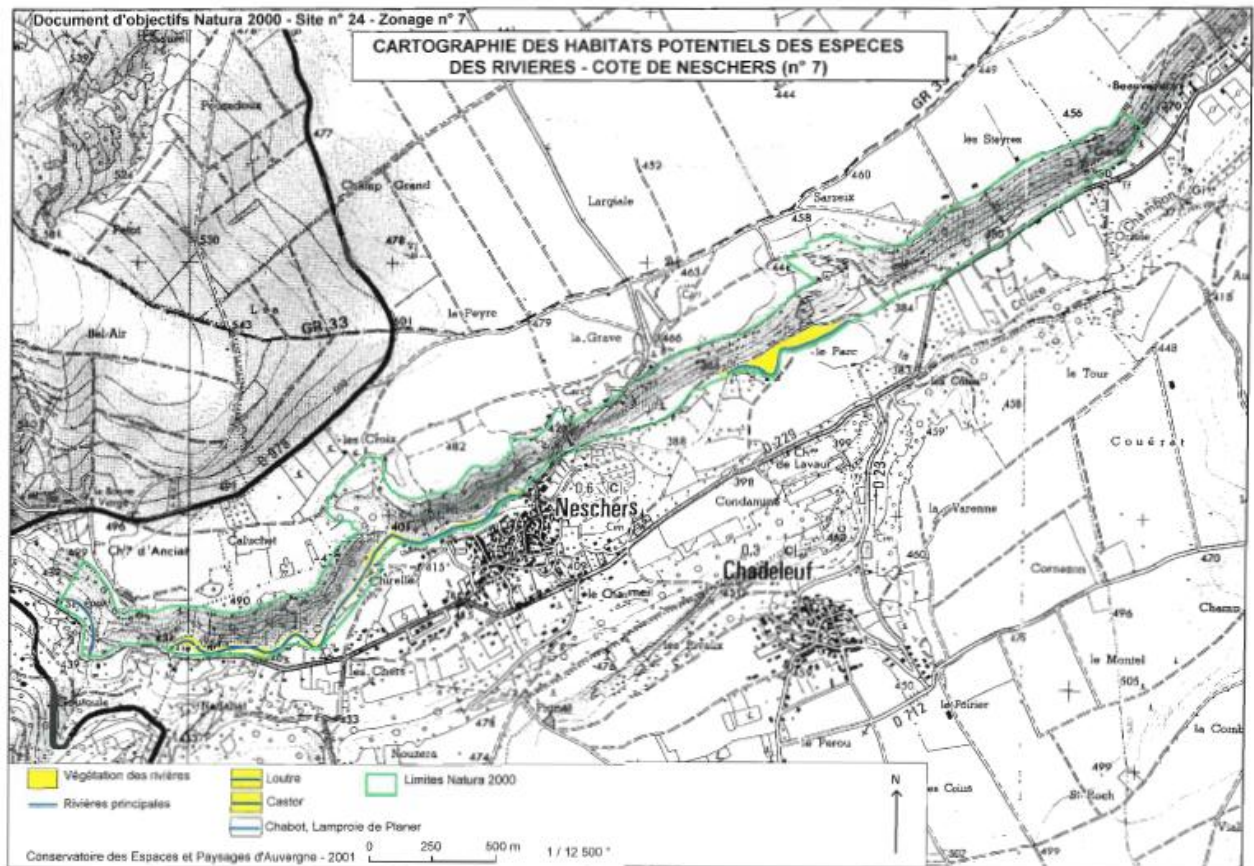


Figure 9 : cartographie des habitats potentiels des espèces des rivières (source : DREAL Auvergne)

Présence également sur le site d'espèces animales classées à l'annexe 2 de la directive habitat :

- La loutre (*Lutra lutra*)
- Le castor (*Castor fiber*)
- Le chabot (*Cottus gobio*)
- La lamproie de Planer (*Lampetra planeri*)

En revanche il n'existe pas de ZPS, ZICO, site classé, site inscrit, PNR, ... au niveau du site d'étude. L'étude ne va à l'encontre d'aucune des réglementations en vigueur et n'engendrera que des changements positifs pour les espèces et habitats concernés.

Cette rivière fait aussi partie intégrante du SDAGE Loire-Bretagne ainsi que du SAGE Allier aval (figure 10) dont elle doit respecter les objectifs. Un des principaux objectifs de ce SAGE est d'ailleurs la restauration de la continuité écologique dans le but notamment de garantir la libre circulation des poissons migrateurs.

L'Allier et ses affluents dans le périmètre du SAGE Allier Aval

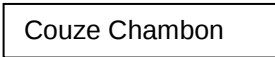


Figure 10 : carte du périmètre du SAGE Allier Aval et localisation de la Couze Chambon (source : gest'eau)

2.7. FINANCEMENTS POSSIBLES

Trois des ouvrages (Couze Chambon 2, 3 et 4) ont été inscrits sur une liste d'ouvrages prioritaires pour la restauration de la continuité écologique dans le cadre du Grenelle de l'environnement. Ceci donnant lieu à un financement majoré de la part de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne malgré l'absence de Contrat Territorial dans ce secteur. Ces financements s'élèvent à 50% des travaux pour un arasement d'ouvrage et 30% pour un aménagement.

L'arasement ou l'aménagement d'ouvrages hydrauliques rentrent également dans la mesure IV du programme FEDER (Fonds Européen de Développement Régional) : « Protéger et valoriser les milieux naturels, zones humides et la biodiversité » dans l'axe de travail « Préserver l'environnement et prévenir les risques ». Le financement FEDER ne peut être demandé que pour un projet supérieur à 5000 euros. Dans le cas de plus petits projets il y a également mis en place des fonds FEADER « Fond européen agricole pour le développement rural ». (Source: EPTB Charente, 2010).

Nationalement des aides sont également versées par les Agences de l'eau en France ou équivalent dans les différents pays, par exemple : « Confederaciones hidrográficas » en Espagne, « Rijkswaterstaat » aux Pays-Bas. En Italie les 8 bassins hydrographiques ont une autorité spécifique « Autorità di bacino distrettuale » etc.

Les financements des régions peuvent également s'ajouter aux financements des Agences de l'eau. Aussi pour l'arasement d'ouvrages, différents pourcentages de participation par les autorités peuvent être attribués.

2.8. SITUATION DCE DE LA MASSE D'EAU

Au niveau du secteur d'étude, la masse d'eau à considérer est la Couze Chambon et ses affluents depuis le lac Chambon jusqu'à la confluence avec l'Allier. Cette masse d'eau a pour objectif le bon état écologique pour 2015 (figure 11). L'évaluation de l'état écologique de cette masse d'eau effectuée en 2009 révèle que l'objectif de bon état est déjà atteint. Le niveau de confiance est bon pour son maintien en bon état jusqu'en 2015 même pour le compartiment morphologie.

Bassin Loire-Bretagne																																										
Evaluation de l'état écologique des cours d'eau																																										
Mise à jour : 25/05/2010			Evalué en 2009												25/05/10						Sdage 2015																					
N° et libellé des masses d'eau			Synthèse Etat à la masse d'eau												Risque						Objectifs d'état d'e																					
Code de la Masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Naturelle /fortement modifiée(MEFM) /artificielle(MEA)	données générales		Synthèse Etat		Etat écologique de la ME		niveau de confiance		Eléments biologiques		Elément Morphologie (pour le très bon état)		Eléments physico-chimiques généraux		Polluants spécifiques		ME avec stations de mesures représentatives (2006-2007)		Risque		Risque global		Macropolluant		Nitrates		Pesticides		Micropolluant		Morphologie		Hydrologie		Objectifs		Objectif écologique		Délai écologique	
FRGR0259	LA COUZE CHAMBON ET SES AFFILIÉS	Naturelle					3	1												Non			1	1	1	1	1	1	1	1					Bon Etat	2015						

Figure 11: évaluation de l'état écologique de la Couze Chambon aval (Source : Agence de l'eau Loire Bretagne)

En revanche les relevés REH (Réseau d'Evaluation des Habitats) de 2005 révèlent l'altération due aux ouvrages hydrauliques. Le compartiment continuité est en effet classé en mauvais état. La masse d'eau était quant à elle classée en état moyen avec comme paramètres déclassant les phosphates et les matières oxydables pour les macropolluants et l'IBGN pour le compartiment biologie.

Malgré cela les résultats des différents indicateurs biologiques mesurés au niveau de la station de référence n°04030020 entre 2005 et 2007 sont tous bon à très bon. Les notes allant de 17 à 19 pour les IBGN (Indice Biologique Global Normalisé), 13.4 à 18.6 pour les IBD (Indice Biologique Diatomées) et de 12.2 à 13.8 pour les IBMR (Indice Biologique des Macrophytes en Rivière).



Figure 12 : photo d'une pierre recouverte d'algues filamenteuses

Sur le terrain des proliférations d'algues filamenteuses ont été constatés ponctuellement (figure 12) ce qui laisse penser à des apports exogènes significatifs en agents eutrophisants venant de l'amont et pouvant dégrader la qualité physico chimique du cours d'eau.

2.9. ESPECES CIBLES DE LA MASSE D'EAU

La Couze Chambon est une rivière d'eaux vives. Selon la zonation de Huet le secteur d'étude correspond à la zone à ombres. Selon la biotypologie de Vernaux, ce secteur correspond à une rivière de pré-montagne (B5). Ce cours d'eau de rang 4 (Strahler) dispose d'eaux fraîches, une pente conséquente (supérieure à 0.4%) et d'un soutien d'étiage assez conséquent grâce notamment à la géologie de son bassin versant.

Les données de pêches électriques réalisées par la Fédération de Pêche au niveau du bief d'alimentation de Coudes confirment la présence des espèces caractéristiques de ce type de cours d'eau (Annexe 1).

Les espèces cibles sont selon la liste des espèces fixée par le décret en application L214-17 du code de l'environnement (figure 13):

- Le saumon atlantique (*Salmo salar*),
- La truite fario (*Salmo trutta*),
- L'anguille (*Anguilla anguilla*),
- L'ombre commun (*Thymallus thymallus*).



Figure 13 : photo d'ombre (gauche) et truite (droite)

Sur la plan des conditions de franchissement par nage et saut, l'ombre est l'espèce la plus limitante. Le saumon quant à lui impose des conditions de tirants d'eau et de volumes importants, c'est donc l'espèce limitante pour ce critère (C. Boisneau, comm. pers.).

L'aménagement, en considérant les conditions biologiques limites de ces deux espèces, est susceptible de répondre à l'ensemble de cette liste.

3. LA PHASE DE TERRAIN

3.1. LES LIMITES NATURELLES DU SITE D'ETUDE

A partir de la confluence avec l'Allier, il faut remonter 7200 mètres de cours d'eau pour trouver la présence d'un obstacle « naturel » à la continuité écologique. Cet obstacle est une cascade située au niveau du lieu-dit de la Prada sur la commune de Neschers (figure 14). La cascade est infranchissable pour toutes les espèces piscicoles et constitue une barrière naturelle à la remontée des grandes espèces migratrices venant de l'Allier telle que le saumon Atlantique. Cette cascade constitue par conséquent la limite amont de l'étude et la confluence avec l'Allier est quant à elle la limite aval.

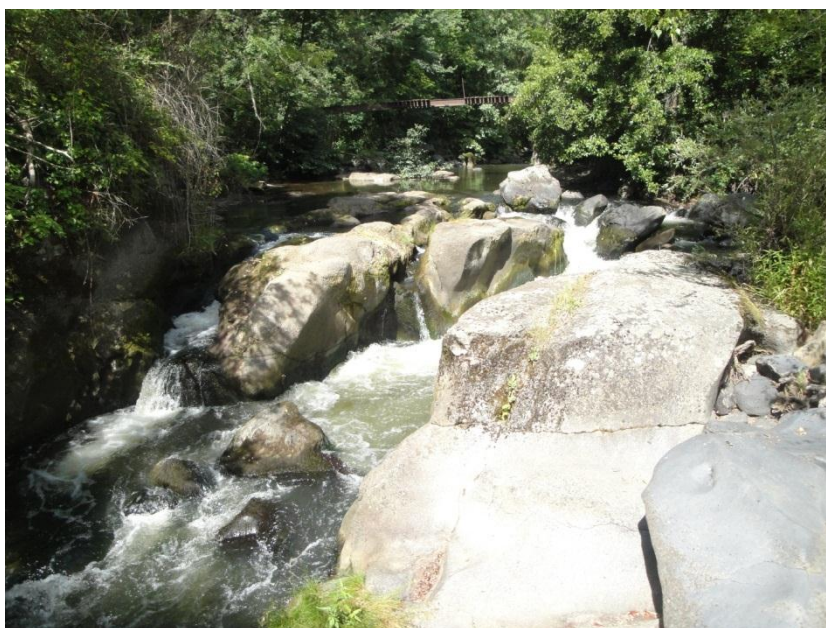


Figure 14 : photo du site de la cascade à l'étiage le 09/08/2012 (source : PA Gombault)

En remontant le cours d'eau depuis la confluence avec l'Allier, le premier obstacle anthropique rencontré est le radier du pont de l'autoroute (figure 15), celui-ci a été exclu de l'étude car déjà pris en compte par les services de l'état et des travaux de restauration de la continuité ont même débuté au mois d'août 2012.



Figure 15 : photo du radier du pont de l'autoroute A 75 (source : PA Gombault)

3.2. LE BIEF DE COUDES (PROBLEMATIQUE PARTICULIERE)

L'ouvrage suivant (qui n'en est pas un en réalité) se situe à 1050 mètres de la confluence avec l'Allier. Le secteur correspond à une zone de séparation de la rivière en deux bras (figure 16), cette séparation étant autrefois réalisée à l'aide d'un seuil qui est aujourd'hui détruit. Avec les mouvements important du lit à cet endroit, l'un des deux bras (celui qui est légèrement surélevé par rapport à l'autre) a tendance à voir son débit diminuer dangereusement et même à s'assécher. La commune de Coudes qui est la propriétaire du terrain et dont le bras en question passe dans le bourg souhaite garantir aux riverains un débit minimum. Ce bras possède de nombreux usages à la fois paysagers et économiques, il traverse une aire de jeux pour enfants ainsi que de nombreux jardins potagers dont il permet l'irrigation. Depuis la destruction du seuil la commune doit régulièrement curer l'entrée du bief pour éviter qu'il ne se comble. Ce curage est soumis à déclaration et le renouvellement de cette procédure chaque année est assez contraignant. Une nouvelle prise d'eau plus à l'amont de l'ancien seuil a été creusée mais sans succès car elle se comble aujourd'hui aussi rapidement que la précédente après une crue.



Bief de Coudes



Ancienne entrée de bief comblée



Reste du seuil en remblais

Figure 16 : vues du bief et de l'ancienne prise d'eau

3.3. LE PONT DE LA RD 229 (OUVRAGE ANNEXE)

L'ouvrage suivant toujours en remontant le cours d'eau est le pont de la RD 229 reliant la commune de Neschers à Coudes (figure 17). Ce pont n'est pas un des 6 principaux ouvrages de l'étude, il fait partie des ouvrages annexes.



Figure 17 : vue aval du pont de la RD 229 le 18/06/2012 (source : PA Gombault)

Dans ce cas il est demandé de vérifier la continuité au niveau du radier du pont et de prévenir une éventuelle évolution du site car un ancien seuil a été arasé en 2008. Ce seuil était situé 600 mètres en aval du pont ce qui peut avoir des conséquences sur la pérennité de l'ouvrage en cas d'érosion régressive ou sur sa franchissabilité. Cependant aucune trace d'érosion régressive n'est relevée. Aucune autre perturbation morphologique n'est d'ailleurs à signaler, les berges ne sont pas érodées, le lit n'est pas incisé... Dans ce secteur le lit est plutôt rectiligne et les écoulements se font à des vitesses assez élevées (1 m/s mesuré en moyenne le 18/06/2012 pour un débit de 2 m³/s). Aucune hauteur de chute supérieure à 10 cm n'a été observée.

Une analyse ponctuelle du substrat à proximité du pont de la RD 229 révèle que le lit de la rivière est peu voire pas colmaté. La granulométrie est assez hétérogène avec la présence de particules mesurant en moyenne entre 2 et 20 cm (figure 18). Ce substrat convient au frai des salmonidés.



Figure 18 : photos du substrat au niveau de la RD 229 (source : PA Gombault)

Hormis le radier situé à l'aval du pont de l'autoroute A75 qui sera bientôt aménagé, la rivière est accessible aux poissons migrateurs jusqu'au seuil d'irrigation de la Ribeyre ce qui représente un linéaire de près de 3800 mètres.

3.4. COUZE CHAMBON 1BIS (OUVRAGE PRINCIPAL)

Le seuil d'irrigation de l'ASA de la Ribeyre est donc le premier seuil infranchissable pour les poissons migrateurs. Ce seuil est en enrochement bétonné d'une hauteur de 1 mètre (hauteur de chute mesurée à 60 cm), d'une longueur en crête de 15 mètres et d'une largeur de 12 mètres (figure 19). L'ouvrage dispose d'une prise d'eau (qui n'a plus d'usage actuellement) en rive gauche mais ne dispose pas d'ouvrage de décharge. L'ouvrage, de par la hauteur de chute et les vitesses mesurées sur le béton lisse (supérieures à 2 m/s), est totalement infranchissable pour la quasi-totalité des espèces en montaison. En avalaison il ne pose aucun problème.

Après comblement par les sédiments et formation d'un remous solide de pente proche de la pente originelle, les transports solides sont désormais maintenus au droit de l'ouvrage.

Les deux berges sont bétonnées au niveau de l'ouvrage et un affouillement de celles-ci est constaté menaçant la partie bétonnée de la berge de tomber dans le lit du cours d'eau.



Figure 19 : vue aval du seuil de l'ASA de la Ribeyre à l'étiage (source : com com Couze Val d'Allier)

Une fosse de dissipation est présente en aval immédiat du seuil. En rive droite une érosion de berge est constatée sur 1.5 mètre de profondeur et 4 mètres de long. Les écoulements forment une alternance de radiers, plats courants. En rive gauche la rivière s'éloigne du coteau avec présence de terres cultivées derrière la ripisylve. En rive droite la configuration est la même qu'à l'amont avec des prairies permanentes derrière la ripisylve et ceci jusqu'au pont de la RD229. Un montage à partir d'une photo aérienne du site est réalisé afin de mieux visualiser la situation (figure 20). Un plan de situation a aussi été confectionné sous Autocad (par Guillaume Reix : tuteur de stage) grâce aux relevés topographiques effectués au niveau de l'ouvrage (annexe 2). Ce plan a été réalisé à l'échelle 1/200^e.

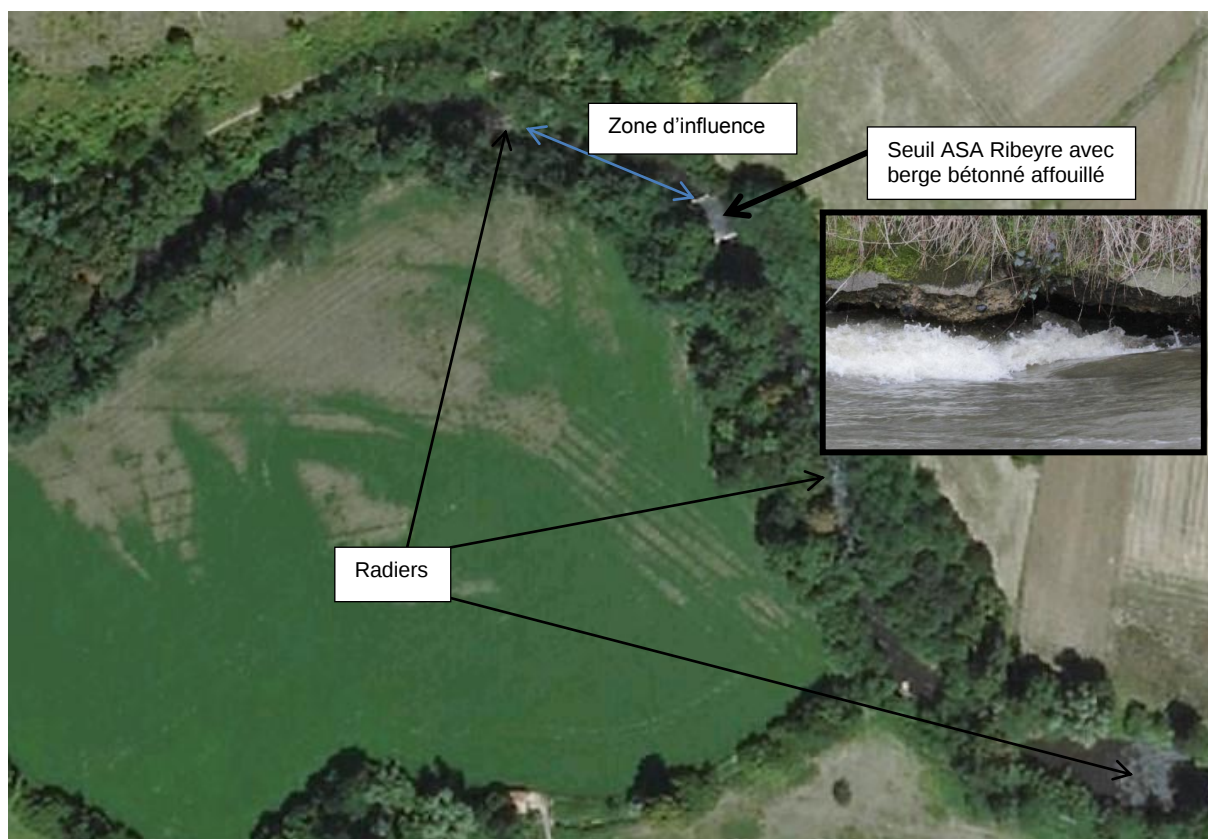


Figure 20 : photo aérienne au niveau de l'ouvrage Couze Chambon 1bis (source : géoportail)

3.5. COUZE CHAMBON 2 (OUVRAGE PRINCIPAL)

Le seuil de Lavaur (figure 21), référencé dans l'étude Couze Chambon 2, est un des ouvrages principaux du site d'étude. Ce seuil est classé ouvrage prioritaire grenelle (tout comme les ouvrages référencés Couze Chambon 3 et 4). Cet ouvrage se situe à environ 600 mètres à l'aval du seuil du moulin Roussel (Ref Couze Chambon 3) et à 950 mètres à l'amont du seuil de l'ASA de la Ribeyre (Ref Couze Chambon 1bis). La confluence avec l'Allier est située 4.75 km en aval.



Figure 21 : vues à l'étiage et en hautes eaux du seuil de Lavaur (source : PA Gombault)

Cet ouvrage est un seuil en enrochement d'une hauteur de 1.1 mètre pour une longueur en crête de 35 mètres ainsi que d'une largeur allant de 4 mètres en rive gauche à 8 mètres en rive droite (figure 21, photo de droite : seuil en hautes eaux le 26/04/2012, débit : $7 \text{ m}^3/\text{s}$).

En rive droite une prise d'eau munie d'une vanne qui paraît manœuvrable est présente. Cette prise d'eau alimente un canal d'irrigation qui paraît encore fonctionnel.

De par sa hauteur de chute, l'ouvrage est infranchissable à bas débit en montaison pour toutes les espèces piscicoles. En hautes eaux les vitesses importantes rendent l'ouvrage difficilement franchissable pour la majorité des espèces. Les grands salmonidés sont toutefois susceptibles de franchir l'ouvrage de manière sélective.

D'un point de vue continuité sédimentaire, l'ouvrage n'est pas entièrement comblé. Ceci est bien visible sur le profil en long réalisé grâce aux relevés topographiques effectués sur le terrain (figure 22). Ces relevés ont également permis la réalisation (par G. Reix) d'un plan de situation de l'ouvrage à l'échelle 1/100 sous Autocad (annexe 3).

L'ouvrage constitue encore un point de blocage aux particules les plus grossières mais la présence d'un important dépôt sableux à l'aval immédiat du seuil traduit un transport des particules fines.

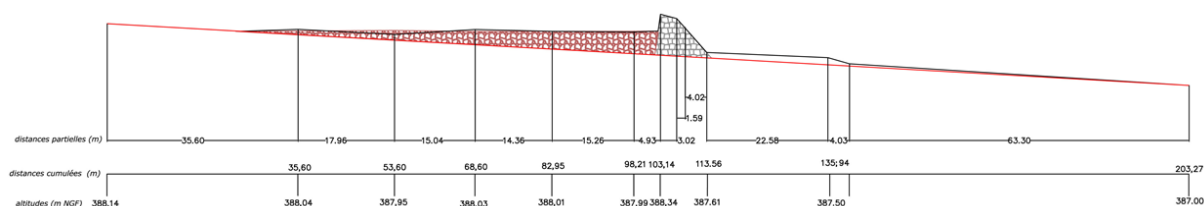


Figure 22 : profil en long de la rivière au niveau du seuil de Lavaur

Une alternance de radiers, plats courants est observée de part et d'autre du seuil. A l'amont la zone d'influence de l'ouvrage sur la ligne d'eau est d'environ 60 mètres avec à ce niveau un écoulement plutôt lentique. Dans cette zone d'influence la vitesse du courant est, en tous points, inférieure à 1 m/s (vitesses mesurées le 18/06/2012 pour un débit de 2 m³/s soit légèrement inférieur au module). Au droit de l'ouvrage les vitesses sont nettement plus importantes allant de 1.5 à 2 m/s. A l'aval de l'ouvrage les vitesses sont comprises entre 1 et 1.5 m/s dans la zone d'écoulement préférentielle le long de la rive gauche. En rive droite où se situe l'important dépôt sableux les vitesses sont quasi nulles.

Les berges du cours d'eau sont dans ce secteur en pente douce hormis sur 90 mètres de part et d'autre du seuil en rive droite où la berge est maçonnée. Le mur maçonné est plutôt en bon état malgré la présence de quelques affouillements et la présence d'une végétation dense notamment en aval du seuil. La rivière dispose d'une ripisylve de 5 mètres de large en moyenne et s'écoule plus ou moins au milieu de sa plaine d'inondation d'environ 400 mètres de large. Cette plaine se compose de prairies temporaires, de prairies permanentes et de terres cultivées.

Un montage à partir d'une photo aérienne a été réalisé dans le but de mieux visualiser la situation (figure 23).



Figure 23 : vue aérienne au niveau du seuil de Lavaré (source : géoportail)

3.6. COUZE CHAMBON 3 (OUVRAGE PRINCIPAL)

Le seuil du moulin Roussel (figure 24) est un ancien seuil situé au niveau de la commune de Neschers. Plus exactement il se situe au nord-est de la commune au niveau du lieu-dit Les Mais, environ 200 mètres à l'aval du pont de la D3 et 5.34 km en amont de la confluence avec l'Allier.

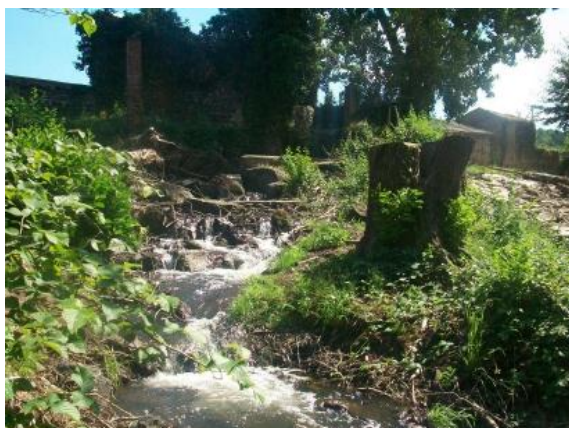


Figure 24 : photo du seuil du moulin Roussel à l'étiage le 09/08/2012 (source : PA Gombault)

Il s'agit d'un seuil en pierres maçonnées d'une hauteur de 2 mètres dépourvu de vanne de décharge. La longueur en crête de l'ouvrage est de 35 mètres environ. Sa largeur est de 4 mètres en rive gauche et de 15 mètres en rive droite.

Le bief du moulin fait 190 mètres de long. A noter la présence d'un ouvrage de franchissement très peu fonctionnel situé à proximité de la prise d'eau du moulin au niveau du bief.

L'ouvrage (le seuil) sous forme d'un plan incliné pentu offre une hauteur de chute importante et est par conséquent infranchissable pour la majorité des espèces. En basses eaux la lame déversante est très faible et interdit la montaison à la nage, le seuil peut même être totalement exondé (figure 24) dans le cas où les vannes d'alimentation du bief du moulin sont laissées maintenues en position ouverte.



Quelques parties du seuil ruiné et du canal de décharge offrent des conditions hydrauliques acceptables pour les salmonidés de grandes tailles en hautes eaux (figure 25). L'avalaison n'est pas perturbée (canal de décharge de la prise d'eau, bief). Le bief permet aussi le transit d'une partie des sédiments vers l'aval.

Figure 25 : vue du canal de décharge à l'étiage
(source : PA Gombault)

La rivière est dans un contexte de pente naturelle de l'ordre de 0.82 %. Les relevés topographiques effectués dans ce secteur ont permis de tracer un profil en long au niveau de l'ouvrage (figure 26). A partir de ce profil une droite supposée représenter la pente naturelle du cours d'eau a été tracée.

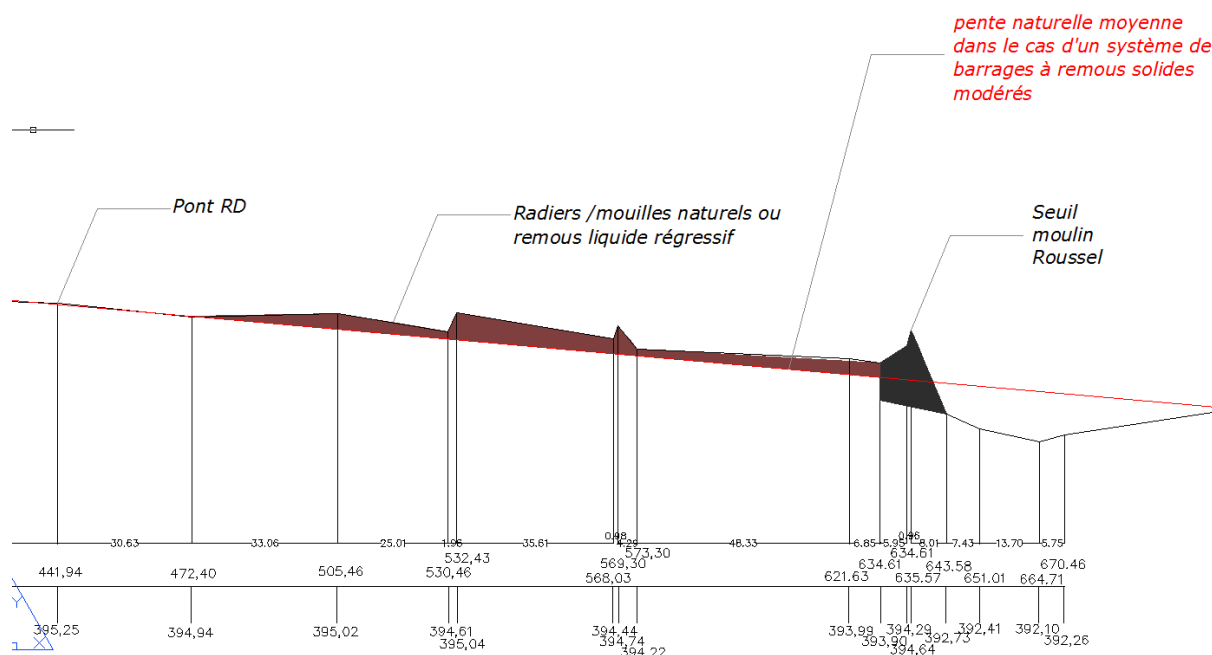


Figure 26 : profil en long au niveau du moulin Roussel

Le faciès d'écoulement est une alternance de radiers et de mouilles peu profondes sur un substrat grossier de pierres, blocs et galets (figure 27). A noter la présence d'une fosse de dissipation à l'aval du seuil bien visible sur le profil en long. Les minéraux très arrondis constituant le couvert alluvial témoignent d'un transport solide de fond très actif sur ce cours d'eau. Le charriage de fond du tapis alluvial lors des crues morphogènes semble important.

Le plan d'eau en amont du seuil constitue un remous liquide entre 40 et 90 m suivant le contexte hydrologique (figure 27). Une zone de radiers et mouilles exhaussée en amont immédiat du remous liquide constitue soit un point dur naturel soit un remous solide régressif.

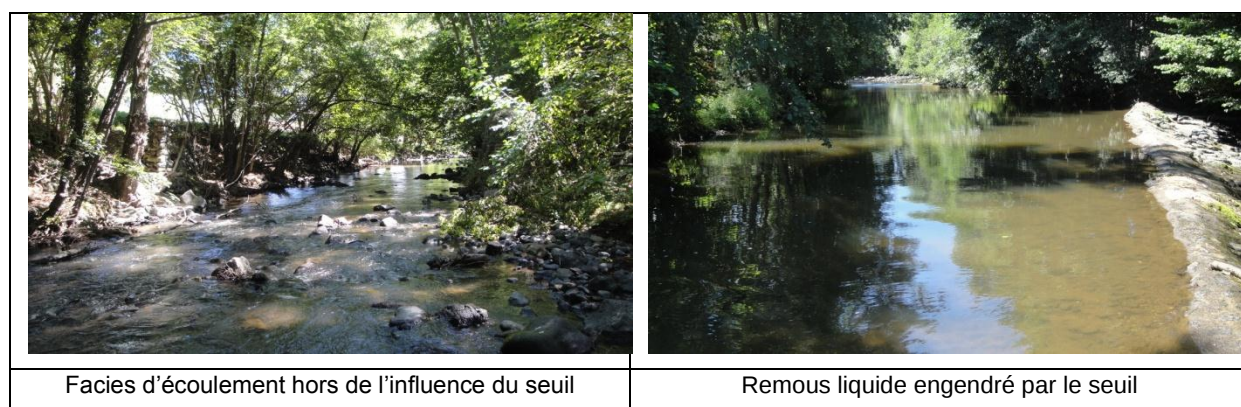


Figure 27 : photos des types d'écoulements à proximité du moulin Roussel (source : PA Gombault)

L'ouvrage se caractérise sur le profil en long comme ayant peu d'incidences sur la modification de la ligne du fond du lit en amont immédiat. La prise d'eau permet de réduire la hauteur de sédimentation en amont de l'ouvrage par effet d'appel des alluvions et réduction de la hauteur de sédimentation en arrière du barrage.

Dans tous les cas, la proximité immédiate en amont du pont de la RD3 laisse penser qu'une érosion régressive des sédiments accumulés pourrait se traduire par un affouillement du matelas alluvial au droit du franchissement.

Un montage à partir d'une photo aérienne a été réalisé dans le but de mieux visualiser la situation à l'amont du seuil (figure 28). A noter la présence du pont de la RD 3 (en bas à gauche sur la figure 28).



Figure 28 : photo aérienne au niveau du moulin Roussel (source : Géoportail)

3.7. PONT DE LA RD 3 (OUVRAGE ANNEXE)

L'ouvrage suivant est le radier du pont de la RD 3 (figure 29). Cet ouvrage se situe à 5550 mètres en amont de la confluence avec l'Allier, 200 mètres en amont du seuil du moulin Roussel (Ref Couze Chambon 3) et 160 mètres à l'aval du seuil du moulin du Pont (ref Couze Chambon 4). Il s'agit d'un ouvrage annexe de l'étude où il est important de prendre en compte une éventuelle érosion régressive en fonction des scénarios envisagés sur l'ouvrage référencé Couze Chambon 3 (moulin Roussel).

C'est un pont routier sans radier de fondation dans un contexte géomorphologique stable. L'ouvrage n'est doté d'aucun organe hydraulique.

Le radier du pont de la RD3 ne constitue pas une rupture de la continuité écologique. Aucune chute n'est même observée au droit de l'ouvrage. Seule une légère accélération des vitesses d'écoulement est constatée à l'aval immédiat. En étiage le radier présente une lame d'eau suffisante en plusieurs points permettant le passage des poissons migrateurs.

Les observations de terrain révèlent la présence de renoué du Japon en particulier à l'aval du pont en rive droite. C'est à cet endroit que les eaux empruntant le bief du moulin du Pont se rejettent dans la rivière.

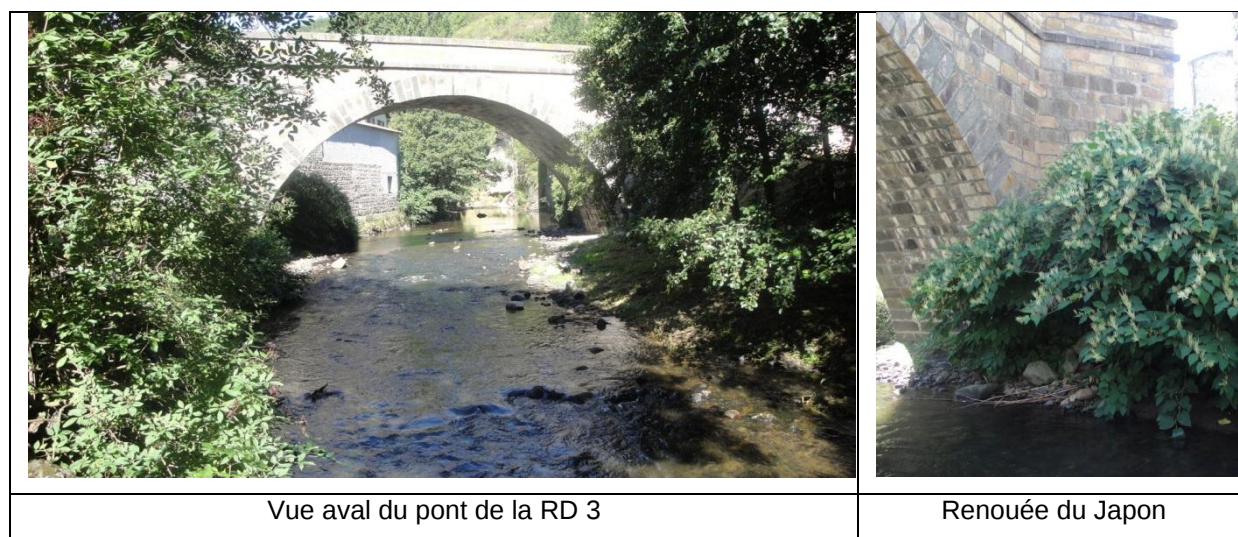


Figure 29 : photos au niveau du pont de la RD 3 le 09/08/2012 (source : PA Gombault)

3.8. COUZE CHAMBON 4 (OUVRAGE PRINCIPAL)

L'ouvrage suivant est le dernier classé ouvrage prioritaire grenelle. Le seuil du moulin du Pont, référencé Couze Chambon 4, est situé au niveau de la commune de Neschers (figure 30). Cet ouvrage se situe 160 mètres à l'amont de la RD3 et par conséquent 350 mètres en amont de l'ouvrage Couze Chambon 3 (Moulin Roussel). La confluence avec l'Allier est à 5.71 km en aval.



le seuil aux alentours du module (06/06/2012)



le seuil en hautes eaux (26/04/2012)

Figure 30 : photos du seuil du moulin du Pont (source : PA Gombault)

Cet ouvrage est un seuil en enrochement de 2.5 mètres de hauteur avec une fondation probable sur des rochers naturels et la présence d'une murette maçonnée de 50 centimètres (rehausse). La longueur en crête de ce seuil est de 35 mètres pour une largeur de l'ouvrage de 20 mètres. Au niveau de cet ouvrage les écoulements se font préférentiellement en rive gauche notamment en période d'étiage.

Une prise d'eau est présente en rive droite avec 4 vannages en mauvais état (dont au moins deux sont non fonctionnels). Cette prise d'eau alimente le moulin de M. et Mme. Mezonnier qui n'est plus utilisé depuis quelques années (départ en retraite des propriétaires). Les vannes n'étant plus imperméable, de l'eau circule dans le bief du moulin malgré le fait qu'elles soient maintenues en position fermée. Ce bief d'alimentation du moulin est aujourd'hui fortement colmaté et envasé.

Le seuil offre des conditions de vitesse et de hauteur de chute totalement infranchissable pour toutes les espèces. Il est très fortement colmaté en amont et presque entièrement comblé.

L'influence de l'ouvrage (remous liquide) s'étend sur environ 150 mètres sous forme d'un plat lentique. Puis plus à l'amont, une alternance de radiers, plats courants comme facies d'écoulement est observée jusqu'à l'aval immédiat du pont des Croix-Basses. La berge située en rive droite est à pente douce sur une trentaine de mètres de large d'où la présence d'une aire de loisirs de la commune. En rive gauche la pente de la berge est forte (coteaux boisés difficilement accessibles).

En aval c'est une alternance de radiers, plats courants jusqu'au pont de la RD3. On observe une érosion du mur et de la roche en rive gauche en aval immédiat du seuil. A ce niveau le lit de la rivière est très étroit (inférieur à 6 mètres de large) et une profonde fosse de dissipation d'énergie s'est creusée (figure 32).

Un montage à partir d'une photo aérienne a été réalisé dans le but de mieux visualiser la situation au niveau de l'ouvrage.



Figure 31 : vue aérienne au niveau du moulin du Pont (source : Géoportail)

Des relevés topographiques ont été réalisés de l'ouvrage Couze Chambon 3 à 5. Ces données terrains ont permis la réalisation d'un profil en long de la zone comprenant les ouvrages 3, 4 et 5 (figure 32). La ligne rouge correspondant à la pente naturelle supposée.

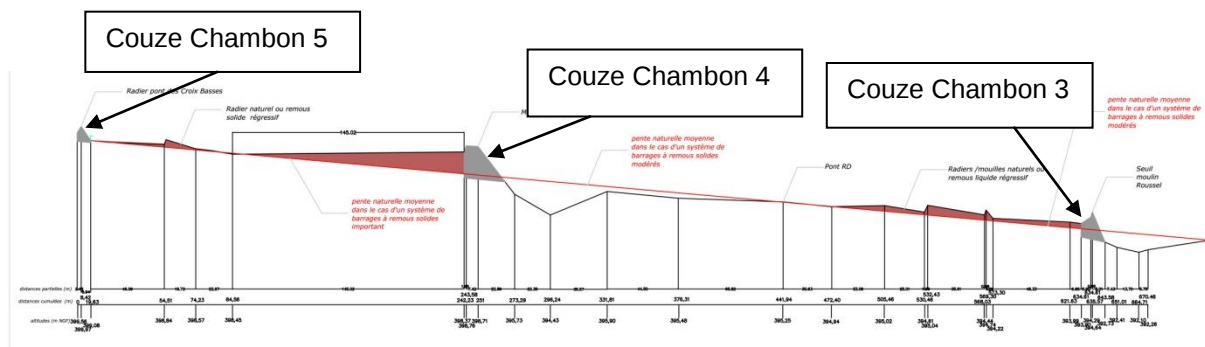


Figure 32 : profil en long de la rivière au niveau des ouvrages 3, 4 et 5

La sédimentation plus en amont du remous liquide par engravement régressif est incertaine suivant les références topographiques :

- La ligne de pente du fond en amont du barrage n'est pas selon un profil parallèle et exhaussé en altitude par rapport à celle de l'aval,
- La ligne de pente du fond en amont du remous liquide semble se confondre avec la ligne de pente en aval du barrage témoignant d'une absence d'exhaussement en dehors de la zone d'influence hydraulique du barrage.

Ces éléments tendent à faire penser que le barrage est sur un profil d'équilibre avec un remous solide modéré contenu dans la zone d'influence de la perte de charge hydraulique du barrage.

Néanmoins cette analyse doit être nuancée car n'est valable que dans le cas où les références altimétriques servant à définir la pente originelle ne soient situées que dans des zones sans influence d'aucun barrage. En effet, les données topographiques (relevées en amont et en aval) visant à retracer la pente naturelle d'équilibre sont issues d'une zone de seuils successifs et rapprochés. Aussi la pente naturelle définie selon ces cotes n'est peut-être pas celle du cours d'eau originel mais celle de l'exhaussement global de la zone par cumul des remous solide régressifs.

En outre, la distance séparant le radier du pont et l'extrémité amont du remous liquide n'est que de 84 m et toute modification du tracé de la pente naturelle suivant les références altimétriques sur la zone est susceptible de situer le remous solide bien plus proche du pont des Croix-Basses.

La zone de radier mouille de plus forte altitude entre le plan d'eau et les Croix-Basses pourrait constituer une ébauche d'engravement vers l'amont en cours de formation.

L'absence de cartographie géologique précise (Annexe 4) ne permet pas d'identifier une coulée basaltique ou toute autre singularité géologique témoignant d'une rupture de pente naturelle en lieu et place du seuil. Néanmoins les faciès naturels observés dans les gorges montrent la présence de nombreuses petites cascades et autres « points durs » fractionnant le profil en long. Il est probable dans ce contexte, comme il était coutume à l'époque, que le barrage soit construit sur un ressaut naturel de hauteur modeste de moins d'un mètre.

3.9. COUZE CHAMBON 5 (OUVRAGE PRINCIPAL)

Dernier des six ouvrages principaux de l'étude, le seuil du pont des Croix Basses (référéncé Couze Chambon 5) est situé au niveau de la commune de Neschers (figure 33). Plus précisément il s'agit du seuil d'un pont piéton situé à l'ouest (amont) du bourg. 250 mètres à l'aval de celui-ci se trouve l'ouvrage référéncé Couze Chambon 4 (seuil du moulin du Pont) et 350 mètres à l'amont se trouve l'ouvrage référéncé Couze Chambon 6, la confluence avec l'Allier est située à 5.97 km de cet ouvrage.



Figure 33 : photo amont du pont des Croix Basses le 06/06/2012 (source : PA Gombault)

Le seuil du pont est en enrochement. Il mesure 90 centimètres de hauteur, 1 mètre de largeur et 20 mètres de long (mesure comprenant la pile du pont). La hauteur de chute provoquée par l'ouvrage est de 50 centimètres (photo de droite). A noter la présence d'une ancienne passe à poissons maçonnée au niveau de la pile situé en rive droite. Cette passe est très peu fonctionnelle car peu attractive et fréquemment encombrée.

L'ouvrage en hautes eaux offre un passage en rive gauche franchissable bien que pouvant être sélectif pour les individus de petite taille et l'ombre commun. En étiage les vitesses se réduisent mais la hauteur de chute s'accroît, la continuité reste toutefois possible en rive gauche et en rive droite.

Alternance de radiers, plats courants en amont de la zone d'influence du seuil du pont qui sur environ 50 mètres provoque un écoulement un peu plus lentique. De part et d'autre du cours d'eau une végétation arborescente avec une berge en pente douce rive droite et un coteau abrupte en rive gauche sont présents.

En aval du seuil, une alternance de radiers, plats courants est observée. Une zone de loisirs de la commune de Neschers est située en rive droite (sentier de randonnée, aire de pique-nique avec tables en bois) et coteau en rive gauche.

L'ouvrage est franchissable même en période d'étiage. Son rôle est de protéger le pont piéton pour lequel il sert de fondation. Aucun usage en revanche n'est lié à la chute d'eau occasionnée ni à la retenue d'eau engendrée à l'amont.

3.10. COUZE CHAMBON 6 (OUVRAGE ANNEXE)

Toujours en remontant le cours d'eau, l'ouvrage du moulin de Boursouva (figure 34), référencé Couze Chambon 6 est situé 350 m à l'amont de l'ouvrage référencé Couze Chambon 5 (seuil du pont des Croix Basses). 180 m à l'amont se situe l'ouvrage référencé Couze Chambon 7 et 6.3 km plus en aval se situe la confluence avec l'Allier.

Ce seuil se décompose en différentes parties avec une partie centrale constituant le déversoir, le bief d'alimentation du moulin en rive droite et un bras de décharge en rive gauche.

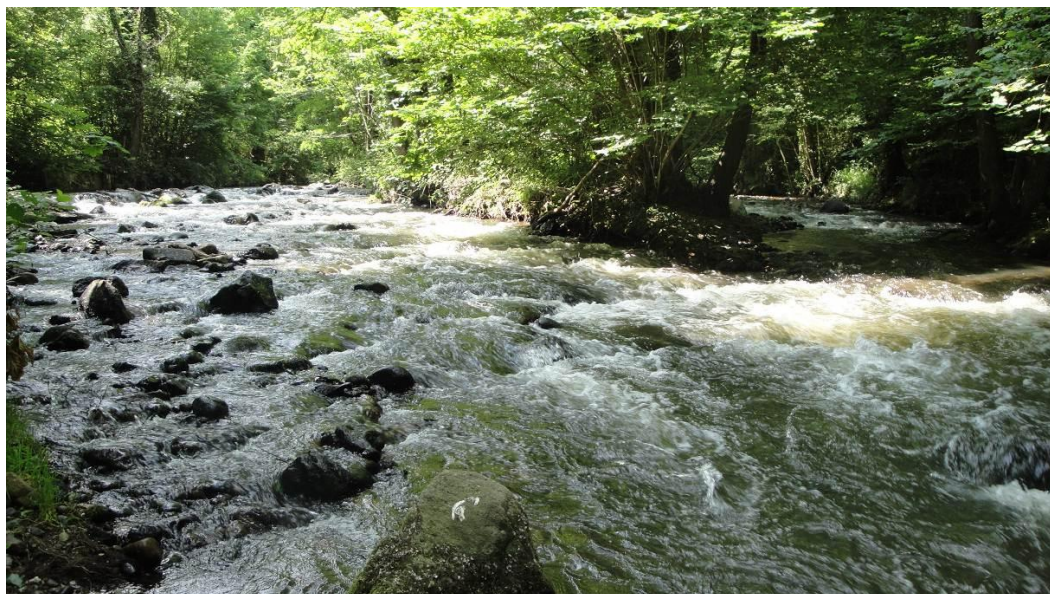


Figure 34 : vue du déversoir (à gauche) et du bras de décharge (à droite) le 06/06/2012 (source : PA Gombault)

Au niveau du déversoir passage préférentiel vers la rive gauche avec la majorité des écoulements se faisant à ce niveau en période d'étiage. Ce déversoir est un édifice en pierres maçonnées formant un radier d'une trentaine de mètres de longueur. La vitesse sur ce radier a été calculée à 1.2 m/s pour un débit de 2 m³/s le 18/06/2012. La zone d'influence de l'ouvrage s'étend jusqu'au seuil Couze Chambon 7 soit 180 m.

Le bief d'alimentation du moulin situé en rive droite est très peu alimenté dans sa partie aval. La majorité du débit transite par le petit bras de décharge situé 30 m à l'aval de l'entrée du bief. Ce bras présente 2 chutes infranchissables de 40 et 50 cm de hauteur qui le rende infranchissable.

Au niveau du bras de décharge situé en rive gauche, les écoulements s'effectuent sans chute apparente hormis dans sa partie la plus aval avant de rejoindre le cours d'eau principal avec une chute mesurée à 25 cm. De plus, la faible lame d'eau même observée à un débit avoisinant le module laisse présager un franchissement compliqué voire impossible pour certaines espèces piscicole au niveau de ce bras.

De part et d'autre de l'ouvrage la granulométrie est semblable avec des galets et graviers légèrement colmatés par du sable grossier. Le bief d'alimentation du moulin est quant à lui beaucoup plus colmaté. Les écoulements à l'aval de l'ouvrage sont de type radiers, plats courants alors qu'à l'amont l'influence du seuil se fait sentir jusqu'à l'ouvrage en amont référencé Couze Chambon 7. Les écoulements sont par conséquent de type plat lotique entre ces deux seuils.

3.11. COUZE CHAMBON 7 (OUVRAGE ANNEXE)

Le seuil d'irrigation référencé Couze Chambon 7 (figure 35) se situe sur la commune de Neschers et plus précisément à l'Ouest du bourg à proximité du lieu-dit Chirelle.

Cet ouvrage est situé 180 m à l'amont de l'ouvrage référencé Couze Chambon 6 qui est le seuil du moulin de Boursouva. 200 m à l'amont se situe l'ouvrage référencé site de la cascade. 6.5 km à l'aval se situe la confluence avec l'Allier. C'est l'ouvrage le plus à l'amont de l'étude.



Figure 35 : vue du seuil d'irrigation à l'étiage le 09/08/2012 (source : PA Gombault)

Il s'agit d'un seuil de 50 cm de haut et 12 m de large. Présence d'une échancrure d'un mètre de large au centre de l'ouvrage concentrant les écoulements en période d'étiage.

Malgré la diminution de la hauteur de chute cette échancrure concentrant les débits provoque de forts remous à l'aval et rend très difficile l'accès à l'amont de l'ouvrage. Les vitesses mesurées pour un débit avoisinant le module sont de l'ordre de 1.5 à 2 m/s au niveau de l'échancrure et donc trop importante pour que l'ombre commun puisse franchir l'obstacle.

Au niveau de la granulométrie, présence dans le lit de très gros blocs , supérieurs à 1 m, en amont et en aval de l'ouvrage. Ils se sont probablement détachés de la falaise surplombant la rivière. Hormis cela le substrat est globalement composé de galets mesurant entre 5 et 25 cm. Aucun colmatage n'est constaté en amont comme en aval et le seuil n'est pas comblé, l'échancrure permettant probablement d'assurer l'essentiel de la continuité sédimentaire.

La zone d'influence en amont du seuil est de 80 mètres pour un débit de 2 m³/s, celle-ci pouvant variée en fonction des débits. Puis plus à l'amont les écoulements se font par succession de radiers voire de petits seuils naturels. Les vitesses observées sont assez élevées variant de 1 à 1.5 m³/s sur ces zones de rapides.

A l'aval, les écoulements sont beaucoup moins rapides qu'à l'amont à cause de l'« effet » retenue du seuil du moulin de Boursouva situé 180 mètres à l'aval.

4.ÉTUDE DES SCENARIOS

Après avoir récolté un maximum de données sur le terrain, une analyse multicritère est alors réalisée pour les 5 ouvrages où il est nécessaire de rétablir la continuité écologique. Ceci a pour but de comparer les différents scénarios d'aménagement possible, vérifier leur faisabilité et définir l'aménagement le plus avantageux pour le milieu.

Cette analyse multicritères prend la forme d'un tableau regroupant l'ensemble des scénarios envisageables pour restaurer la continuité (arasement, gestion de vannes, aménagement, dérasement). Pour chaque scénario, 7 critères ont été pris en compte (tableau 1). Cette liste de critères n'est pas exhaustive mais regroupe les principales attentes vis-à-vis de la restauration de la continuité.

Un code couleur indique si la mesure envisagée est positive ou non vis-à-vis du critère considéré. Pour les trois premiers critères la couleur verte indique que la mesure est positive, le jaune indique un effet moyen et le rouge indique un effet faible ou nul. Pour les quatre suivants c'est le contraire, c'est-à-dire pour des incidences faibles ou nulles (ce qui est positif) la couleur verte est choisie. La couleur jaune si les incidences sont moyennes et la couleur rouges si les incidences sont fortes.

Le meilleur scénario est celui possédant un maximum de critères de couleur verte.

Tableau 1 : exemple d'analyse multicritères réalisé pour l'ouvrage Couze Chambon 1bis

	Gain sur la continuité écologique		Hydromorphologie		Incidence hydraulique	Incidence écologique	Incidence sur les usages
	continuité piscicole	continuité sédimentaire	restauration du cours d'eau originel	risque d'érosion du lit			
Scénario 1 : arasement	Moyen Suivant la hauteur d'arasement	Moyen Suivant la hauteur d'arasement	Moyenne Suivant la hauteur d'arasement	Moyen Suivant la hauteur d'arasement	Faible	Faible	Faible Prise d'eau non fonctionnelle
Scénario 2 : gestion de vannes	Pas de vanne de décharge sur cet ouvrage						
Scénario 3 : aménagement	Moyen Ouvrages toujours sélectifs	Faible Seuil toujours en place	Faible Pas de modification de la ligne d'eau	Faible	Faible	Faible	Faible
Scénario 4 : dérasement	Important Pas de chute restante	Important Plus d'obstacle restant	Importante Plus de zone d'influence	Important Mais pas d'enjeu	Faible	Faible	Faible Prise d'eau non fonctionnelle

Ensuite l'accessibilité du site aux engins doit être vérifiée et dans quelles conditions cet accès peut se faire. Puis une description la plus détaillée possible des travaux envisagés est réalisée. Le détail des effets attendus sur la rivière pendant et après les travaux doit faciliter la vision du maître d'ouvrage. Ensuite un chiffrage le plus détaillé possible est présenté mais n'a une valeur qu'indicative basée sur des estimations. Lorsque des passes à poissons sont envisagées une esquisse sous Autocad a alors été réalisée par le chef de projet Guillaume Reix.

4.1. COUZE CHAMBON 1BIS

4.1.1. SCENARIO PREVU ET ACCESSIBILITE DU SITE

L'ouvrage n'a pas d'usage, il n'a pas non plus de fonction stabilisatrice et est fortement perturbateur de la continuité écologique dans une zone sans enjeu majeur. Un seul type de travaux s'impose : **le dérasement total**.

Ce scénario est le plus avantageux d'après l'analyse multicritères. L'absence d'usage et l'accessibilité du site permettent ce type de travaux. En effet ce site est proche de la RD229 et est accessible via un chemin en terre puis une parcelle agricole rive gauche. Quelques arbres constituant la ripisylve du cours d'eau devront toutefois être abattus au niveau de l'ouvrage. De tels travaux permettront un transit sédimentaire et biologique total.

4.1.2. TRAVAUX ENVISAGES

A l'amont de l'ouvrage la berge rive gauche ne présente pas de risque d'érosion (coteau), la berge rive droite en revanche présente un risque. Elle pourra être retalutée si besoin sur une centaine de mètres depuis le seuil.

Au niveau de l'ouvrage les affouillements constatés sous les berges bétonnées nécessitent la suppression des éléments bétonnés en même temps que l'ouvrage. Les cavités formées font jusqu'à 1.5 mètre de profondeur et menacent sérieusement de s'effondrer. Après suppression des éléments bétonnés les berges seront ensuite retalutées pour épouser au mieux le nouveau profil de la rivière.

A l'aval immédiat du seuil une fosse de dissipation s'est formée. Elle sera comblée avec les déblais de l'ouvrage et des berges bétonnées. Le radier situé au niveau de l'ouvrage détruit sera renforcé dans le but de limiter tout risque d'incision supplémentaire du cours d'eau.

Le risque majeur est le départ massif de sédiments, notamment lors de la période du frai. Les sables fins transportés en premier pourraient colmater les frayères des poissons. Ce risque est temporaire et se réglera naturellement lors des hautes eaux et premières crues. Il faut considérer que la masse sédimentaire est en grande partie minérale et que le risque pour la qualité de l'eau est faible.

La suppression ne remet en cause aucun usage réglementé ou informel.

4.1.3. CHIFFRAGE

Pour le chiffrage un scénario comportant la mise hors d'eau et le confortement des berges est détaillé en annexe 5. Un autre scénario est lui aussi détaillé en annexe 5 et ne comprenant ni la mise hors d'eau ni le confortement des berges pour gagner un maximum sur le coût du dérasement. Cet ouvrage ne peut pas être financé par le propriétaire de l'ouvrage qui est une association agricole ayant été dissoute. Si le scénario le moins onéreux est choisi il sera nécessaire d'effectuer un suivi régulier de la revégétalisation naturelle des berges.

4.2. COUZE CHAMBON 2

4.2.1. SCENARIO PREVU ET ACCESSIBILITE DU SITE

L'ouvrage n'a pas d'usage, il n'a pas de fonction stabilisatrice non plus et est fortement perturbateur de la continuité écologique. Le dérasement complet de l'ouvrage semble être l'option à privilégier dans cette zone sans enjeu. Ce scénario est le plus avantageux d'après l'analyse multicritères. Le propriétaire a de plus renoncé à son droit d'eau et souhaite l'arasement de l'ouvrage.

La zone est facile d'accès même pour les gros engins avec à proximité la RD229 puis un chemin en terre rive droite (accès également possible en rive gauche et tout aussi facile). Quelques arbres constituant la ripisylve seront toutefois à abattre pour accéder à l'ouvrage.

La suppression du barrage restaurera totalement la continuité biologique et sédimentaire.

4.2.2. TRAVAUX ENVISAGES

Les travaux de dérasement pourraient être accompagnés de mesures de protection de berge en rive droite afin de garantir le maintien du mur maçonné de 90 mètres de long présent à l'amont de l'ouvrage (Annexe 3). Néanmoins, bordant des terres agricoles cette maçonnerie ne soutient aucun bâti. Hormis en aval ou quelques affouillements sont observés, l'ouvrage semble solide. Il conviendrait de laisser ce mur en place et d'envisager un reprofilage de la berge en pente naturelle uniquement si nécessaire.

Le risque majeur est le départ massif de sédiments (comme pour l'ouvrage précédent), notamment lors de la période du frai. Les sables fin transportés en premier pourraient colmater les frayères des poissons. Ce risque est temporaire et se régulera naturellement lors des hautes eaux et premières crues. Comme pour l'ouvrage précédent il faut considérer que la masse sédimentaire est en grande partie minérale et que le risque pour la qualité de l'eau est faible.

La suppression ne remet en cause aucun usage réglementé ou informel, la prise d'eau étant depuis plusieurs années laissée à l'abandon.

4.2.3. CHIFFRAGE

Pour le chiffrage du scénario dont le détail est présenté en annexe 6, deux options considérant le maintien du mur en rive droite ou non ont été formulées.

4.3. COUZE CHAMBON 3

4.3.1. SCENARIO PREVU ET ACCESSIBILITE DU SITE

L'analyse multicritères oriente vers le scénario d'arasement de l'ouvrage et dans une moindre mesure vers l'aménagement (Annexe 7). Les nouveaux propriétaires M et Mme Gaspar souhaitent développer un projet de microcentrale électrique. Ils sont favorables à l'installation d'un système le plus écologique possible leur permettant d'utiliser la force hydraulique. De plus, les contraintes amont ne permettent que difficilement la suppression totale ou partielle de l'obstacle :

- Ouvrage routier 150 m en amont avec risque de mobilisation d'un remous solide régressif.

- Conduite d'assainissement quelques mètres en amont en surplomb.
- Projet de parcours de pêche accessible aux handicapés sur la zone d'influence.

Un dérasement tout comme un arasement de l'ouvrage n'est pas envisageable pour ces raisons. De plus l'ouvrage n'est pas équipé de vannes de décharge et la volonté de créer une microcentrale par les propriétaires limite donc le choix à **l'aménagement d'un dispositif de franchissement piscicole**. L'accès à l'ouvrage se fait facilement via le chemin des Meuniers.

4.3.2. CHOIX DU TYPE DE PASSE ET IMPLANTATION

Dans ce cas, pour l'aménagement d'une passe à poisson au droit de l'ouvrage, une passe de type rustique à macrorugosités a été choisie (souhait également de l'ONEMA).

La passe doit être implantée depuis la crête du barrage vers le pied. On implante l'ouvrage en extrémité droite du barrage pour des raisons d'emprise foncière. Cette situation permet d'envisager une passe rustique sur une pente du terrain naturel en rive droite (figure 36).

L'entrée de la passe se situe en pied de barrage mais dans sa partie la plus aval ce qui réduit les conditions d'attrait théorique. Cette situation est contrebalancée par le fait que l'inclinaison du barrage face à l'axe d'écoulement est faible, mais aussi que les parties basses de la crête du seuil se situent près de la rive droite et que par conséquent un excédent de débit en surverse se crée dans ce secteur.

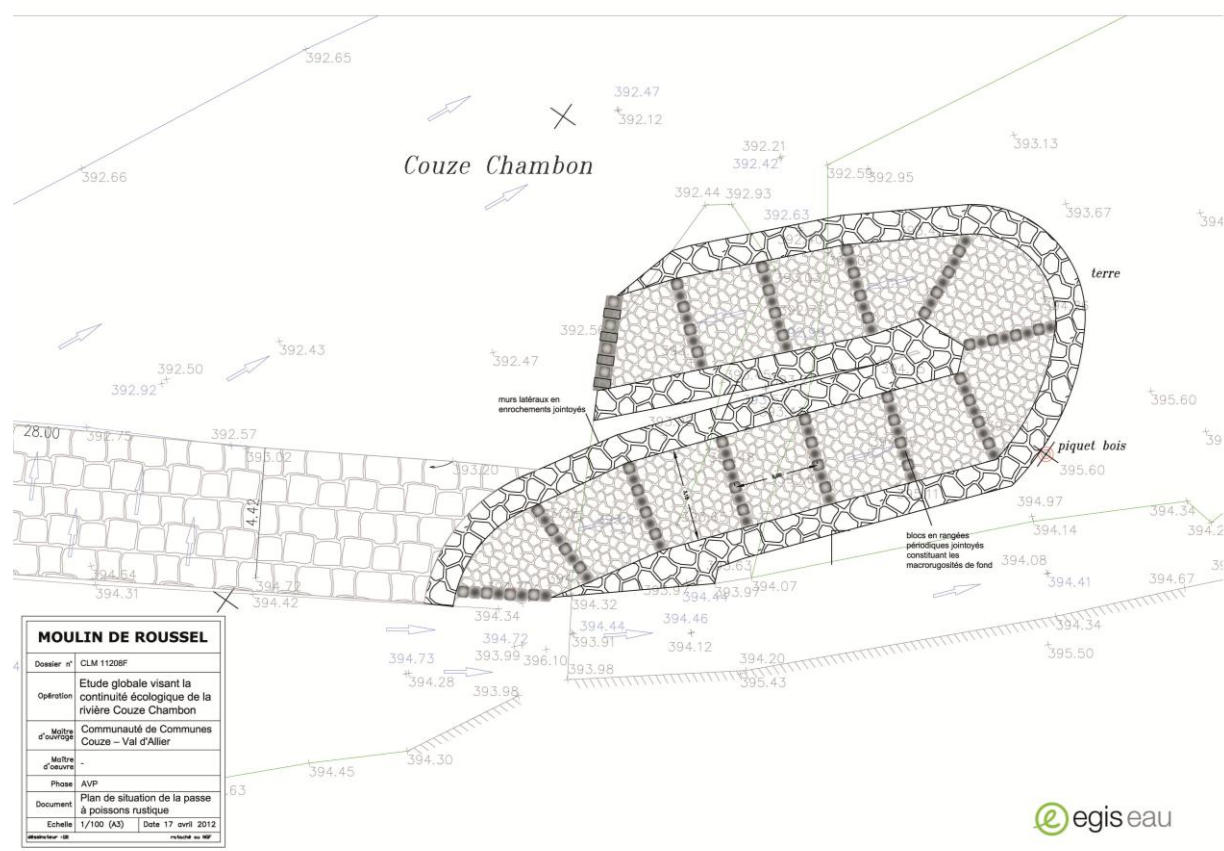


Figure 36 : plan de situation de la passe à poisson rustique

4.3.3. DETERMINATION DU DEBIT RESERVE

Dans le contexte hydrologique de la Couze Chambon, les débits d'étiage restent soutenus mais les débits courants, tributaires aussi des apports météorites, sont dans des valeurs moins importantes. Aussi, l'écart entre les deux est assez faible. Ainsi le QMNA5 se situe à 610 l/s et le 10^{ième} du module est de 268 l/s. En considérant le 10^{ième} du module on est donc très éloigné de conditions d'étiages naturelles pourtant importantes comme le QMNA5.

Afin de ne pas pénaliser le milieu en considérant la valeur basse potentielle réglementaire de 268 l/s, faible au regard de la valeur réelle de l'étiage de la rivière de 610l/s, Il a été décidé entre le propriétaire et les services de l'état de fixer le débit réservé entre ces deux valeurs soit 400 l/s. Ce débit constitue la valeur minimale de fonctionnement de la passe à l'étiage. Dans cette condition hydrologique la totalité des débits transitent par la passe à poisson.

L'entrée de la passe depuis la crête du seuil est calée depuis la cote la plus basse du seuil soit 394,64 m NGF pour une épaisseur de lame d'eau déversante de 30 cm nécessaire pour le saumon atlantique. Pour être certain que les débits transitent vers la passe sans surverse vers le point bas du seuil une revanche de 5 cm est appliquée. Sous cette hypothèse la cote de surverse de l'encoche est de 394,29 m avec une lame d'eau de 394,59m au débit réservé.

4.3.4. TRAVAUX ENVISAGES

Les rangées périodiques des enrochements constituant les seuils déversant noyés sont dimensionnées au débit réservé jusqu'à la fraction de deux fois le module (5,36 m³/s) transitant dans la passe (sans débit dérivé). Ceci assurant une lame d'eau de 30 cm au moins dans les surverses, des vitesses de jets maximales comprises entre 1,5 et 1,7 m/s et une puissance dissipée de 200W/m³ au maximum.

La fraction de 2X le module est estimée selon la répartition des charges entre le seuil et l'encoche d'alimentation de la passe (tableau 2).

Tableau 2 : répartition des débits entre la passe et le déversoir

Cote ligne d'eau au droit du seuil (m)	Q se déversant sur le seuil (m3/s)	Q dans l'encoche de la passe (m3/s)	Total des débits (m3/s)
394.87	3.65	1.07	4.72
394.88	3.98	1.10	5.08
394.89	4.31	1.13	5.44
394.9	4.66	1.16	5.82
394.91	5.01	1.18	6.19

Selon ce tableau la cote de la ligne d'eau au droit du seuil est légèrement en dessous de 394,89 m NGF soit pour un débit d'alimentation de la passe de 1,13 m³/s. Ces objectifs sont atteints en fonction de la pente de l'ouvrage et de la taille des blocs régissant les écoulements et vérifiés par la note de calcul (figure 37).

La cote du radier au point le plus amont de l'ouvrage est 393,88m. La cote en pied de barrage est 392,47m. Le dénivelé est de 1,41 m. La pente de la passe étant de 4 % ; la longueur de l'ouvrage est de 35,25 m.

					
Dossier : Etude globale visant la continuité écologique de la rivière Couze Chambon					
Maître d'ouvrage : Communauté de communes Couze – Val d'Allier					
Ouvrage : Passe rustique en enrochements en rangées périodiques sur le moulin de Roussel					
Variables	unités	QMNA5	débit réservé	2Xmodule	Q100
pente	m/m	0.04	0.04	0.04	0.04
Hauteur d'eau dans les bassins	m	0.80	0.7	1	2.47
Hauteur des seuils	m	0.4	0.4	0.4	0.4
Lame d'eau totale en écoulement gravitaire seuils noyés	H				0.63
Largeur moyenne des blocs isolés	m	0.40	0.4	0.4	0.40
hauteur utile des blocs isolé	m	0.7	0.7	0.7	0.7
Epaisseur du bloc isolé	m	0.7	0.7	0.7	0.7
largeur du passage libre entre les blocs	m	0.40	0.4	0.4	0.40
largeur de l'ouvrage	m	3.15	3.15	3.15	3.15
espacement longitudinal entre les blocs	m	3	3	3	3
Coefficient de débit des seuil entre blocs isolés	-	0.35	0.35	0.35	0.35
Coefficient de noyage du seuil	-	1	1	1	0.6
Coefficient de trainée du bloc isolé	-	1.4	1.4	1.4	1.4
Masse volumique du bloc	kg/m ³	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00
mode d'assemblage du tapis d'enrochement	jointoiement de 30 à 50 %				
		16.7	16.7	16.7	16.7
Diamètre équivalent du seuil isolé	m	0.72	0.72	0.72	0.72
Surface de la face opposée à l'écoulement	m ²	0.28	0.28	0.28	0.28
profondeur ancrage minimale bloc isolé	m	0.35	0.35	0.35	0.35
hauteur totale du bloc isolé min	m	1.05	1.05	1.05	1.05
Puissance dissipée volumique dans les bassins	W	94.98	71.40	141.37	338.84
Charge sur les seuils	m	0.40	0.30	0.60	2.072
Chute entre les bassins	m	0.12	0.12	0.12	0.12
Vitesse maximale dans les jets	m/s	1.53	1.53	1.53	1.53
porosité des rangées de blocs	-	0.5	0.5	0.5	0.5
débit unitaire entre les blocs isolés	m ³ /s/m	0.192	0.127	0.360	2.135
				si noyés	2.13
Débit total dans l'ouvrage	m ³ /s	0.61	0.40	1.13	6.72
Débit total dans l'ouvrage	si noyé			si noyé	6.72
rapport entre la chute et la charge du seuil	m	0.70	0.60	0.80	0.94
submersion relative des enrochements	m	0.56	0.43	0.86	2.96
Masse du bloc isolé	kg	519.4	519.4	519.4	519.4
Volume du bloc isolé	m ³	0.196	0.196	0.196	0.196
poids du bloc isolé	N	3173	3173	3173	3173
Bras de levier de la force en écoulement	m	0.35	0.35	0.35	0.35
Bras de levier du poids du bloc	m	0.35	0.35	0.35	0.35
Vitesse débitante à la crue centennale	m/s				3.40
Vitesse critique de stabilité des blocs isolés	m/s	4.02	4.02	4.02	4.02
rugosité globale du seuil	ms ⁻²	23.17	23.17	23.17	23.17

Figure 37 : note de calcul permettant de définir la taille et l'implantation des blocs en rangées périodiques

Des éléments de maçonneries anciennes seront démolis, notamment des déversoirs ruinés sur le canal de décharge de la prise d'eau. Un piquetage du tracé de la passe rustique sera réalisé. Une fouille de façonnage de la pente globale du coursier sera aussi réalisée. Les fouilles approfondies des murs latéraux en enrochement seront creusées.

La réalisation partielle (fondations) de ces murs peut se faire en premier afin de bien délimiter l'emprise du chenal. Les fouilles d'ancrages des rangées de blocs périodiques seront réalisées.

Les rochers seront issus d'un tri sélectif au préalable afin de respecter au mieux les dimensions théoriques. Le jointoiement entre les blocs, pour renforcer la solidité des rangées et garantir l'étanchéité, se fait par un béton hydraulique approprié et une finition au mortier technique d'étanchéité.

Le fond constituant la pente globale se fait sur un lit de géotextile synthétique non tissé à valeur de filtre laissé en attente et pris sous les fondations des murs latéraux et des rangées de blocs. Ce filtre synthétique est recouvert d'un filtre minéral à granulométrie progressive et la couche supérieure du plan radier est constitué de blocs. Il sera constitué de blocs finement appareillés mais constituant une rugosité de fond significative. Ces blocs sont jointoyés de 30 à 50 %.

La première ligne de la passe est complétée en fond d'une bêche en béton formant l'ancrage et à valeur de parafouille. La dernière ligne, entrée de la passe, est elle aussi constituée d'une maçonnerie en béton sous la profondeur d'affouillement.

Cette fondation se prolonge en surface en remplacement des blocs bas de la ligne d'enrochement. Cela permet en complément de l'ancrage de l'ouvrage de noyer dans ces redents des conduites traversières en fond de radier de diamètre 300 mm formant des orifices de fond complémentaires aux écoulements de surfaces (figure 38).

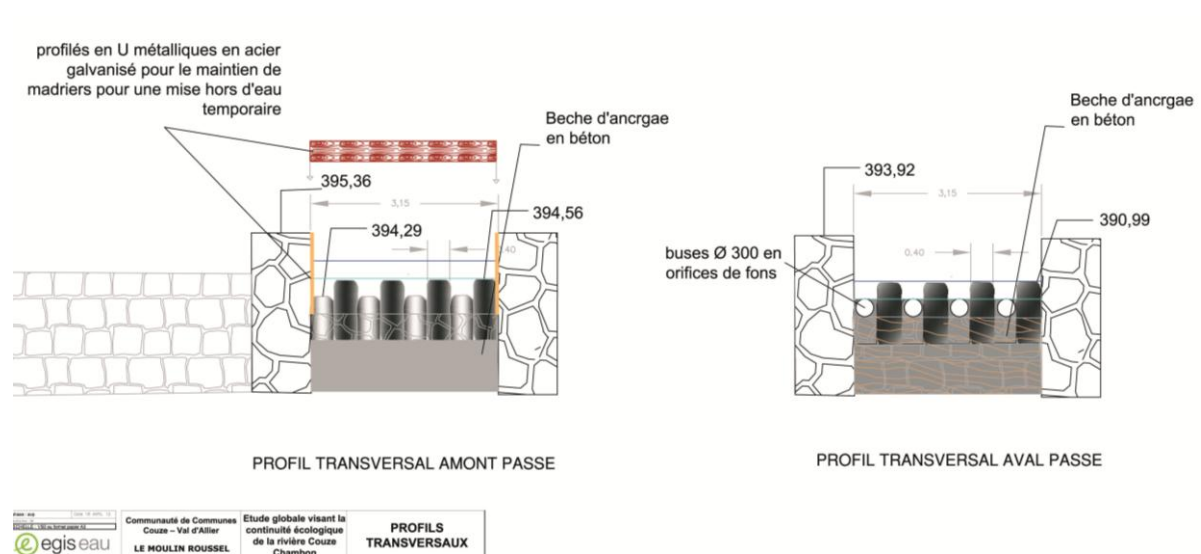


Figure 38 : profils transversaux de la passe (réalisation : G. Reix)

La continuité piscicole va être restaurée et la continuité sédimentaire continuera de s'effectuer en partie par le bief du moulin et en partie par la passe à poissons.

Aucune incidence hydraulique n'est envisagée pour cet ouvrage.

Le seuil étant maintenu, il n'y a aucun risque d'érosion régressive vers l'amont. Aucun ouvrage n'est menacé et aucune mesure d'accompagnement n'est donc nécessaire.

La passe à poissons est calibrée de telle façon qu'un débit minimum soit assuré dans le bras « naturel » de la rivière. En revanche la ligne d'eau en amont de l'ouvrage reste impactée par celui-ci. Cet ouvrage n'a pas d'incidence sur les usages, le propriétaire va pouvoir continuer à utiliser son droit d'eau notamment pour des fins de production d'électricité.

4.3.5. CHIFFRAGE

Le chiffrage de ce scénario est présenté en annexe 8.

4.4. COUZE CHAMBON 4

4.4.1. SCENARIOS PREVUS

Pour cet ouvrage, l'arasement semble complexe d'après l'analyse multicritères (Annexe 9) dans la mesure où l'érosion régressive remettrait en cause la franchissabilité du radier du pont des Croix Basses (Couze Chambon 5) et éventuellement la stabilité du pont.

En revanche l'arasement de la murette de 50 cm en crête de seuil est tout à fait concevable et n'aura qu'un effet sur le couvert alluvionnaire (aucune érosion régressive). Le doute subsiste quant à la nature du reste de l'ouvrage (présence d'un seuil naturel ?), aucune carte géologique précise du secteur n'étant disponible (annexe 4).

L'aménagement d'une passe à poisson est complexe dans le contexte du seuil et très onéreuse pour un ouvrage maintenant sans usage mais ce scénario doit être développé dans le cas où le propriétaire veuille maintenir son ouvrage en l'état.

Les scénarios dérasement de l'ouvrage et aménagement d'une passe à poisson sont détaillés de la façon suivante.

4.4.2. SCENARIO DERASEMENT DE L'OUVRAGE

4.4.2.1. MISE EN ŒUVRE ET CHIFFRAGE

L'accès à la pelle mécanique doté d'un brise roche hydraulique se ferait par la rive droite depuis le pont de la RD3 situé en aval proche. Cet accès permet d'éviter de traverser les rues trop étroites du village.

La démolition en étiage commencerait en rive gauche sur la crête pour constituer une échancrure concentrant les débits sur cette rive. Une échancrure serait réalisée et laissée en l'état quelques jours

pour favoriser l'abaissement des alluvions progressivement. Cette incision permettrait la mise hors d'eau de l'autre extrémité du barrage.

Les produits de démolition viendraient combler le canal de prise d'eau pour permettre à la pelle mécanique de remonter dans la retenue amont et démonter le reste de l'ouvrage depuis la crête progressivement.

Une fosse de dissipation s'est créée à l'aval du seuil. Elle peut être comblée en partie par les déblais de ce seuil et par les produits sédimentaires de l'amont remis en mouvement en aval par la démolition du seuil.

La présence probable d'un flanc rocheux en fondation du seuil (identique à celui du pont des Croix Basses) garantira la stabilisation du profil en long. Il pourrait être envisagé d'aménager la chute restante par déroctage.

Le dérasement du seuil rétablira la libre circulation de la faune aquacole et le transit sédimentaire. Aucune incidence hydraulique n'est envisagée.

Le chiffrage de ce scénario est détaillé en Annexe 10.

4.4.2.2. PENTE NATURELLE DU COURS D'EAU ET EROSION REGRESSIVE EN AMONT

Les relevés topographiques et la reconstitution de la pente naturelle probable du cours d'eau indiquent que l'érosion régressive occasionnée par cette suppression pourrait se situer 150 mètres en amont, au droit d'un radier marquant la limite du remous liquide et pouvant constituer un « point dur » d'arrêt de l'incision dans le cas d'un remous solide modéré.

Cette zone correspondrait au remous solide par comblement de la retenue confondue avec le plan d'eau du barrage et le remous liquide qui résulte de la perte de charge. Dans ce cas l'érosion régressive ne remettrait pas en cause la chute du pont des Croix Basses.

En revanche un remous solide régressif est susceptible de s'étendre plus en amont de cette zone d'influence dans le cas d'un engravement plus ancien.

En effet, le tracé de la pente originelle sur la topographie actuelle montre aussi un recoupement vers le pied du pont des Croix basses. Cela suggère que l'influence de l'engravement consécutif à la présence du seuil du moulin du Pont pourrait s'étendre jusqu'à cet ouvrage.

Il faut aussi ajouter le fait que la pente naturelle est reconstituée au droit de la zone d'étude par une topographie ponctuée de seuils. Les cotes pivots en aval et en amont sont susceptibles d'être influencées par les remous des ouvrages en cascade masquant un exhaussement du fond parallèle.

Dans ce cas cela signifie que l'arasement de l'ouvrage peut modifier la hauteur de la chute du radier du pont des Croix Basses et influencer la stabilité de ses fondations.

Sans références altimétriques originelles du cours d'eau dans ce contexte de profil en long très artificialisé, il est difficile de trancher sur l'ampleur de l'érosion régressive.

4.4.2.3. MODIFICATION DU TRANSPORT SOLIDE EN AMONT DU SEUIL

- Influence du barrage sur les écoulements :

Les observations et relevés à l'étiage et en hautes eaux hors période de crue montre que l'écoulement entre 0 et 15 m³/s est régi en deux section distinctes :

- Du radier du pont des Croix basses jusqu'à une zone de radiers mouilles naturelles (soit 84 m plus bas) où l'écoulement est en régime fluvial. L'aval, donc le plan d'eau, n'interfère pas sur les écoulements à surface libre régie par la pente de cette section.
- De cette zone de radiers à la crête du plan d'eau la surverse du seuil conditionne la ligne d'eau en amont dans la zone du remous liquide.

Au-delà de 15 m³/s, la charge en eau se déversant sur le seuil est susceptible d'influencer les conditions d'écoulement sur toute la section entre le seuil et le pont. L'influence se fait par une élévation de la ligne d'eau vers l'amont et entraine une réduction des vitesses par rapport aux conditions d'écoulement gravitaire initiales.

En d'autres termes, la présence du barrage réduit les capacités de transport solide pour des débits supérieurs à 15 m³/s. C'est le processus qui conditionne l'engravement régressif vers l'amont après comblement de la retenue.

Cela signifie que les conditions de transports dans la zone aval proche du pont des Croix Basse seront possiblement modifiées à partir de cette récurrence en cas d'arasement ou de dérasement.

- Détermination des conditions de charriage des alluvions en cas de suppression du barrage :

La force tractrice critique représente la force qui permet la mise en mouvement des matériaux du lit. Celle-ci peut être calculée pour différentes classes de granulométrie selon la pente naturelle probable de 0.82 %.

La force tractrice est la force qui s'exerce sur le matelas alluvial à un débit donné. Plus le débit, donc le tirant d'eau augmente, plus cette force augmente. Lorsque la valeur atteint celle de la force tractrice critique, les matériaux sont susceptibles de se mobiliser par charriage (S. Rodrigues, comm. pers.).

La figure 39 montre que les pierres de taille de 5 cm ont une mobilité très récurrente (à partir de 10 m³/s, soit probablement lors des crues d'ordre de retour annuel).

Les galets de taille supérieure (10 cm) nécessitent des crues morphogènes biennales et les fractions supérieures (15 cm) des crues de récurrence 5 à 10 ans. Les grosses alluvions de plus de 20 cm sont charriées sur des évènements plus rares.

Si l'on se réfère au chapitre précédant traitant de l'influence du barrage sur les écoulements ; on sait qu'au-delà de 15 m³/s cette fonction de transport solide est susceptible d'être altérée sur toute la section jusqu'au pont des Croix Basses. La partie en aval du pont des Croix Basses est donc, en présence du seuil, potentiellement soustraite à la mobilité des alluvions dont la taille dépasse les 7cm.

En l'absence du seuil, le risque de mise en mouvement de ces particules est inférieur à la crue biennale. Le risque de mobilité reste très significatif pour la fraction jusqu'à 15 cm de diamètre. Cette fraction étant importante entre le pont et le plan d'eau, le risque d'érosion régressive est donc significatif.

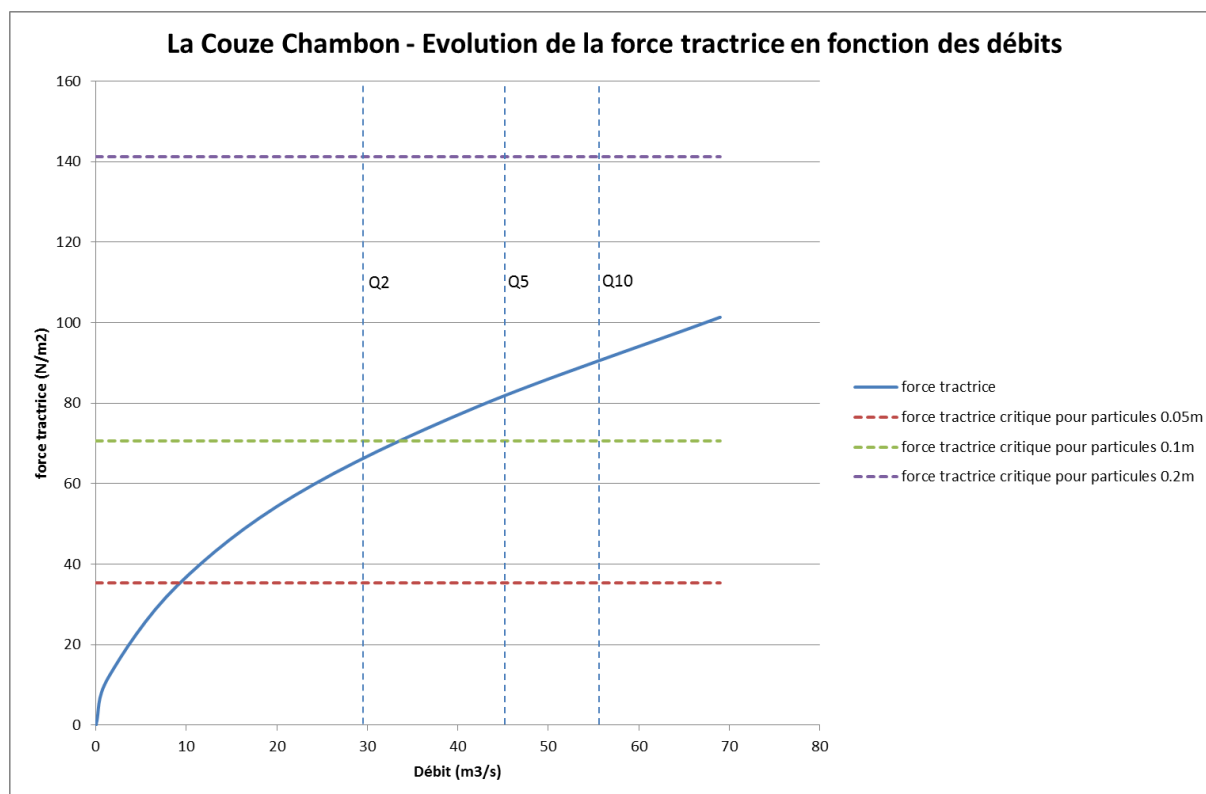


Figure 39 : évolution de la force tractrice en fonction des débits

4.4.2.4. EROSION LATÉRALE EN AMONT DU SEUIL ET INCIDENCES SUR LA RIPISYLVE

Dans l'intrados rive droite, l'incision pourra conduire à la mise hors d'eau des berges et une reprise des processus érosifs sur cette rive par modification du régime d'écoulement.

Néanmoins, les berges en amont sont sans enjeux de construction (hormis quelques murs de soutènement de terrains non bâtis) et sont végétalisées. L'ajustement naturel du lit aux nouvelles conditions hydrauliques devrait donc se faire facilement.

La démolition du seuil peut en revanche, dans la courbe vive du lit, accentuer une érosion en rive droite. Elle n'entraînerait aucun désordre particulier. Pour prévenir le processus, quelques enrochements peuvent être disposés sur une dizaine de mètres dans l'axe du seuil démonté sur la rive droite.

Le risque de départ massif des alluvions vers l'aval constitue le risque majeur pour le milieu. Les fines sableuses seraient remises en suspension et viendraient colmater le couvert grossier. Néanmoins, cette incidence ne serait que temporaire car la reprise des transports lors des hautes eaux et crues

annuelles permettrait de redistribuer ces fines vers l'aval. En outre la faible présence de matières organiques n'est pas susceptible de dégrader la qualité de l'eau.

Les matériaux plus grossiers seraient mis en mouvement par charriage de fond sur plusieurs années au fil des crues morphogènes de l'aval vers l'amont par érosion régressive. Un engravement léger et temporaire de l'aval se produira mais sera sans conséquences majeures.

L'ouvrage ne permet plus un usage fonctionnel de la force motrice.

4.4.3. SCENARIO AMENAGEMENT D'UNE PASSE A POISSON

On considère l'arasement de la murette puis l'aménagement d'une passe à poissons. L'écoulement préférentiel en rive gauche qui est constaté avant travaux serait donc à rectifier lors de l'arasement de la murette afin d'obtenir un débit « d'attrait » en rive droite dans le cas d'un aménagement situé sur cette rive. Ceci limitant aussi l'érosion ayant lieu sous un mur maçonné situé en rive gauche et menaçant de le faire s'effondrer dans la rivière.

Pour ce scénario, différents types de passe à poissons sont envisageables. Soit une passe rustique avec une implantation en rive gauche ou droite, soit une passe en génie civil avec une implantation en rive gauche préférentiellement.

4.4.3.1. CHOIX D'UNE PASSE RUSTIQUE

- Caractéristiques (lignes d'eau, dénivelés et longueur utile de l'ouvrage) :

La crête du seuil est à la cote en rive droite de 398.76 m. On considère un arasement de la rehausse à 398.37m.

La cote de la ligne d'eau en amont de la retenue au QMNA5 est estimée à 398.39 m sur la base des observations (398.78 m en l'état sans arasement de la rehausse) mais la mesure en rive droite ne tient pas compte d'un déversement préférentiel en rive gauche (cote du barrage à 398.57 m en rive gauche contre 398.76 m de l'autre côté).

L'arasement et l'implantation en lieu et place du devers de la passe pourraient modifier cette condition de la charge en eau à l'étiage.

Par un calcul en déversoir à crête épaisse sur un barrage à altitude uniforme de 398.37 m, les 610 l/s pourraient atteindre la cote de de 398.42 m.

La ligne d'eau à l'étiage en pied du seuil est à la côte 396.41 m. La hauteur de chute à aménager dans ces conditions est estimée à 2.01 m après arasement de la rehausse.

Une passe rustique de pente 0.04 à 0.05 m/m nécessite un coursier de 40 à 50 m.

En condition de hautes eaux à 2X le module ($5.36\text{m}^3/\text{s}$), la charge déversante sur le seuil est estimée à 21 cm soit une cote de 398.58 m après arasement. La cote en aval est incertaine mais les conditions hivernale à $7\text{m}^3/\text{s}$ ont permis de lever une cote de 396.78 m. On retiendra une cote arbitraire de 396.70 m. Le dénivelé après arasement serait en hautes eaux de 1.88 m.

- Implantations possibles en rive gauche ou en rive droite.

Rive gauche : Un tel ouvrage ne peut être implanté depuis le pied du seuil en rivière de contournement jusque dans la retenue en amont de l'ouvrage. La rive gauche est un flanc rocheux escarpé. L'ouvrage peut être construit en incision dans le barrage depuis le pied de l'ouvrage jusque dans la retenue en amont (figure 40) sur la rive gauche. Une telle implantation, depuis la zone la plus en amont du pied de la retenue, est intéressant pour son attractivité mais sa faisabilité technique est complexe. L'accès à la rive gauche pour des engins depuis l'amont de l'ouvrage est impossible. En aval depuis le pont de la RD3 la présence des fosses en pied d'ouvrage rend difficile la circulation dans le lit. Un tel ouvrage est très destructif et impose la construction de contre-murs solides.

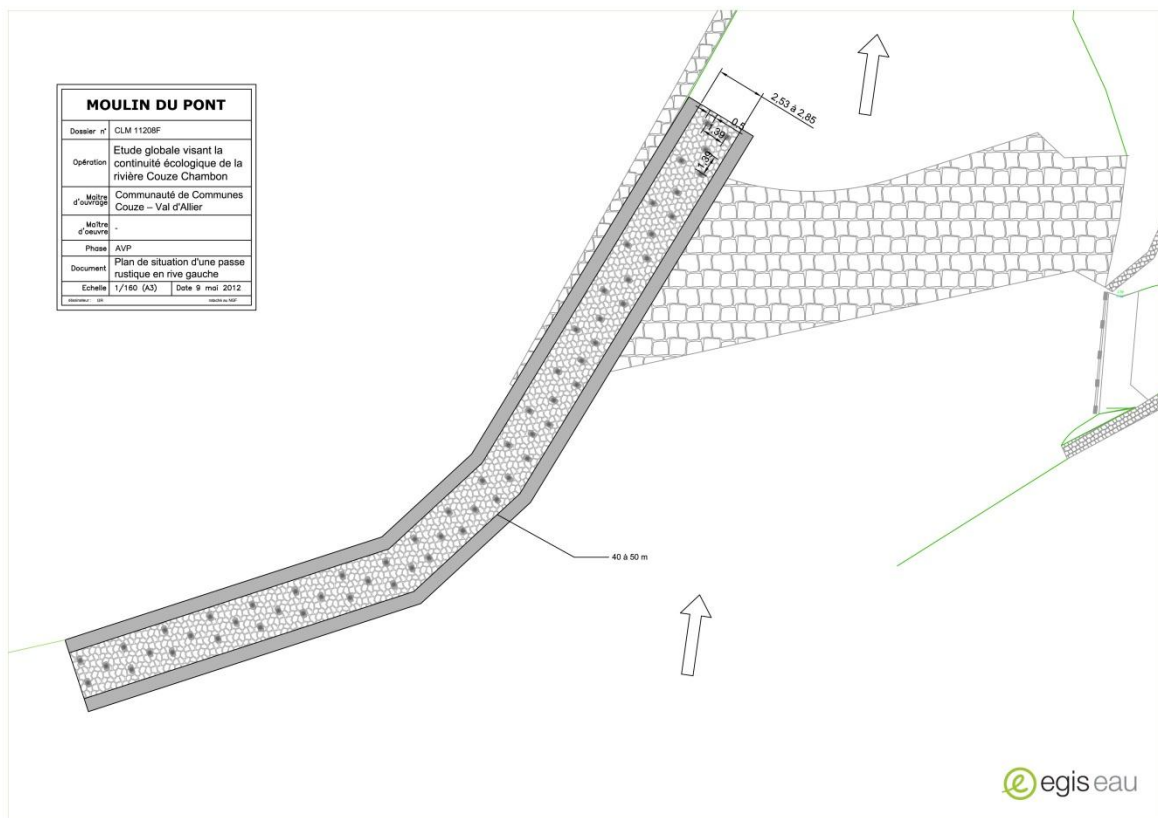


Figure 40 : plan de situation d'une passe rustique en rive gauche (réalisation : G. Reix)

Rive droite : On ne peut pas planter le coursier depuis le pied du barrage jusque dans l'amont de la retenue par contournement ou en incision du barrage car l'ouvrage couperait la prise d'eau. Il s'agirait de construire un ouvrage de continuité écologique en supprimant les possibilités d'usages ; solution qui manque de cohérence. La solution d'implantation sur ce côté est de construire l'ouvrage en rive droite entre le canal de prise d'eau et le cours d'eau sous forme d'un chenal à macrorugosités (figure 41). De par sa situation légèrement en aval du barrage, son attractivité est amoindrie. En revanche en considérant l'aménagement d'un accès en rive droite depuis le pont de la RD3, la réalisation semble plus aisée que sur l'autre berge et sans surcoût de mise hors d'eau.

Le fonctionnement du dispositif est identique quel que soit son implantation (même débit unitaire et pente) ; On considère que la totalité du débit d'étiage transite dans l'ouvrage. On vérifie que les conditions à plus fort débits (2X module) restent favorables ; dans cette condition hydrologique, le débit transitant dans l'ouvrage représente 16 % du débit de la rivière ; l'attractivité du dispositif est suffisante ; une encoche latérale à côté du coursier rugueux peut être construite en complément si nécessaire.

Les notes de calcul présentent un dispositif à macrorugosités en enrochement régulièrement répartis sur le plan incliné ; l'un est à pente de 4 % l'autre à 5 % (Annexe 11).

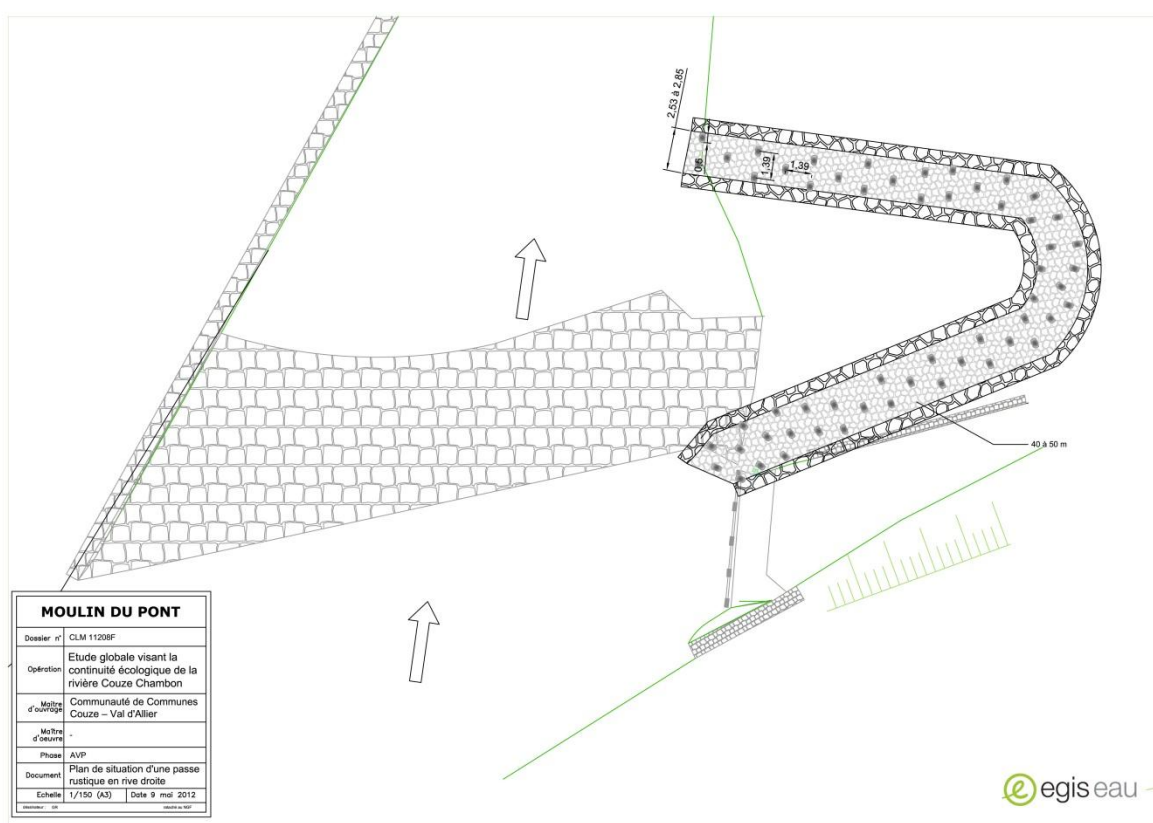


Figure 41 : plan de situation d'une passe rustique en rive droite (réalisation : G. Reix)

4.4.3.2. CHOIX D'UNE PASSE EN GENIE CIVIL

Une passe en génie civil en béton (passe à échancrure profonde et orifices noyés) impose (en visant l'espèce cible saumon) une longueur de bassin utile d'au moins 2.5m. On retiendra avec l'épaisseur des maçonneries une longueur de 2.7m. La largeur retenue est de 1.5m.

Un dénivelé de 0.20m maximal entre les cloisons impose pour une hauteur de chute de 2.01m 9 bassins et 10 cloisons sur une longueur de 24 m.

Un tel ouvrage est réalisable depuis le pied du barrage en rive gauche jusque dans l'emprise du seuil moyennant la création d'une profonde encoche dans le seuil stabilisé de solides murs longitudinaux.

Du QMNA5 à 2x du module la passe fait transiter 207 l/s à 280 l/s (de 33 % à 5 % du débit) ; il peut être utile d'ajouter une encoche latérale acheminant vers le pied de la passe un débit d'attrait supplémentaire.

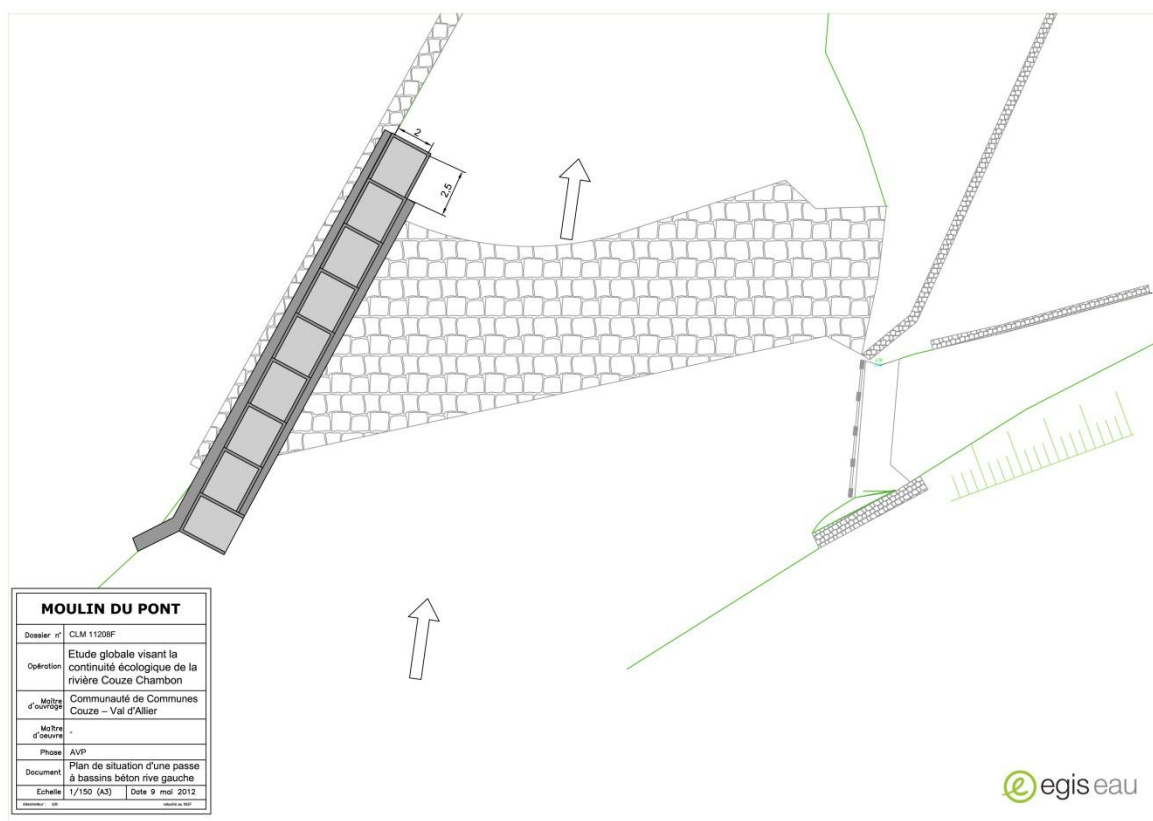


Figure 42 : plan de situation d'une passe en génie civil rive gauche (réalisation : G. Reix)

4.4.3.3. BILAN COMPARE DES SOLUTIONS

Les deux passes rustiques sont des ouvrages très fonctionnels en étiage car elles concentrent une grande partie du débit. En hautes eaux ces coursiers acheminent 16 % des débits (tableau 3). C'est une fraction attractive et fonctionnelle. Ce type de dispositif est plus attractif en rive gauche depuis le pied du seuil en situation amont de l'obstacle.

La passe en génie civil offre une gamme de débits de transition moins bonne (5% en hautes eaux) et sera peut-être plus sélective pour les individus de petite taille. Les dispositifs rustiques nécessitent moins d'entretien et sont surtout moins sensibles au colmatage alluvionnaire. Si le volume des bassins d'une passe en génie-civil n'est pas maintenu, sa fonctionnalité est altérée.

Le défaut de transit sédimentaire perdura.

Les ouvrages sont sans incidences sur les écoulements.

Les passes à poisson ne devraient pas entraîner de désordres morphodynamiques.

Hormis en phase de travaux ou une mobilisation des sédiments est possible, ces ouvrages n'ont pas d'incidence écologique.

Il est possible d'envisager une remise en charge de la prise d'eau pour retrouver un usage de la force motrice.

Tableau 3 : comparaison des dispositifs

	Attractivité		Puissance dissipée maximale (W/m3)		Vitesse maximale (m/s)		Faisabilité technique	Coût des travaux	Coût d'entretien
	QMNA5	2 X module	QMNA5	2 X module	QMNA5	2 X module			
Passe rustique rive droite	100%	16%	209 à 296 (suivant la pente)	215 à 305 (suivant la pente)	1.26 à 1.42 (suivant la pente)	1.39 à 1.56 (suivant la pente)	Correct avec un accès possible depuis l'aval pour les engins	66 677.38 €	500 à 1000 €/an
Passe rustique rive gauche	100%	16%	209 à 296 (suivant la pente)	215 à 305 (suivant la pente)	1.26 à 1.42 (suivant la pente)	1.39 à 1.56 (suivant la pente)	Moyenne sous condition d'accès depuis la berge rive droite depuis le pont de la RD3	135 046.34 €	500 à 1000 €/an
Passe à bassins à échancrure et orifice	33%	5%	208	195	0.26	0.25	Moyenne sous condition d'accès depuis la berge rive droite depuis le pont de la RD3	86 357.18 €	de 1500 à 3 000 €/an
<i>Attention ! la puissance volumique dans le cas de passe à bassins et de passe rustique ne sont pas comparables.</i>									

4.5. COUZE CHAMBON 5

L'ouvrage peut être laissé en l'état bien que certainement un peu sélectif mais son aménagement dépendra du choix retenu sur Chambon 4 en aval immédiat.

Dans le cas d'un dérasement du seuil du moulin il peut être utile d'aménager la chute pour éviter d'accroître celle-ci. Une brèche associée à une protection des fondations par enrochement jointif peut être envisagée.

L'avant-projet pour cet ouvrage est dans l'attente d'une décision pour l'ouvrage Couze Chambon 4.

5. CONCLUSION

La partie aval de la rivière Couze Chambon dispose de conditions idéales pour la reproduction des salmonidés (truites et saumon atlantique) notamment en terme de substrat, température et oxygénation de l'eau. La suppression ou l'aménagement de l'ensemble des ouvrages situés les plus à l'aval va permettre d'ouvrir l'accès aux poissons migrateurs arrivant de l'Allier et donc de décroiser une partie de la rivière.

Durant ce stage, les avant projets ont été finalisés et validés par le maître d'ouvrage pour quatre ouvrages, deux sont en revanche toujours en cours.

Pour Couze Chambon 1bis et 2 (seuil d'irrigation de la Ribeyre et seuil de Lavour) l'effacement de l'ouvrage est envisagé. Ceci est le scénario le plus avantageux pour le milieu et aucune contrainte ne s'oppose à sa réalisation.

Pour Couze Chambon 3 (seuil du moulin Roussel) l'aménagement de l'ouvrage par un dispositif de franchissement est la seule solution envisageable compte tenu de la volonté des propriétaires de conserver leur droit d'usage de l'eau (projet de microcentrale en cours d'autorisation). Une passe rustique à macrorugosités est envisagée en rive droite.

Pour Couze Chambon 4 (seuil du moulin du Pont) plusieurs scénarios sont possibles. L'étude d'avant-projet se conclue par les esquisses de trois implantations de passes à poisson différentes. Le dérasement de l'ouvrage est aussi envisagé et a nécessité le calcul de l'érosion régressive potentielle en amont. Le résultat indique qu'en cas d'effacement, l'érosion régressive remonterait jusqu'à l'ouvrage suivant (Couze Chambon 5) et le rendrait alors infranchissable. Le stade avant-projet est donc suspendu pour cet ouvrage dans l'attente d'une décision pour Couze Chambon 4.

La problématique du Bief de Coudes n'est en revanche toujours pas terminée, aucune solution technique respectant la réglementation en vigueur n'ayant été trouvée.

Les ouvrages annexes de l'étude sont considérés comme transparents pour ce qui est des deux radiers de pont. En revanche Couze Chambon 6 et 7 sont difficilement franchissables et des solutions de restauration sont donc à prévoir.

D'ici fin 2013, début 2014, l'ensemble du site d'étude devrait normalement respecter la continuité écologique.

Bibliographie

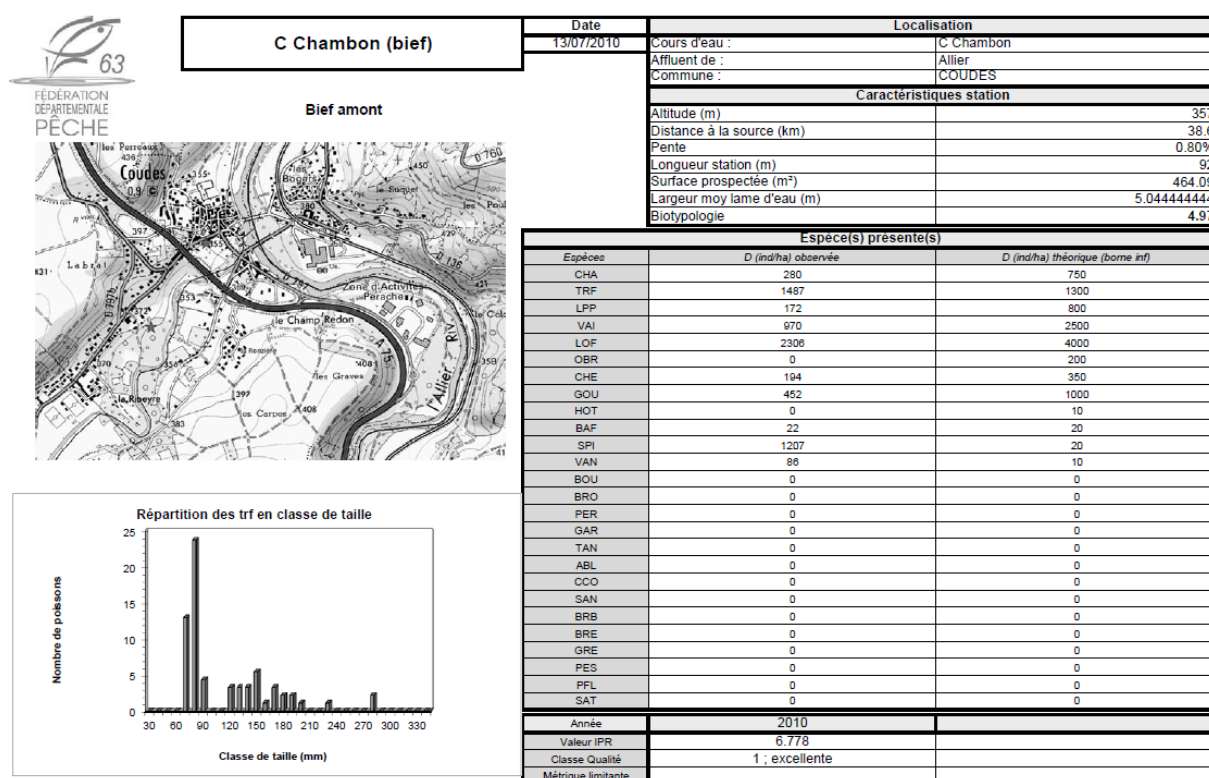
- **BANQUE HYDRO**, données sur les débits de la Couze Chambon en 2012 à Champeix. Disponible sur : «<http://www.hydro.eaufrance.fr/presentation/procedure.php>» (consulté le 10/08/2012).
- **BANQUE HYDRO**, données sur les débits caractéristiques de la Couze Chabon à Champeix. Disponible sur : «<http://www.hydro.eaufrance.fr/presentation/procedure.php>» (consulté le 10/08/2012).
- **EPTB Charente**, 2011. La restauration de la libre circulation des poissons migrateurs sur les bassins Charente et Seudre. Support de présentation, EPTB Charente.
- **HUGER, F.**, 2011. La continuité écologique des cours d'eau : pourquoi la préserver et comment la restaurer?. Support de présentation. ONEMA.
- **MALAVOI, J.R.**, 2003. Stratégie d'intervention de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne sur les seuils en rivière. Agence de l'Eau Loire-Bretagne.
- **MALAVOI, J.R., SALGUES, D.**, 2011. Arasement et dérasement de seuils. Pôle hydroécologie ONEMA/CEMAGREF.
- **ONEMA**, 2010, Recueil d'expériences sur l'hydromorphologie, partie 1 : pourquoi restaurer ?, Support de présentation. ONEMA.
- **SCHEUER, S., JOERI, N.**, 2010, "10 years of the Water Framework Directive: A Toothless Tiger?". European Environmental Bureau.
- **SOUCHON, Y., NICOLAS, V.**, 2011. Barrages et seuils : principaux impacts environnementaux, Pôle hydroécologie ONEMA/CEMAGREF.

Liste des figures et tableaux

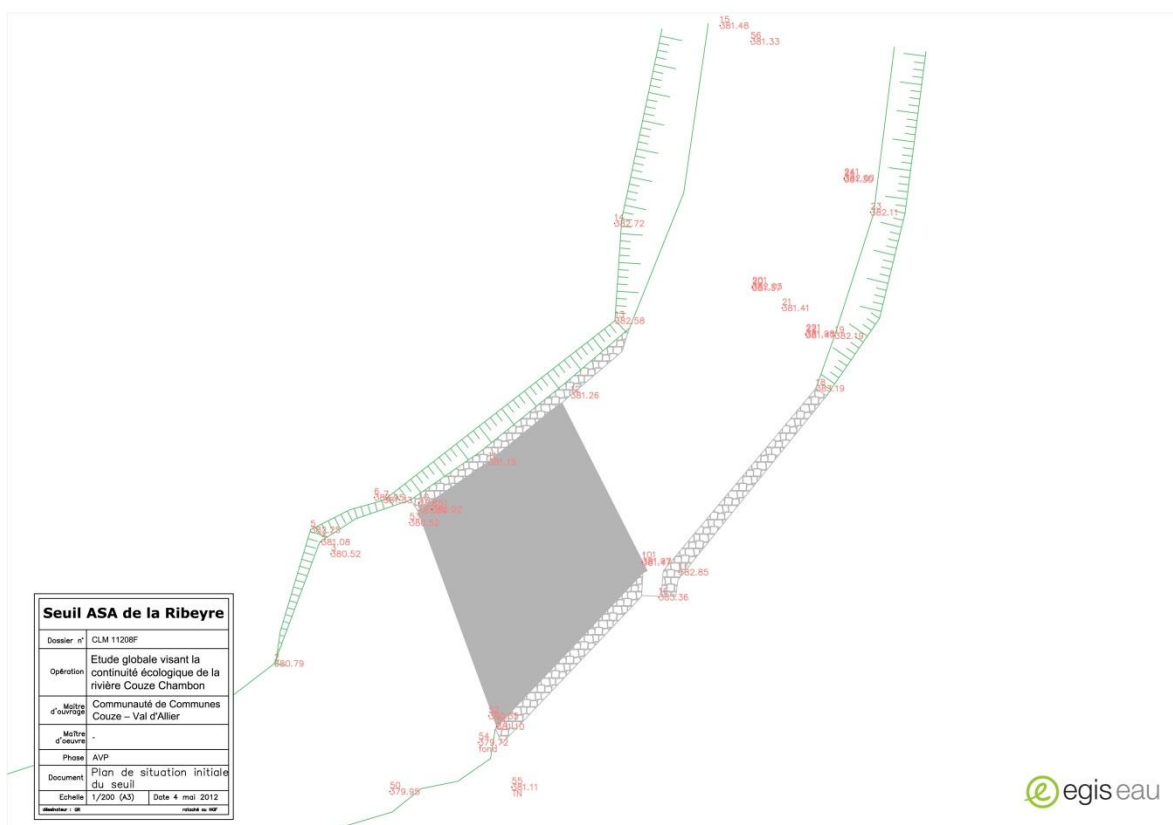
Figure 1 : carte du réseau hydrographie du bassin Loire Bretagne (source : Agence de l'eau Loire Bretagne)	7
Figure 2 : carte SIG du bassin versant de la Couze Chambon (source : PA Gombault)	7
Figure 3 : débit de la Couze Chambon mesuré en 2012 à la station de Champeix (source : banque hydro).....	8
Figure 4 : données caractéristiques de la Couze Chambon à la station de Champeix (source : banque hydro).....	8
Figure 5 : localisation des ouvrages de l'étude situés sur la commune de Neschers	10
Figure 6 : carte avec vue globale des ouvrages sur l'ensemble du site d'étude.....	11
Figure 7 : ZNIEFF de type 1 coteaux de Neschers présente au niveau du secteur d'étude (source : DREAL Auvergne)	12
Figure 8 : cartographie des habitats d'intérêt communautaire (source: DREAL Auvergne)	13
Figure 9 : cartographie des habitats potentiels des espèces des rivières (source : DREAL Auvergne).....	14
Figure 10 : carte du périmètre du SAGE Allier Aval et localisation de la Couze Chambon (source : gest'eau)	15
Figure 11: évaluation de l'état écologique de la Couze Chambon aval (Source : Agence de l'eau Loire Bretagne)	16
Figure 12 : photo d'une pierre recouverte d'algues filamenteuses.....	17
Figure 13 : photo d'ombre (gauche) et truite (droite).....	17
Figure 14 : photo du site de la cascade à l'étiage le 09/08/2012 (source : PA Gombault)	18
Figure 15 : photo du radier du pont de l'autoroute A 75 (source : PA Gombault)	18
Figure 16 : vues du bief et de l'ancienne prise d'eau	19
Figure 17 : vue aval du pont de la RD 229 le 18/06/2012 (source : PA Gombault)	19
Figure 18 : photos du substrat au niveau de la RD 229 (source : PA Gombault)	20
Figure 19 : vue aval du seuil de l'ASA de la Ribeyre à l'étiage (source : com com Couze Val d'Allier)	21
Figure 20 : photo aérienne au niveau de l'ouvrage Couze Chambon 1bis (source : géoportail)	21
Figure 21 : vues à l'étiage et en hautes eaux du seuil de Lavar (source : PA Gombault)	22
Figure 22 : profil en long de la rivière au niveau du seuil de Lavar	22
Figure 23 : vue aérienne au niveau du seuil de Lavar (source : géoportail)	23
Figure 24 : photo du seuil du moulin Roussel à l'étiage le 09/08/2012 (source : PA Gombault)	24
Figure 25 : vue du canal de décharge à l'étiage (source : PA Gombault)	24
Figure 26 : profil en long au niveau du moulin Roussel	25
Figure 27 : photos des types d'écoulements à proximité du moulin Roussel (source : PA Gombault)	25
Figure 28 : photo aérienne au niveau du moulin Roussel (source : Géoportail)	26
Figure 29 : photos au niveau du pont de la RD 3 le 09/08/2012 (source : PA Gombault)	27
Figure 30 : photos du seuil du moulin du Pont (source : PA Gombault)	27
Figure 31 : vue aérienne au niveau du moulin du Pont (source : Géoportail).....	28
Figure 32 : profil en long de la rivière au niveau des ouvrages 3, 4 et 5	29
Figure 33 : photo amont du pont des Croix Basses le 06/06/2012 (source : PA Gombault)	30
Figure 34 : vue du déversoir (à gauche) et du bras de décharge (à droite) le 06/06/2012 (source : PA Gombault).....	31
Figure 35 : vue du seuil d'irrigation à l'étiage le 09/08/2012 (source : PA Gombault)	32
Figure 36 : plan de situation de la passe à poisson rustique	36
Figure 37 : note de calcul permettant de définir la taille et l'implantation des blocs en rangées périodiques	38
Figure 38 : profils transversaux de la passe (réalisation : G. Reix).....	39
Figure 39 : évolution de la force tractrice en fonction des débits	43
Figure 40 : plan de situation d'une passe rustique en rive gauche (réalisation : G. Reix)	45
Figure 41 : plan de situation d'une passe rustique en rive droite (réalisation : G. Reix)	46
Figure 42 : plan de situation d'une passe en génie civil rive gauche (réalisation : G. Reix)	47
Tableau 1 : exemple d'analyse multicritères réalisé pour l'ouvrage Couze Chambon 1bis	33
Tableau 2 : répartition des débits entre la passe et le déversoir.....	37
Tableau 3 : comparaison des dispositifs	48

Annexes

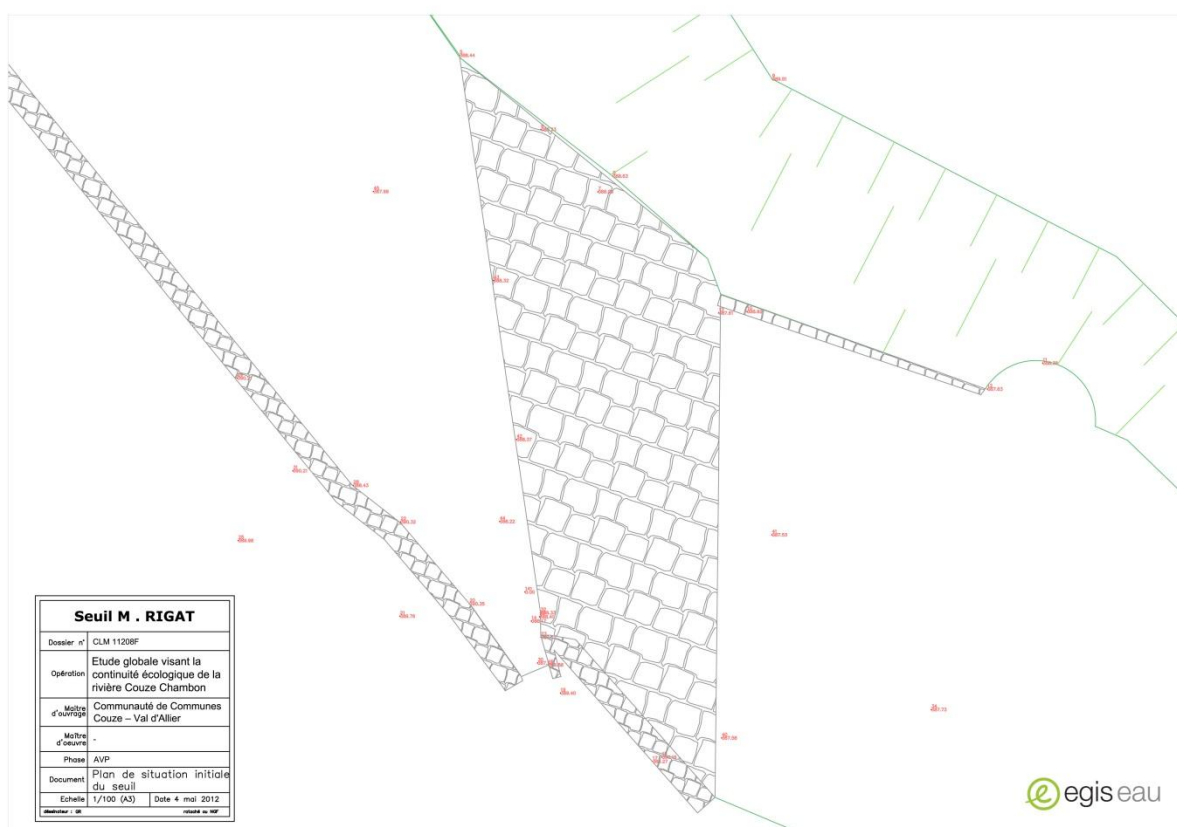
Annexe 1 : Données pêche électrique au niveau du bief de Coudes le réalisé le 13/07/2010 :



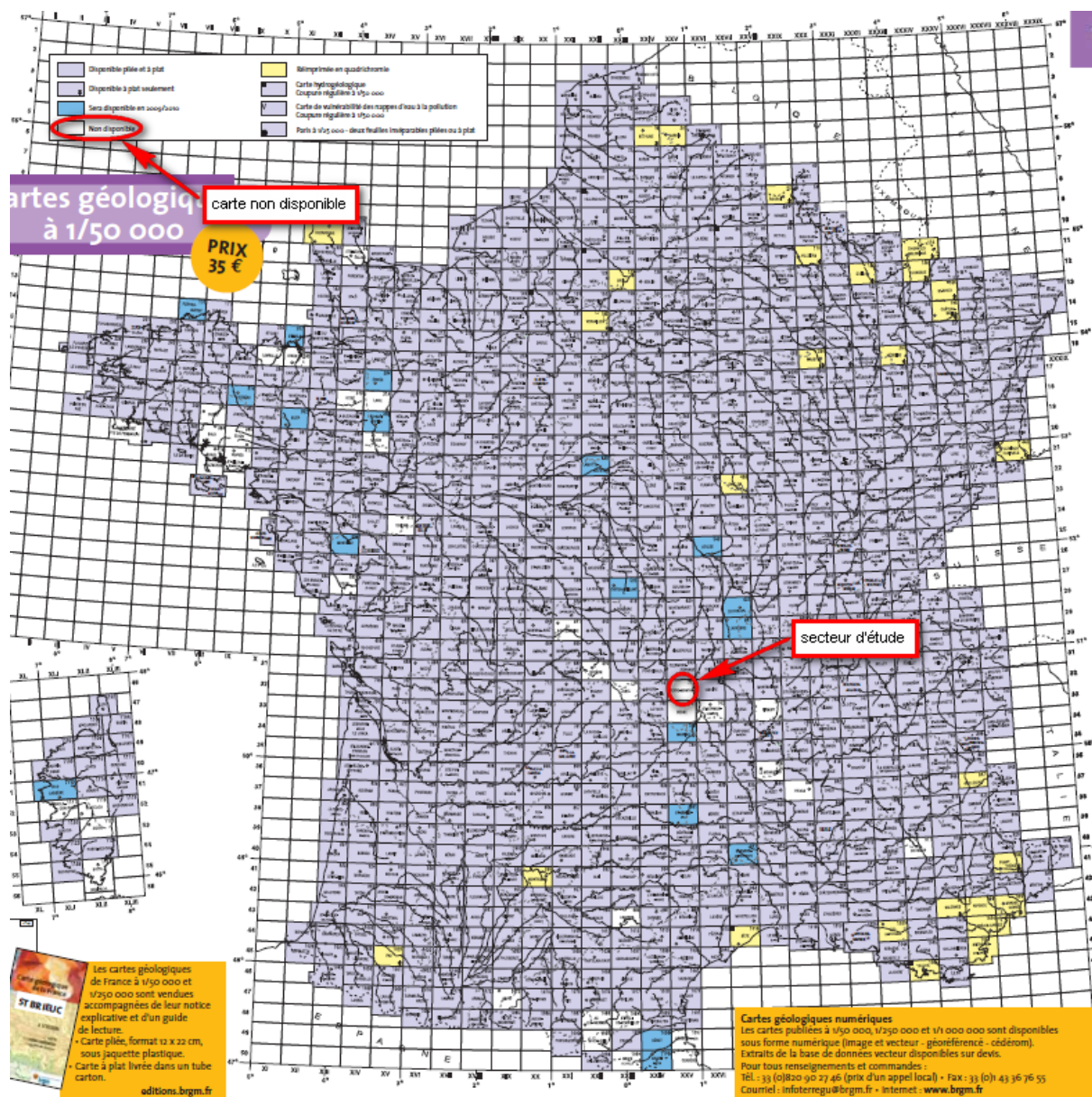
Annexe 2 : Plan de situation pour l'ouvrage Couze Chambon 1bis



Annexe 3 : Plan de situation pour l'ouvrage Couze Chambon 2



Annexe 4 : Cartes géologiques disponibles (source : BRGM)



Annexe 5 : Chiffrages pour les scénarios de l'ouvrage Couze Chambon 1bis :

DERASEMENT AVEC MISE HORS D'EAU ET CONFORTEMENT DES BERGES				
	Unité	Qté	Coût unitaire HT	Coût total HT
amené et replis du matériel (pelle mécanique...), installation de chantier, piquetage, récolement, essais...	forf	1	2 000.00 €	2 000.00 €
batardage amont par demi lit	ML	15	190.00 €	2 850.00 €
abatage d'arbres	U	5	160.00 €	800.00 €
démolition des maconneries à la pelle mécanique	j	4	1 040.00 €	4 160.00 €
reprofilage des berges par génie mixte de part et d'autre des murs latéraux	ML	30	220.00 €	6 600.00 €
transport d'une partie des matériaux et mise en décharge gracieuse (matériaux réutilisables)	j	2	800.00 €	1 600.00 €
dossier règlementaire loi sur l'eau	forf	1	2 000.00 €	2 000.00 €
pêche électrique de sauvetage	forf	1	1 500.00 €	1 500.00 €
maitrise d'œuvre	%	f		2 000.00 €
			coût total HT	23 510.00 €
			tva (19,6%)	4 607.96 €
			coût total TTC	28 117.96 €
DERASEMENT SANS MISE HORS D'EAU ET EN LAISSANT LES BERGES EN L'ETAT				
	Unité	Qté	Coût unitaire HT	Coût total HT
amené et replis du matériel (pelle mécanique...), installation de chantier, piquetage, récolement, essais...	forf	1	2 000.00 €	2 000.00 €
abatage d'arbres	U	5	160.00 €	800.00 €
démolition des maconneries à la pelle mécanique	j	2.5	1 040.00 €	2 600.00 €
dossier règlementaire loi sur l'eau	forf	1	2 000.00 €	2 000.00 €
pêche électrique de sauvetage	forf	1	1 500.00 €	1 500.00 €
maitrise d'œuvre	%	f		0.00 €
			coût total HT	8 900.00 €
			tva (19,6%)	1 744.40 €
			coût total TTC	10 644.40 €

Annexe 6 : Chiffrages pour les scénarios de l'ouvrage Couze Chambon 2 :

	Unité	Qté	Coût unitaire HT	Coût total HT
amené et replis du matériel (pelle mécanique...), installation de chantier, piquetage, récolement, essais...	forf	1	2 500.00 €	2 500.00 €
démolition des maçonneries à la pelle mécanique sans exportation des matériaux	J	2.5	1 040.00 €	2 600.00 €
reprise des afouillement du mur en rive droite	m²	20	60.00 €	1 200.00 €
dossier règlementaire loi sur l'eau	forf	1	2 000.00 €	2 000.00 €
pêche électrique de sauvetage	forf	1	1 500.00 €	1 500.00 €
maitrise d'œuvre	%	f		2 000.00 €
			coût total HT	11 800.00 €
			tva (19,6%)	2 312.80 €
			coût total TTC	14 112.80 €
	Unité	Qté	Coût unitaire HT	Coût total HT
option si mur afouillé en RD :reprise de la berge par talutage et génie végétal	ML	90	220.00 €	19 800.00 €
maitrise d'œuvre	%	f		2 000.00 €
			coût total HT	21 800.00 €
			tva (19,6%)	4 272.80 €
			coût total TTC	26 072.80 €

Annexe 7 : Analyse multicritères pour l'ouvrage Couze Chambon 3

	Gain sur la continuité écologique		Gain hydromorphologique		Incidence hydraulique	Incidence écologique	Incidence sur les usages
	continuité piscicole	continuité sédimentaire	restauration du cours d'eau originel	risque d'érosion du lit			
Scénario 1 : arasement	Moyen Suivant la hauteur d'arase	Moyen Suivant la hauteur d'arase	Moyen Suivant la longueur d'influence restante du barrage	Important Enjeux en que de retenue	Faible	Faible (hors travaux)	Forte en opposition à un projet en cours de microcentrale
Scénario 2 : gestion de vannes	Pas de vanne de décharge						
Scénario 3 : aménagement	Moyen Toujours sélectif Implantation difficile	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible Accompagne un projet d'usage de la force motrice
Scénario 4 : dérasement	Important	Important	Important	Important	Faible	Faible	Forte en opposition à un projet en cours de microcentrale

Annexe 8 : Chiffrage pour le scénario de l'ouvrage Couze Chambon 3

	Unité	Qté	Coût unitaire HT	Coût total HT
amené et replis du matériel (pelle mécanique...), installation de chantier, piquetage, récolement, essais...	forf	1	3 500.00 €	3 500.00 €
rampe d'accès temporaire vers le lit (rive gauche) et remise en état de la berge	forf	1	1 500.00 €	1 500.00 €
mise hors d'eau de l'extrémité droite du barrage	ML	8	190.00 €	1 520.00 €
démontage de la partie du seuil à aménager et des éléments de maçonnerie (ancien déversoir) à la pelle mécanique	J	2	1 040.00 €	2 080.00 €
terrassements et mise à niveau des fouilles d'ancrage des bèches amont et aval, des enrochements latéraux, des rangées périodiques, et du radier de la rampe : déblais, comblement partiel de l'ancien bras de décharge, mise en dépôts et évacuation des matériaux excédentaires	m3	95	25.00 €	2 375.00 €
géotextile synthétique non tissé : fourniture et pose	m2	455	3.50 €	1 592.50 €
Granulats 0/20 : fourniture et mise en œuvre	m3	25	35.00 €	875.00 €
enrochements constituant les rangées périodiques	m3	26	110.00 €	2 860.00 €
enrochement constituant de radier	m3	42	110.00 €	4 620.00 €
béton de liaisonnement stabilisateur	m3	20	210.00 €	4 200.00 €
béton C35/45 bèches amont et aval	m3	6	250.00 €	1 500.00 €
coffrages bèches béton amont et aval	m2	12	80.00 €	960.00 €
acier bèches béton amont et aval	kg	480	3.10 €	1 488.00 €
dossier règlementaire loi sur l'eau (Déclaration)	forf	1	2 000.00 €	2 000.00 €
pêche électrique de sauvetage	forf	1	1 500.00 €	1 500.00 €
Etudes complémentaires (géotechnique, étude béton)	forf	1	3 500.00 €	3 500.00 €
Maitrise d'œuvre	%	9		2 616.35 €

coût total HT 38 686.85 €

TVA(19,6%) 7 582.62 €

Total TTC 46 269.47 €

Annexe 9 : Analyse multicritères pour l'ouvrage Couze Chambon 4

	gain sur la continuité écologique		gain hydromorphologique		Incidence hydraulique	Incidence écologique	Incidence sur les usages
	continuité piscicole	continuité sédimentaire	restauration du cours d'eau originel	risque d'érosion du lit			
Scénario : arasement	Moyen Suivant la hauteur restante	Moyen Suivant la hauteur restante	Moyen Suivant longueur d'influence restante	Important Remous solide en queue de retenue en pied du seuil du pont des Croix Basses	Faible	Faible (hors travaux)	Faible Prise d'eau sans usage
Scénario : gestion de vannes	(vannes non fonctionnelles, pas de vannes de décharge)						
Scénario : aménagement d'un ouvrage de franchissement	Moyen Ouvrages sélectifs	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Scénario : dérasement	Important	Important	Important	Important Remous solide en queue de retenue en pied du seuil du pont des Croix Basses	Faible	Faible	Faible Prise d'eau sans usage

Annexe 10 : Chiffrages des scénarios pour l'ouvrage Couze Chambon 4 :

Dérasement intégral du seuil				
	Unité	Qté	Coût unitaire HT	Coût total HT
amené et replis du matériel (pelle mécanique...), installation de chantier, piquetage, récolement, essais...	forf	1	3 500.00 €	3 500.00 €
abattage d'arbres et traitement des rémanents	Unité	30	160.00 €	4 800.00 €
Batardage amont par demi lit	ML	20	190.00 €	3 800.00 €
démolition des maçonneries à la pelle mécanique sans exportation des matériaux	J	8	1 040.00 €	8 320.00 €
mise en défend fondations du pont des Croix Basses - aménagement de la chute par ceinture d'enrochement jointifs	m3	50	110.00 €	5 500.00 €
enrochement de la berge droite sur 20 m	ML	20	410.00 €	8 200.00 €
aménagement chute « naturelle » ou déroctage	forf	1	8 000.00 €	8 000.00 €
dossier règlementaire loi sur l'eau et notice d'incidence Natura 2000	forf	1	2 400.00 €	2 400.00 €
pêche électrique de sauvetage	forf	1	1 500.00 €	1 500.00 €
maitrise d'œuvre	%	9		3 790.80 €
			coût total HT	49 810.80 €
			tva (19,6%)	9 762.92 €
			coût total TTC	59 573.72 €

Passe rustique en rive droite sur la berge				
	Unité	Qté	Coût unitaire HT	Coût total HT
amené et replis du matériel (pelle mécanique...), installation de chantier, piquetage, récolement, essais...	forf	1	3 500.00 €	3 500.00 €
rampe d'accès temporaire vers le lit (rive droite) et remise en état de la berge	forf	1	1 500.00 €	1 500.00 €
abattage d'arbre et traitement des rémananents	Unité	30	160.00 €	4 800.00 €
terrassements et mise à niveau des fouilles d'ancrage des bèches amont et aval, des enrochements latéraux, et du radier de la rampe : déblais, mise en dépôts et évacuation des matériaux excédentaires	m ³	180	25.00 €	4 500.00 €
géotextile synthétique non tissé : fourniture et pose	m2	230	3.50 €	805.00 €
Granulats 0/20 : fourniture et mise en œuvre	m3	30	35.00 €	1 050.00 €
Enrochements constituant les macro-rugosités	m3	12	150.00 €	1 800.00 €
enrochements constituant les murs latéraux	m3	100	110.00 €	11 000.00 €
enrochement constituant le radier	m3	50	110.00 €	5 500.00 €
béton de liaisonnement stabilisateur et d'ancrage en fondation	m3	50	210	10 500.00 €
béton C35/45 bèches amont et aval aval	m3	6	250	1 500.00 €
coffrages bèches béton amont et aval	m2	12	80.00 €	960.00 €
acier bèches béton amont et aval	kg	480	3.10 €	1 488.00 €
dossier réglementaire loi sur l'eau et notice d'incidence Natura 2000	forf	1	2 400.00 €	2 400.00 €
pêche électrique de sauvetage	forf	1	1 500.00 €	1 500.00 €
maitrise d'œuvre	%	9		4 401.27 €
			coût total HT	57 204.27 €
			tva (19,6%)	11 212.04 €
			coût total TTC	68 416.31 €

Passe rustique en rive gauche en incision dans le seuil				
	Unité	Qté	Coût unitaire HT	Coût total HT
amené et replis du matériel (pelle mécanique...), installation de chantier, piquetage, récolement, essais...	forf	1	3 500.00 €	3 500.00 €
rampe d'accès temporaire vers le lit (rive droite) et remise en état de la berge	forf	1	1 500.00 €	1 500.00 €
abattage d'arbre et traitement des rémananents	Unité	30	160.00 €	4 800.00 €
démolitions de maçonneries et aménagement d'un accès temporaire à la retenue depuis la berge rive droite	forf	1	2 500.00 €	2 500.00 €
batardeau de la rive droite avec ancrage profond	ML	50	190.00 €	9 500.00 €
démolition du seuil en rive gauche	J	4	1 040.00 €	4 160.00 €
géotextile synthétique non tissé : fourniture et pose	m2	230	3.50 €	805.00 €
Granulats 0/20 : fourniture et mise en œuvre	m3	30	35.00 €	1 050.00 €
Enrochements constituant les macro-rugosités	m3	12	150.00 €	1 800.00 €
enrochement constituant le radier	m3	42	110.00 €	4 620.00 €
béton de liaisonnement stabilisateur	m3	30	210	6 300.00 €
béton C35/45 bèches amont et aval aval et radier de fond et des murs latéraux	m3	110	250	27 500.00 €
coffrages	m2	220	80.00 €	17 600.00 €
acier bèches béton amont et aval	kg	8800	3.10 €	27 280.00 €
dossier règlementaire loi sur l'eau et notice d'incidence Natura 2000	forf	1	2 400.00 €	2 400.00 €
pêche électrique de sauvetage	forf	1	1 500.00 €	1 500.00 €
maitrise d'œuvre	%	9		10 162.35 €
			coût total HT	126 977.35 €
			tva (19,6%)	24 887.56 €
			coût total TTC	151 864.91 €

Passe en génie civil en incision dans le seuil				
	Unité	Qté	Coût unitaire HT	Coût total HT
amené et replis du matériel (pelle mécanique...), installation de chantier, piquetage, récolement, essais...	forf	1	3 500.00 €	3 500.00 €
rampe d'accès temporaire vers le lit (rive droite) et remise en état de la berge	forf	1	1 500.00 €	1 500.00 €
abattage d'arbre et traitement des rémananents	Unité	30	160.00 €	4 800.00 €
démolitions de maçonneries et aménagement d'un accès temporaire à la retenue depuis la berge rive droite	J	4	1 040.00 €	4 160.00 €
batardeau en rive droite avec ancrage profond	ML	20	190.00 €	3 800.00 €
démolition du seuil en rive gauche	m3	4	1 040.00 €	4 160.00 €
géotextile synthétique non tissé : fourniture et pose	m2	230	3.50 €	805.00 €
béton C35/45 des bassins	m3	60	250	15 000.00 €
coffrages	m2	245	80.00 €	19 600.00 €
acier	kg	4800	3.10 €	14 880.00 €
dossier réglementaire loi sur l'eau et notice d'incidence Natura 2000	forf	1	2 400.00 €	2 400.00 €
pêche électrique de sauvetage	forf	1	1 500.00 €	1 500.00 €
maitrise d'œuvre	%	9		6 498.45 €
			coût total HT	82 603.45 €
			tva (19,6%)	16 190.28 €
			coût total TTC	98 793.73 €

Annexe 11 : Notes de calcul pour une passe rustique en enrochements réguliers de pente 4 ou 5 %



Dossier : Etude globale visant la continuité écologique de la rivière Couze Chambon

Maître d'ouvrage : Communauté de Communes Couze – Val d'Allier

Ouvrage : Passe rustique en enrochements réguliers sur le Moulin du Pont - pente à 4%

Variables	abréviation	unités	QMNA5	2Xmodule
Débit		m ³ /s	0.61	5.36
Cote ligne d'eau amont	Q _{riv}	m NGF	398.42	398.58
Cote ligne d'eau aval		m NGF	396.41	396.7
Cote radier d'alimentation passe		m NGF	398.02	398.02
Hauteur de chute	H	m	2.01	1.88
longueur en eau de l'ouvrage	L _{ouv}	m	50.25	47.00
pente	I	m/m	0.04	0.04
Hauteur d'eau en écoulement dans le dispositif	h	m	0.4	0.56
largeur de l'ouvrage	B	m	2.85	2.85
Espacement longitudinal entre blocs d'axe à axe	ax	m	1.39	1.39
Espacement latéral entre blocs d'axe à axe	ay	m	1.39	1.39
Largeur moyenne des blocs isolés	D	m	0.50	0.50
hauteur utile des blocs isolé	k	m	0.6	0.6
largeur du passage libre entre les blocs	b	m	0.89	0.89
Concentration des blocs	C	-	0.13	0.13
Nature des faces des enrochements (plane ou arrondie)	P plane A arrondie		P	P
Vitesse débitante dans les sections libres	V _{deb}	m/s	0.53	0.55
Vitesse débitante dans les sections minimales d'écoulement	V_{deb}_{max}	m/s	0.83	0.86
Vitesse maximale de l'écoulement	V_{max}	m/s	1.26	1.39
facteur de correction Vitesse max			1	1
Raport V _{max} /V _{deb}			2.37	2.53
submersion des enrochements			émergés	émergés
hauteur d'eau adimensionnelle	h [*] _D	m	0.8	1.1
Vitesse maximale mesurée adimensionnelle	V [*] _{Dmax}	m/s	0.57	0.63
hauteur d'eau adimensionnelle	h [*] _k	m	0.67	0.93
débit unitaire adimensionnel	q [*] _k	m ³ /s/m	0.15	0.21
Débit unitaire adimensionnel	q [*] _D	m ³ /s/m	0.19	0.28
débit unitaire face plane	q _{pl}	m ³ /s/m	0.21	0.31
débit unitaire face arondie	q _{ar}	m ³ /s/m	0.25	0.41
Débit unitaire retenu	q	m ³ /s/m	0.21	0.31
Débit total dans l'ouvrage	Q	m³/s	0.61	0.87
fraction du débit de la rivière	Q/Q_{riv}	%	100%	16%
Puissance dissipée volumique dans le dispositif	Pv	W/m³	209.08	215.08

Maître d'ouvrage : Communauté de Communes Couze – Val d'Allier				
Ouvrage : Passe rustique en enrochements réguliers sur le Moulin du Pont - pente à 5%				
Variables	abréviation	unités	QMNA5	2Xmodule
Débit		m ³ /s	0.61	5.36
Cote ligne d'eau amont	Q _{riv}	m NGF	398.42	398.58
Cote ligne d'eau aval		m NGF	396.41	396.7
Cote radier d'alimentation passe		m NGF	398.02	398.02
Hauteur de chute	H	m	2.01	1.88
longueur en eau de l'ouvrage	L _{ouv}	m	40.20	37.60
pente	I	m/m	0.05	0.05
Hauteur d'eau en écoulement dans le dispositif	h	m	0.4	0.56
largeur de l'ouvrage	B	m	2.53	2.53
Espacement longitudinal entre blocs d'axe à axe	ax	m	1.39	1.39
Espacement latéral entre blocs d'axe à axe	ay	m	1.39	1.39
Largeur moyenne des blocs isolés	D	m	0.50	0.50
hauteur utile des blocs isolé	k	m	0.6	0.6
largeur du passage libre entre les blocs	b	m	0.89	0.89
Concentration des blocs	C	-	0.13	0.13
Nature des faces des enrochements (plane ou arrondie)	P plane A arrondie		P	P
Vitesse débitante dans les sections libres	V _{deb}	m/s	0.60	0.62
Vitesse débitante dans les sections minimales d'écoulement	V_{deb}_{max}	m/s	0.94	0.97
Vitesse maximale de l'écoulement	V_{max}	m/s	1.42	1.56
facteur de correction Vitesse max			1	1
Raport V _{max} /V _{deb}			2.36	2.51
submersion des enrochements			<i>émergés</i>	<i>émergés</i>
hauteur d'eau adimensionnelle	h* _D	m	0.8	1.1
Vitesse maximale mesurée adimensionnelle	V* _{Dmax}	m/s	0.64	0.71
hauteur d'eau adimensionnelle	h* _k	m	0.67	0.93
débit unitaire adimensionnel	q* _k	m ³ /s/m	0.17	0.24
Débit unitaire adimensionnel	q* _D	m ³ /s/m	0.22	0.31
débit unitaire face plane	q _{pl}	m ³ /s/m	0.24	0.35
débit unitaire face arondie	q _{ar}	m ³ /s/m	0.28	0.46
Débit unitaire retenu	q	m ³ /s/m	0.24	0.35
Débit total dans l'ouvrage	Q	m³/s	0.61	0.88
fraction du débit de la rivière	Q/Q_{riv}	%	100%	16%
Puissance dissipée volumique dans le dispositif	Pv	W/m³	296.14	304.63

Table des matières

1. Introduction	3
1.1. Contexte	3
1.2. Objectifs du stage	3
1.3. Annonce du plan	3
2. Présentations	4
2.1. Le bureau d'étude	4
2.2. Contexte et objectif de l'étude	4
2.3. Situation en Europe	5
2.4. Matériel et méthodes	5
2.5. Le site d'étude	6
2.5.1. Le bassin versant	6
2.5.2. Le site d'étude	9
2.6. Zonages particuliers et contexte réglementaire du site d'étude	12
2.7. Financements possibles	16
2.8. Situation DCE de la masse d'eau	16
2.9. Espèces cibles de la masse d'eau	17
3. La phase de terrain	18
3.1. Les limites naturelles du site d'étude	18
3.2. Le bief de Coudes (problématique particulière)	19
3.3. Le pont de la RD 229 (ouvrage annexe)	19
3.4. Couze Chambon 1bis (ouvrage principal)	20
3.5. Couze Chambon 2 (ouvrage principal)	22
3.6. Couze Chambon 3 (ouvrage principal)	24
3.7. Pont de la RD 3 (ouvrage annexe)	26
3.8. Couze Chambon 4 (ouvrage principal)	27
3.9. Couze Chambon 5 (ouvrage principal)	30
3.10. Couze Chambon 6 (ouvrage annexe)	31
3.11. Couze Chambon 7 (ouvrage annexe)	32
4. Etude des scénarios	33
4.1. Couze Chambon 1bis	34

4.1.1.	Scénario prévu et accessibilité du site	34
4.1.2.	Travaux envisagés.....	34
4.1.3.	Chiffrage	34
4.2.	Couze Chambon 2.....	35
4.2.1.	Scénario prévu et accessibilité du site	35
4.2.2.	Travaux envisagés.....	35
4.2.3.	Chiffrage	35
4.3.	Couze Chambon 3.....	35
4.3.1.	Scénario prévu et accessibilité du site	35
4.3.2.	Choix du type de passe et implantation.....	36
4.3.3.	Détermination du débit réservé	37
4.3.4.	Travaux envisagés.....	37
4.3.5.	Chiffrage	40
4.4.	Couze Chambon 4.....	40
4.4.1.	Scénarios prévus	40
4.4.2.	Scénario dérasement de l'ouvrage.....	40
4.4.3.	Scénario aménagement d'une passe à poisson	44
4.5.	Couze Chambon 5.....	48
5.	Conclusion.....	49