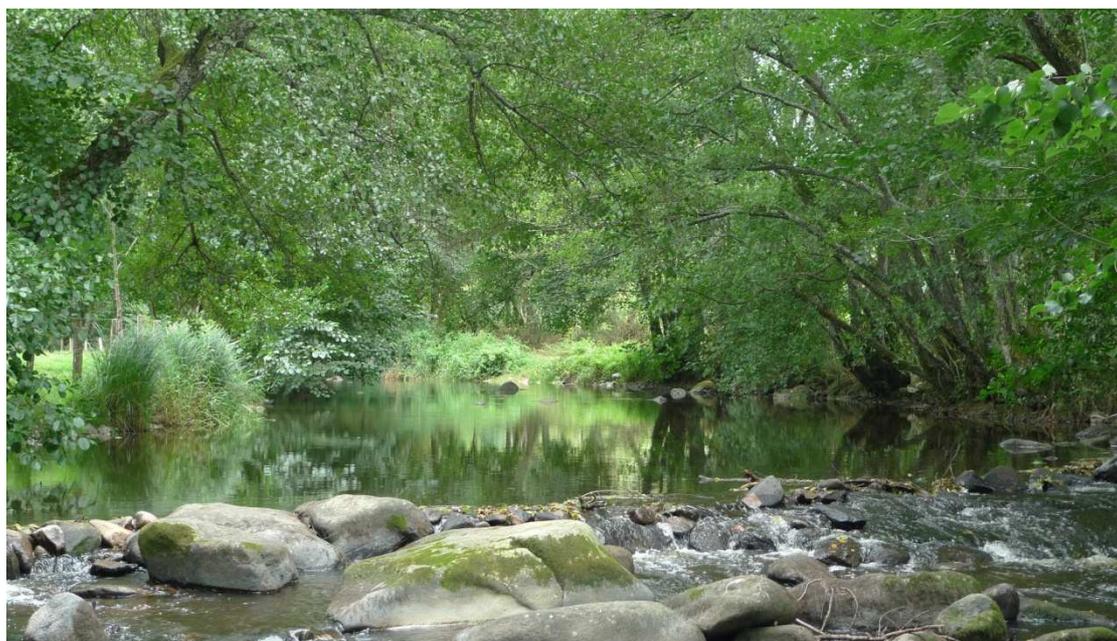


« Étude réalisée par BIOTEC Biologie appliquée »

Élaboration d'une stratégie de restauration de la continuité écologique sur la basse vallée du Cousin

LIFE+ Nature « Continuité écologique,
gestion intégrée de bassins versants et faune patrimoniale associée » (2011-2015)

LIFE10 NAT/FR/192



© Thomas CORNUT (BIOTEC)

Numéro de l'action : A4-2012-1-1

Organisme responsable de l'action : PNR du Morvan

Site Natura 2000 : FR 2600983

Date : 06/2013



**Syndicat Mixte
du Parc Naturel Régional du Morvan**
Maison du Parc
Cellule Life +
58230 Saint Brisson

ELABORATION D'UNE STRATEGIE DE RESTAURATION DE LA CONTINUTE ECOLOGIQUE SUR LA BASSE VALLEE DU COUSIN

(LOT N°1 – DIAGNOSTIC DES OUVRAGES ET STRATEGIE DE RESTAURATION)

NOTE DE SYNTHÈSE – doc. n°12.074-01

Note technique concernant le contexte, les enjeux et les justifications des opérations d'aménagement morpho-écologique et fonctionnelle projetées



Bureau technique et d'études en génie de l'environnement
65-67, Cours de la Liberté
69003 Lyon
Tel : 04.78.14.06.06 Fax : 04.78.14.06.07
E-mail : biotec@biotec.fr

► Rappel du contexte

A l'initiative des représentants du Parc Naturel Régional du Morvan, et en concertation avec les partenaires locaux et institutionnels concernés (Agence de l'eau, ONEMA, FDPPMA, DDT, SIVU, collectivités locales, etc.), l'équipe du bureau BIOTEC a été mandatée afin de déterminer les conditions de faisabilité et la nature d'un programme de restauration de la continuité écologique de la basse vallée du Cousin, c'est-à-dire d'un tronçon de cours d'eau d'une longueur proche de 12.4 kilomètres actuellement cloisonné par la présence de 24 ouvrages transversaux (cf. figure n°1 ci-après - du moulin Cadoux au moulin des Ruats). Cette demande s'inscrit dans le souci du mandant de voir non seulement améliorer les connaissances actuelles vis-à-vis de l'état et du fonctionnement de la rivière d'un point de vue morpho-écologique, mais aussi et surtout, de développer un véritable « projet de territoire », à forte valeur ajoutée d'un point de vue environnemental, autour du devenir de ces différentes infrastructures hydrauliques.

Pour rappel, l'objectif de rétablissement de la continuité écologique sur les cours d'eau est désormais un enjeu prégnant de la DCE et du SDAGE Seine-Normandie (orientations B.2, B.4 et B.5). Sur la base des conclusions de différentes études antérieurement menées (Natura 2000, programme « Life Ecrevisses » notamment), le maître d'ouvrage a souhaité inscrire sa démarche de réflexion au sein du programme européen Life + « continuité écologique » et ce, en faveur de la préservation des populations d'une espèce patrimoniale abritée par le Cousin : la moule perlière (*Margaritifera margaritifera*) et son ôte privilégié, la truite fario (*Salmo trutta*).

Aux côtés du rapport rassemblant la totalité des fiches descriptives de chaque complexe hydraulique/seuil considéré (doc. n°12.074-2), la présente note constitue la synthèse des réflexions conduites dans le cadre de cette mission, et ambitionne à se présenter comme un tableau de bord/outil d'aide à la décision pour le mandant dans la détermination future de sa propre politique de restauration morpho-écologique de la rivière.

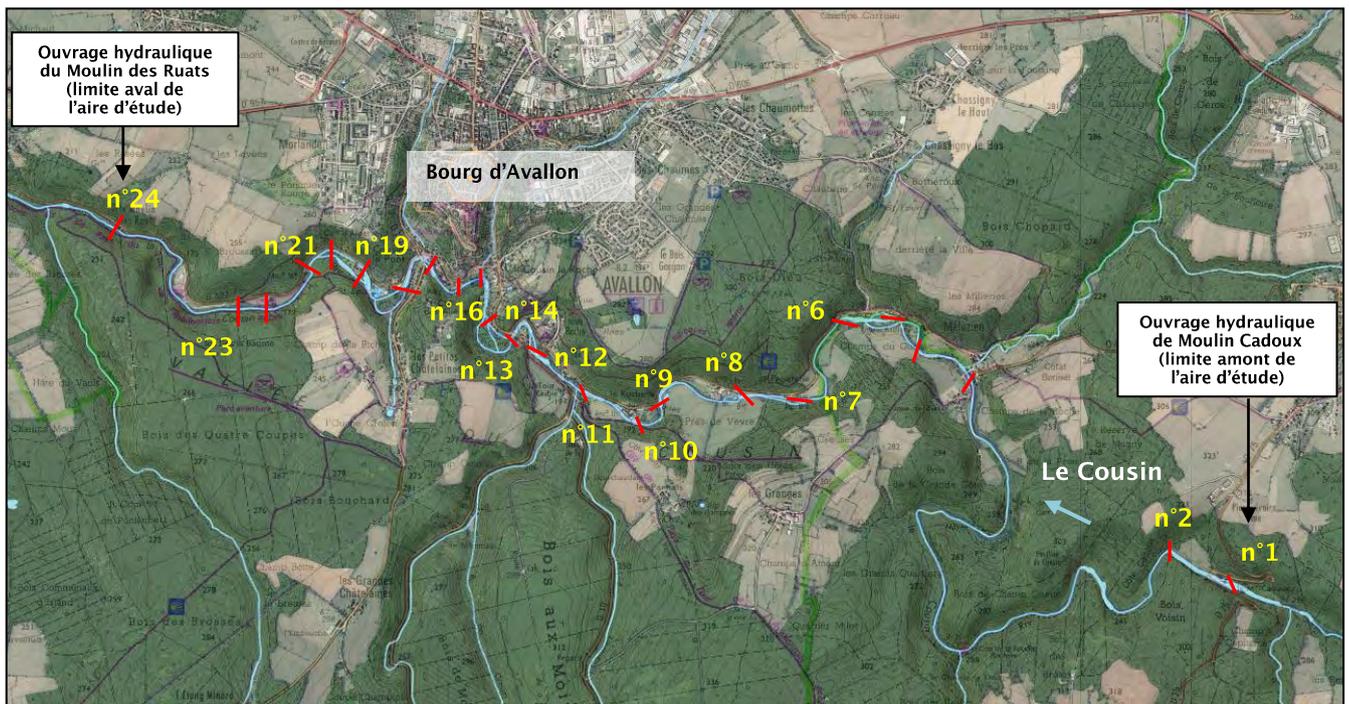


Figure 1. Localisation du linéaire de cours d'eau considéré ainsi que du positionnement des 24 ouvrages hydrauliques concernés par la réflexion. Source : géoportail.fr.

Etablis sur la base de relevés et reconnaissances de terrain effectués durant l'été et le mois de novembre 2012, d'une rencontre avec la plupart des propriétaires des complexes hydrauliques considérés, puis de trois séances de concertation tenues avec le mandant et ses principaux partenaires (juin & décembre 2012, puis avril 2013), les éléments d'analyse et scénarii d'interventions qui sont développés recherchent avant tout à répondre aux trois soucis majeurs suivants :

- apprécier les enjeux, contraintes et impacts attachés aux vingt-quatre ouvrages transversaux jalonnant le cours de la rivière au sud d'Avallon ;
- hiérarchiser les problématiques puis définir les scénarii de gestion/d'aménagement adaptés de chacune de ces infrastructures transversales en fonction des contraintes existantes et dans une ambition de pleine restauration fonctionnelle du Cousin ;
- promouvoir la mise en œuvre d'un programme d'interventions cohérent et susceptible d'être partagé avec les usagers et acteurs locaux.

► **Éléments de dynamique fluviale et écologique (rappels)**

Les cours d'eau sont des systèmes vivants, en évolution permanente, et dont toutes les composantes, à la fois physique (morphologie du lit), biologique (vie animale et végétale) et chimique (qualité de l'eau), dépendent les unes des autres. Ainsi, est-il au préalable nécessaire de rappeler que le fonctionnement et la vie qu'ils recèlent sont avant tout tributaires de trois paramètres essentiels : la qualité de l'eau, le régime hydrologique et la morphologie du lit (cf. figure n°2, ci-après).

Naturellement, l'eau en mouvement dissipe son énergie, creuse, transporte, dépose des matériaux. De manière autonome, un cours d'eau recherche donc inlassablement à établir une forme adaptée pour un transit optimal de ses débits, tout à la fois liquide et solide (matériaux transportés). La morphologie de son lit est le résultat de ce travail, le produit d'un équilibre entre une charge solide et l'énergie capable de l'évacuer.

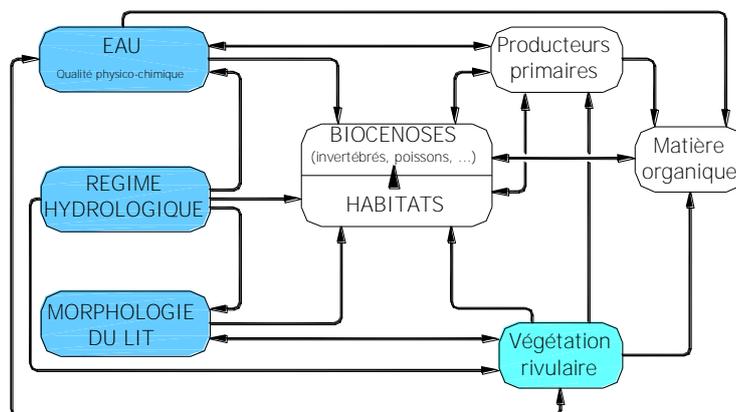


Figure 2. Modalités générales de fonctionnement d'un écosystème d'eaux courantes.

Au gré des variations hydrologiques, un cours d'eau ajuste les nombreux paramètres qui caractérisent sa configuration physique : largeur, profondeur moyenne, profil de pente, faciès d'écoulement, forme de son tracé. La pente globale de la vallée où il s'écoule, les caractéristiques sédimentologiques du lit et des berges, la nature de la végétation aux abords de la rivière, conditionnent en outre les possibilités de mouvement de l'hydrosystème.

Les richesses biologiques d'un cours d'eau sont, en outre, intimement liées à son fonctionnement morphodynamique. La morphologie d'une rivière et son évolution spatio-temporelle régissent en effet directement la dynamique des écosystèmes qui leur sont associés. Pour mémoire, rappelons ainsi que les facteurs-clés de la vie en milieu aquatique peuvent être regroupés en quatre catégories :

- les facteurs d'ordre « climatique » relatifs à la physico-chimie de l'eau ;
- les facteurs « d'habitat » ou caractéristiques physiques du milieu ;
- les facteurs « trophiques », c'est-à-dire la nature et la quantité des ressources nutritionnelles disponibles pour chaque type d'organisme ;
- les facteurs « biotiques », ou interactions directes entre les êtres vivants comme la compétition, la prédation, etc.

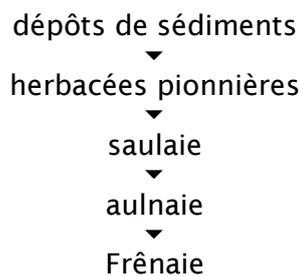
Or, ces facteurs sont loin d'être indépendants et l'hétérogénéité du milieu physique est non seulement extrêmement importante pour limiter les effets des interactions biotiques, mais conditionne aussi pour une large part la disponibilité des ressources trophiques et de l'oxygène. Dans un contexte « naturel », les processus d'érosion, de transport de sédiments, de dépôt ont pour effet de créer, détruire, recréer, une diversité de milieux dont la grande richesse écologique tient justement à leur fréquence de régénération et à leur assemblage sous forme de mosaïque.

Au-delà du régime hydrologique d'un cours d'eau qui est fonction du climat, et de la qualité de l'eau qui peut être, pour partie, préservée par un contrôle drastique des rejets, la morphologie du lit est la variable prépondérante sur laquelle doit se porter le regard des gestionnaires. Veiller à maintenir ou restaurer son hétérogénéité naturelle, signe de son adaptation à la dynamique fluviale, est le moyen le plus direct et le plus rentable à long terme de se prémunir d'éventuelles et brutales évolutions du cours d'eau susceptibles de remettre en cause les usages et activités humaines, mais aussi de protéger la ressource en eau et la vie qu'elle recèle.

Dans le cas d'un système alluvial naturel/d'un cours d'eau préservé, la rivière est caractérisée par une dynamique réglée par l'alternance et l'intensité des crues. Les remaniements réguliers des sédiments qui en résultent sont entrecoupés de périodes de stabilité durant lesquelles la végétation alluviale possède le temps de s'installer.

En premier lieu, s'implantent des herbacées pionnières des alluvions, caractérisées par un enracinement profond, un fort pouvoir de propagation des graines ainsi que par une croissance rapide. Elles disposent d'excellentes facultés de régénération et de colonisation des milieux neufs. Lorsque les sédiments restent fixés un certain temps, apparaissent les premiers colonisateurs ligneux, notamment certains saules possédant des graines capables de se propager sur de grandes distances et de germer, après une courte période, dans les sédiments minéraux humides. Leur capacité à se reconstituer par voie végétative et à rejeter de souche pendant pratiquement toute leur période de végétation les rend extrêmement tolérants face aux crues.

Si la période de stabilité est suffisamment longue (plusieurs années ou décades), la végétation continue d'évoluer, par stades successifs et typiques. De manière simplifiée, cette succession se présente de la manière suivante :



Lorsque les terrasses alluviales sont définitivement soustraites aux effets des crues, l'aboutissement de cette succession conduit à un climax (stade final) forestier dépourvu de tout caractère alluvial. Il s'agira d'une hêtraie, d'une chênaie ou encore d'une pineraie en fonction des conditions climatiques et édaphiques locales.

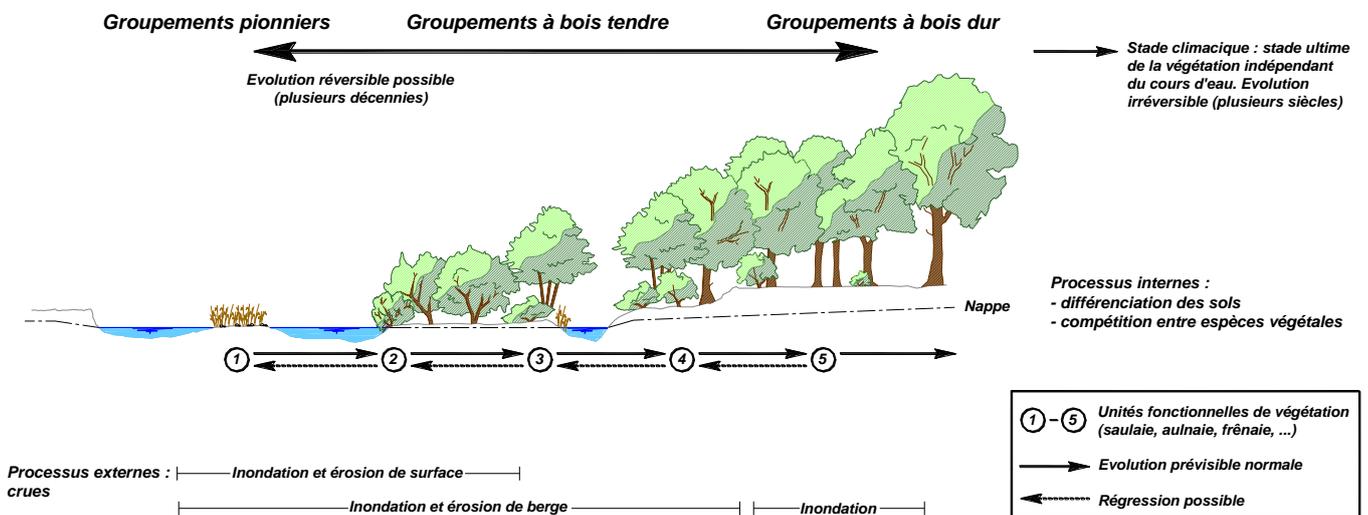


Figure 3. Exemple de succession d'unités fonctionnelles de végétation rivulaire de cours d'eau avec possibilité d'évolution ou de régression (modifié d'après Boyer, 1998).

De manière générale, la biodiversité résulte des facteurs et phénomènes suivants :

- le remaniement périodique des sédiments dû aux crues, et les périodes de stabilité qui les séparent varient d'un endroit à l'autre de la zone alluviale, en fonction de l'éloignement par rapport au lit principal,
- la combinaison spatiale des groupements végétaux des différentes terrasses alluviales est régulièrement modifiée par le jeu de la sédimentation et de l'érosion qui règle l'apparition ou la disparition de groupements végétaux,

- la périodicité et l'intensité des crues déterminent le degré de renouvellement de la végétation,
- au cours des successions végétales, la composition floristique de chaque stade est mixte, dans la mesure où elle comporte un lot d'espèces reliques du stade précédent et un lot d'espèces avancées du stade suivant.

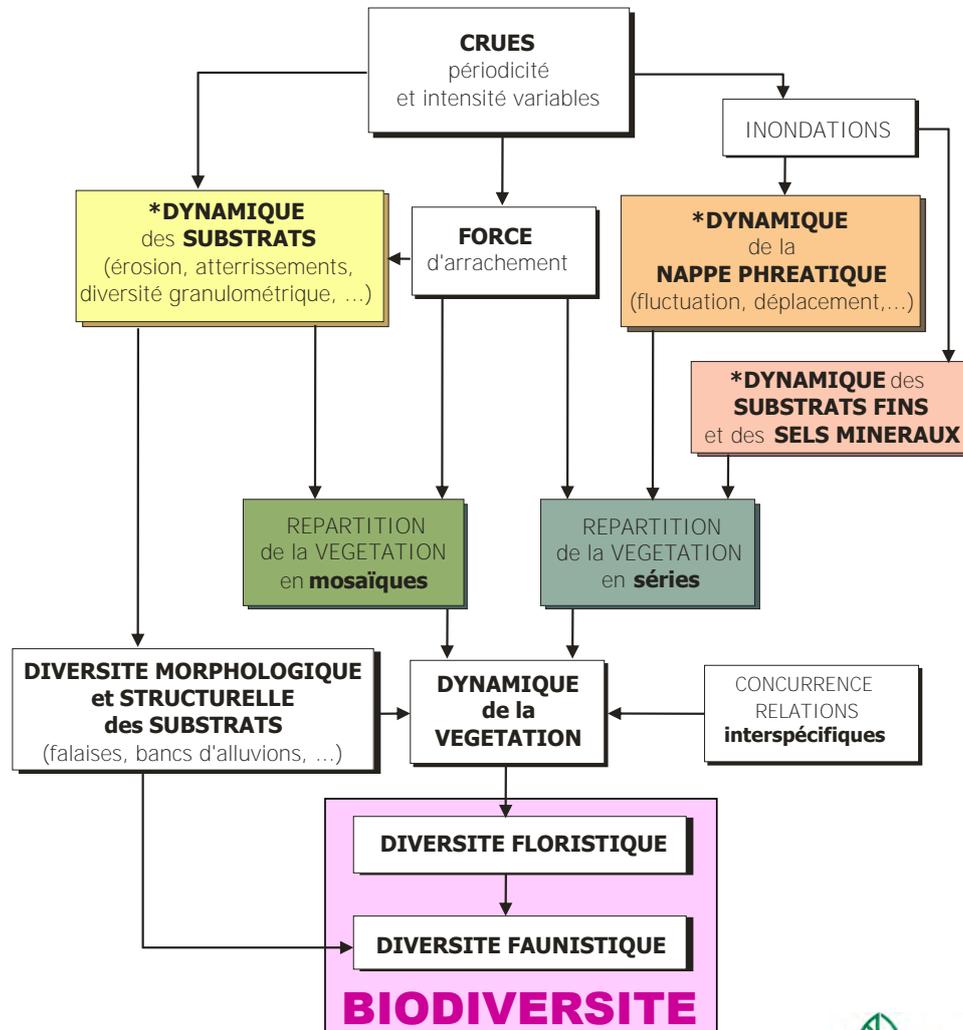


Figure 4. La répartition de la végétation et la biodiversité sont fortement influencées par trois éléments distincts de la dynamique liée aux crues, notés * dans la figure (d'après Frossard et al. 1998).

Les formations d'herbacées pionnières et à bois tendre sont les plus riches, les plus typiques et les plus rares. Seules des crues importantes et un haut degré d'hydromorphie des sols sont capables de les maintenir, en empêchant le processus de maturation de la végétation et la succession jusqu'au climax. En effet, les inondations et les crues entraînent une élimination des espèces mésophiles et xérophiles qui s'installent en rives pendant les périodes d'étiage ou de stabilité. Il en résulte une forme de sélection de la végétation reposant sur l'intolérance à l'asphyxie de la part des racines des espèces précitées, à leur enracinement et leur pouvoir de régénération moins performant. Ainsi, les crues, même les plus fortes, sont des phénomènes non seulement tolérés par les groupements végétaux alluviaux, mais des événements déterminants et essentiels dans leur apparition.

► A propos du bon état écologique

Schématiquement le bon état écologique et de fonctionnement d'un cours d'eau se traduit par une diversité physique et biologique accrue, c'est-à-dire notamment à travers :

- une morphologie du lit extrêmement différenciée;
- des faciès d'écoulement diversifiés (radiers, mouilles, plats courant, etc.);
- des bancs alluviaux et atterrissements mobiles;
- des talus riverains non stabilisés;
- des formations végétales riveraines variées, tant dans les espèces, les âges, que les strates;
- une multiplicité d'annexes hydrauliques (chenaux de crue, bras morts, zones humides, etc.);
- un corridor boisé;
- une bonne qualité physico-chimique des eaux.

Depuis l'année 2000, la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) donne des objectifs de résultat ambitieux en termes d'état ou de potentiel écologique des rivières ainsi qu'en termes de continuité écologique. **Or, il est maintenant admis que la composante physique des milieux aquatiques agit comme l'un des principaux facteurs limitant pour le bon fonctionnement de ceux-ci, puis qu'il n'existe pas de réelle restauration biologique sans restauration physique.**

A ce titre, on considère aujourd'hui que trois types de modifications essentielles constituent un frein à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau :

- **l'altération des flux** : modification des régimes hydrologiques, altération de l'équilibre sédimentaire (graviers, sables, fines) ;
- **l'altération des formes** : la géométrie des cours d'eau (simplification des faciès d'écoulement, rectifications, rescindements, etc.) ;
- **l'altération de l'accès aux habitats** : perturbation ou rupture des connections entre les milieux connexes (bras mort, prairie alluviale, etc.) et modification de la continuité biologique amont/aval (circulation des poissons et autres espèces aquatiques).

► A propos des seuils et ouvrages transversaux en rivière

La plupart des cours d'eau français ont connu l'édification de seuils ou ouvrages transversaux d'hauteur de chute réduite (inférieure à 5 mètres) résultant généralement d'usages énergétiques ou agricoles. Bon nombre aujourd'hui (près de 70%) n'ont plus de vocation économique réelle et génèrent des impacts toujours importants sur le milieu. En quelques rares cas, ils sont toutefois encore susceptibles de présenter des intérêts : maintien d'une lame d'eau en étiage; maintien d'un niveau de nappe pour l'alimentation en eau potable ou l'irrigation; stabilisation du profil en long du cours d'eau, etc.

En France, des milliers de kilomètres de cours d'eau sont aujourd'hui sous l'influence directe de tels ouvrages (leur nombre est, semble-t-il, supérieur à 60.000). Certains sont fixes, d'autres mobiles. Ils barrent tout ou partie du lit mineur. Succinctement, les impacts regrettables de ces ouvrages peuvent être déclinés en trois catégories :

▪ Ils modifient les flux liquides, solides et biologiques

En bloquant durablement le transit vers l'aval de la charge alluviale grossière (galets, cailloux) éventuellement encore produite et disponible en partie haute du bassin, les seuils et ouvrages transversaux peuvent induire un profond déséquilibre à l'origine, généralement, de processus d'érosion progressive du lit de la rivière. Du fait de la difficulté de franchissement de ceux-ci par les peuplements piscicoles notamment, ils cloisonnent le cours d'eau et représentent une succession de rupture de la continuité écologique entraînant souvent un « glissement typologique » pour les biocénoses aquatiques (les espèces rhéophiles sont fortement défavorisées). De plus, et lors de vidange, les sédiments les plus fins (limons, sables, graviers, etc.) sont brutalement relargués ; phénomènes susceptibles d'induire des impacts directs sur les

biocénoses aquatiques et le colmatage des substrats grossiers. Enfin, et d'un point de vue strictement hydraulique, de tels ouvrages sont capables d'entraîner des modifications plus ou moins importantes des hydrogrammes de crue.

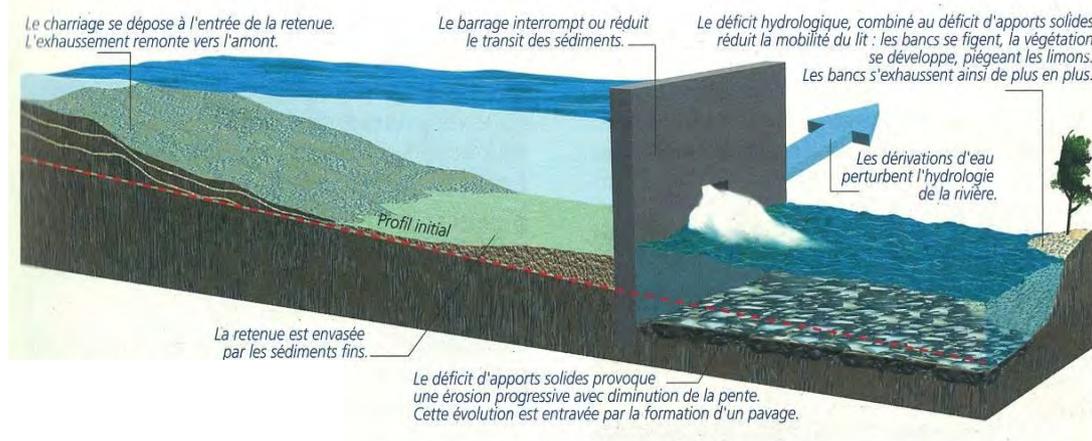


Figure 5. Le phénomène d'érosion progressive. Source : Les études des agences de l'eau n°65 - *La gestion des rivières, transport solide et atterrissements*, Guide méthodologique, 1999.)

• Ils ont un effet « retenue »

L'impact des seuils en rivière se traduit à leur amont par un remous à l'origine de faciès d'écoulement lenticques et profonds en lieu et place des séquences naturelles de faciès d'écoulement (radiers, plats, mouilles, etc.). Ces retenues successives favorisent tout particulièrement le réchauffement des eaux en période estivale et aggrave alors les phénomènes d'eutrophisation, limitant ainsi drastiquement l'habitabilité du milieu pour la faune aquatique. De ces impacts, il est possible d'aboutir à une altération de la qualité des eaux.

On identifie également un dysfonctionnement du compartiment piscicole du fait d'une "pollution" du cours d'eau par des espèces cyprinicoles caractéristiques des zones extrêmement lenticques et favorisées ici par l'homme à des fins halieutiques;

• Ils ont un effet « point dur »

En réduisant les processus naturels d'érosion latérale et de transport, ils peuvent être assimilés à des points de blocage de la dynamique fluviale et perturbe donc les processus de ré-equilibrage morpho-dynamique et de redistribution des sédiments qui s'engagent naturellement lors d'épisodes de crues ou à la suite de pressions humaines particulières (extraction, curage, rescindement, recalibrage du lit, etc.).

► Cas et particularités de la basse vallée du Cousin

En fonction des principes précédemment avancés, il est aisément possible de convenir que l'ensemble du linéaire de cours d'eau étudié est effectivement le siège de dysfonctionnements liés à l'un ou/et l'autre de ces types d'altération.

Toutefois, il est primordial de préciser que ces altérations demeurent, dans le cas du Cousin, essentiellement attachées à des conditions d'habitats et non à de réelles questions d'équilibre d'un point de vue morpho-dynamique, n'empêchant ainsi nullement la rivière de conserver une grande naturalité (pour mémoire, la basse vallée du Cousin est d'ailleurs inscrite dans le périmètre du site Natura 2000 n°28 « Forêts riveraines et de ravins, corniches, prairies humides de la vallée de la Cure et du Cousin dans le nord Morvan », témoignant du caractère encore exceptionnel de cette partie géographique du bassin).

Cette particularité du tronçon de cours d'eau considéré est, à priori, le fruit d'un ensemble de facteurs dont les principaux sont :

- La relative « modestie » des aménagements mis en œuvre : rares sont en effet les ouvrages hydrauliques édifiés qui ont été accompagnés des usuels travaux de chenalisation de type curage, recalibrage, endiguement, rescindement, protection de berge sur d'important linéaire, etc. ;
- L'absence générale de pressions anthropiques autres que celles liées à l'existence et la gestion de ces ouvrages transversaux (situation à mettre en relation avec la très faible densité de l'habitat de la vallée (41,8 hab/km², hors territoire d'Avallon sur l'aire d'étude) et l'absence d'industrialisation de la zone géographique étudiée;
- La physionomie même de la vallée où les formes du relief ont irrémédiablement influencé le façonnement physique du lit. La morphologie et les caractéristiques globales de la vallée où un cours d'eau s'écoule conditionnent nécessairement les possibilités de mouvement d'un hydrosystème. Dans le cas du tronçon de Cousin considéré, **les formations et contreforts rocheux au sein desquels la rivière s'engage (origine volcanique: roches métamorphiques/ roches effusives) limitent drastiquement les possibilités de mouvement.** Régulièrement, ces structures se confrontent aux écoulements, les guident, voire même les accompagnent jusqu'à former des falaises ou talus d'éboulis surplombant le lit. Outre que ces structures organisent les circonvolutions de tracé de la rivière, elles constituent de véritables points de fixation du profil en long, non seulement à travers leur affleurement localisé au sein même du lit vif (émergence régulière du substratum liée aux irrégularités de la topographie du soubassement) mais aussi à travers la déperdition d'énergie (et donc la « perte de charge ») qu'elles imposent à la rivière en amont et en aval des zones ou linéaires de confrontation des eaux avec le relief. Cette caractéristique de la vallée explique entre autre que le profil en long naturel de la rivière correspond à un profil en « marches d'escalier » puis, parmi d'autres facteurs, que les processus d'incision du lit que le Cousin aurait pu subir du fait de l'édification d'ouvrages transversaux sont demeurés tout à fait modestes (effet, localement, de « simple » diminution de l'épaisseur du matelas alluvial, naturellement peu consistant).
- Le caractère éminemment mature des boisements ripicoles et de versant (à mettre en relation avec l'absence d'activité géo-dynamique de la rivière (lit naturellement guère mobile, absence d'annexes hydrauliques, etc.). **Aux formations pionnières (saulaies arbustives, saulaie à saules blancs et peuplier noir, etc.) se sont rapidement substitués des boisements à bois durs (frênaie-aulnaie, aulnaie-ormaie, chênaie, etc.) aux marges du lit mineur (fixation des sols et fermeture des marges du lit vif par la végétation – « effet de couloir » / sur un tel cours d'eau, les stades « pionniers » en termes de végétation demeurent « fugaces »).**



Figure 6. Illustration des affleurements réguliers du substratum au sein du lit : cas des abords des moulins Cadoux (image de gauche) puis Vinant (image de droite) – Clichés Biotec (16.07 & 13.09.2012).

Depuis plusieurs siècles et du point de vue du tracé du cours d'eau ou de ses dimensions en section, les formes générales du lit sont en effet éminemment stables, et ce, malgré une puissance spécifique souvent élevée de la rivière sur l'emprise du secteur d'étude (comprise grossièrement entre 40 à 135 W/m² selon les secteurs considérés⁽¹⁾).

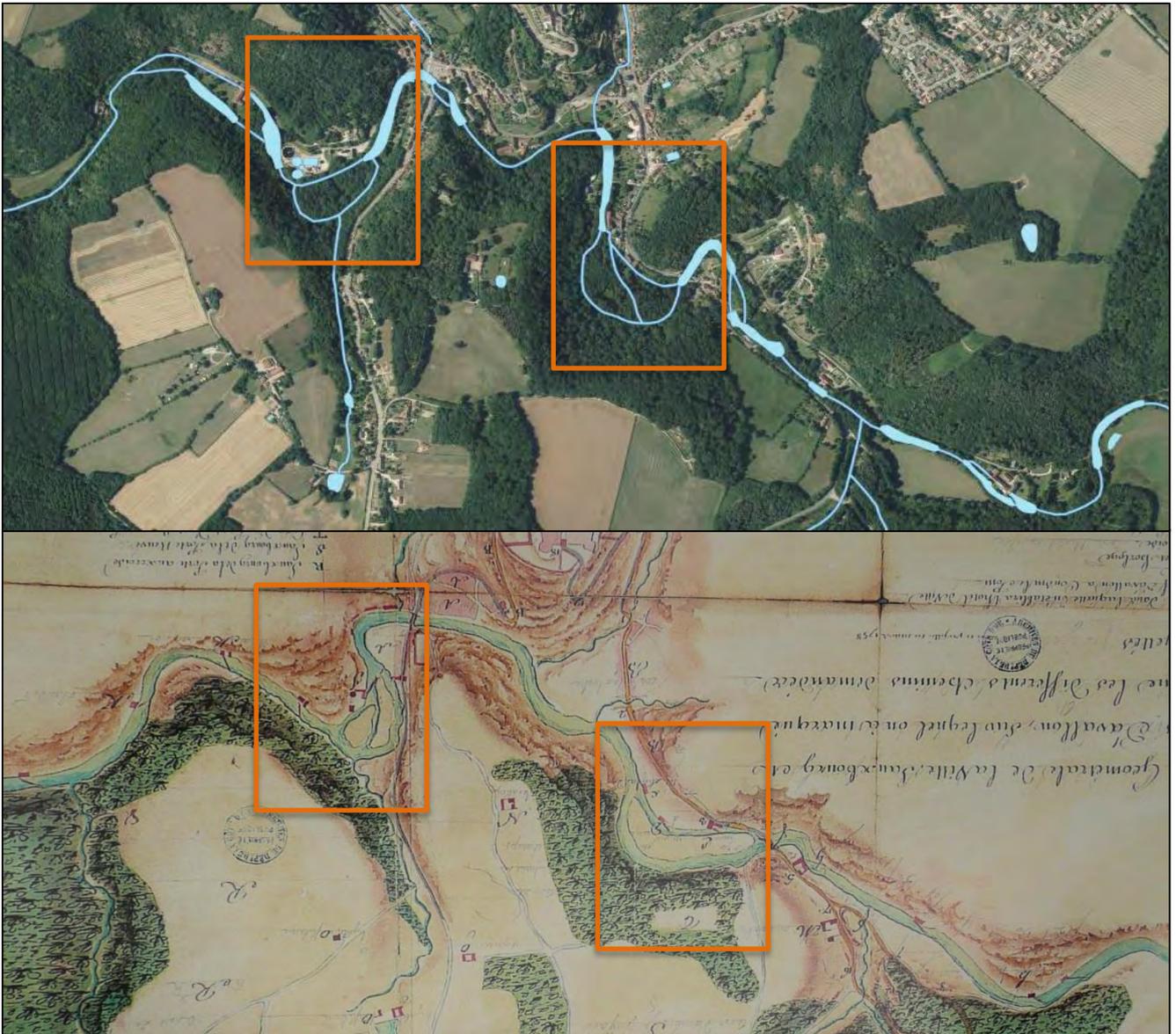


Figure 7. Illustration de l'absence d'évolution notable des formes du lit depuis deux siècles et demi / Comparaison des tracés du cours d'eau à travers une image aérienne récente (IGN 2011 - image haute) et carte des environs d'Avallon (image basse) produite en 1758.

⁽¹⁾ la puissance (Ω) est calculée comme suit : $\Omega = \gamma Q J$ (en watt/m)
 la puissance spécifique (ω) est calculée comme suit : $\omega = \Omega / l$ (en watt/m²)
 où γ est le poids volumique de l'eau (9810 N/m³), Q le débit considéré (environ 35 m³/s pour Q₂), J la pente de la ligne d'énergie en m/m (comprise entre 0,0014 et 0,0059 m/m sur le tronçon d'étude), l la largeur du lit pour le débit utilisé (comprise entre 12 & 18 m en moyenne).
 La puissance d'une rivière correspond à l'énergie susceptible d'être développée par celle-ci.

Ces différentes constatations sont d'ailleurs corroborées par :

- la situation en tracé (en extrados de courbure et contre le relief) des principales sinuosités de la rivière lorsque le fond de vallée s'élargit quelque peu (stade « ultime »);
- l'absence de chenaux de crue ou annexe hydraulique (mémoire du passé) ;
- l'absence de processus d'érosion de berge (pas de dissipation latérale de l'énergie hydraulique, débordements rapidement facilités, etc.);
- l'absence de fosse de dissipation d'énergie en aval immédiat des seuils (signe d'affleurement proche du substratum);
- l'âge des peuplements végétaux riverains, la fixation des sols et la complète fermeture des marges du lit mineur par des boisements mûres ;
- etc.

De façon schématique et conclusive : depuis deux à trois siècles, les variations physiques du lit semblent s'être avant tout produites dans une dimension altitudinale (et non latérale) à travers, à l'échelle locale :

- un amoindrissement de l'épaisseur du matelas alluvial (déjà peu épais eu égard à la nature des matériaux et formes du relief (quelques 50 à 80 centimètres probablement) par érosion progressive en aval immédiat des ouvrages transversaux en place (cas du Moulin Mathey, du Moulin Sapin, etc.);
- un comblement progressif de nombre de retenues par des sables, puis, plus irrégulièrement, par des graviers et cailloux (lorsqu'il n'existe plus de gestion des ouvrages / cas du Moulin des Rhuysse, du Moulin Chanut, du Moulin de la Ferme des Nids, etc.);
- un exhaussement localisé du toit du lit en aval des ouvrages à la suite d'un relargage d'une part des matériaux accumulés dans la retenue lorsque l'infrastructure s'est ruinée (cas du Moulin Gros).

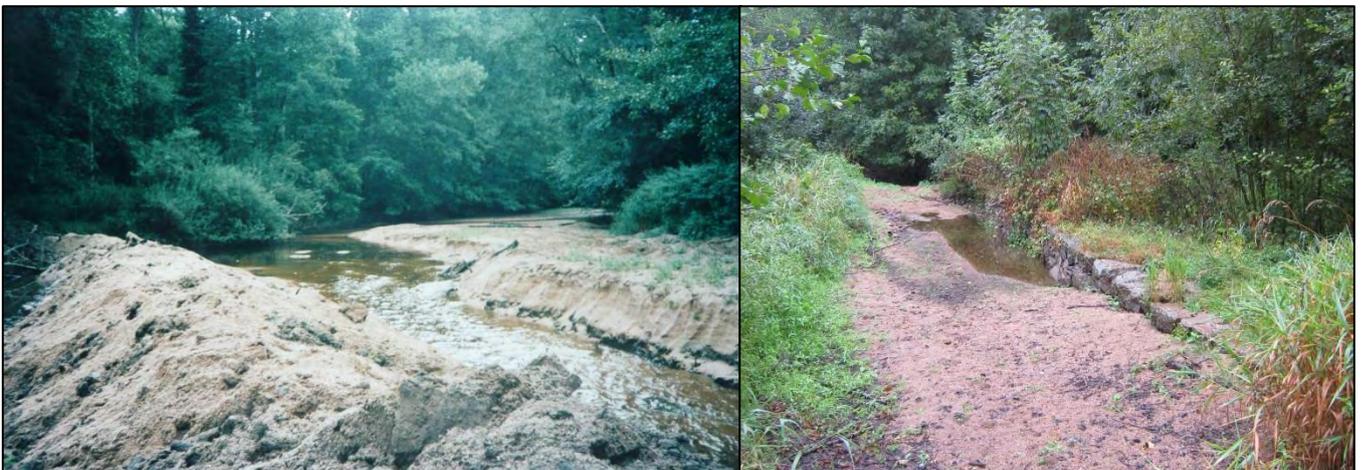


Figure 8. Illustration de la nature des matériaux (essentiellement sables et graviers) accumulés au sein des retenues : cas du moulin Cadoux (image de gauche) puis Chanut (image de droite) – Crédits photographiques : Mme Beguin (image de gauche/1999) & Biotec (image de droite/13.09.2012).

► A propos des ouvrages de l'aire d'étude et de leurs principaux impacts

Ils sont au nombre de 24 répertoriés sur l'aire d'étude (12,4 kms) créés à des fins d'utilisation de l'énergie hydraulique à chaque reprise et correspondent systématiquement à un ouvrage de type « seuil fixe » (en pierres ou moellons dûment appareillés) et « déversant » (nature d'ouvrage le plus « transparent » vis à vis du transit des embâcles végétaux), alimentant un bief (système avec dérivation courte, moyenne ou longue). Schématiquement, ce contexte aboutit à la présence d'un ouvrage tous les 540 mètres.

A titre de comparaison, et à l'échelle du Cousin dans son ensemble, 47 obstacles transversaux sont dénombrés sur son cours, soit un ouvrage tous les 1.425 mètres.



Figure 9. Illustration de la physionomie physique et constitutive des ouvrages transversaux reconnus sur le cours du Cousin à travers le cas du seuil déversant du moulin des Ruats (image de gauche) puis des vestiges du seuil de moulin Morizot Courtat (image de droite) – Clichés Biotec 18.09.2012 & 17.07.2012).

De façon plus précise, l'aire d'étude peut être en fait, et en fonction de la physionomie de la vallée (altitude/largeur/modalités d'occupation des sols) puis des caractéristiques du profil en long de la rivière, divisée en deux tronçons distincts (cf. pièce graphique intitulée « Profil en long de la rivière (d'après IGN 1948) et informations hydro-écologiques sectorielles », doc. n°12.074-4) distinguant eux-mêmes deux situations profondément différentes :

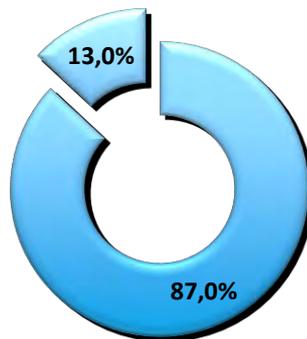
- **Un premier compris au sein d'un secteur allant du seuil du moulin de la Rochette (implanté sur le territoire communal de Cussy les Forges – hors aire d'étude) à l'ouvrage du moulin Vinant** (soit un linéaire d'environ 9.600 mètres – tronçon dit des « Marches du Morvan »), où quatre ouvrages préexistaient (un ouvrage tous les 2.400 mètres). Depuis la quasi-disparition du seuil du Petit Moulin Cadoux, la distance moyenne entre deux ouvrages transversaux est de l'ordre de 3.200 mètres.
- **Un second compris au sein d'un secteur s'étendant du seuil du moulin Vinant à l'ouvrage du Foulon de Pontaubert** (soit un linéaire de plus de 9.760 mètres – tronçon dit du « Bas des Marches »), où la distance moyenne entre deux seuils s'avère de l'ordre de 424 mètres (de 367 mètres plus particulièrement entre les moulins Vinant et des Ruats), soit une densité d'ouvrages presque 10 fois plus importante que sur le précédent secteur.

Cet effet foncièrement « cumulatif » des ouvrages en termes d'impacts sur les modalités de fonctionnement et la nature des faciès d'écoulement de la rivière explique, pour une bonne part, la dégradation soudaine de l'attractivité du milieu d'un point de vue physique à compter des points d'implantation des moulins Bonnin & Sapin (secteur aval dit du « Bas des Marches » ; cf. doc. n°12.074-4 – évaluation de la qualité physique (SEQ), sources PNRM, et figure n°11 ci-après).



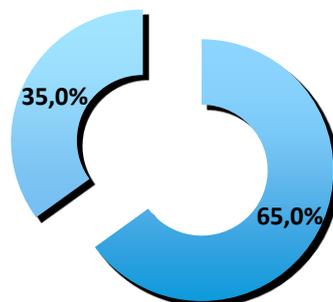
Figure 10. Vues successives d'un faciès d'écoulement libre et naturel de la rivière du Cousin (image de gauche), puis d'une zone de la rivière à écoulement lentique du fait de la présence d'un ouvrage (emprise du remous hydraulique du moulin Cadoux, image de droite), physionomie définitivement éloignée des modèles naturels - Clichés Biotec 17.07.2012.

**Du pied du moulin de la Rochette
à l'ouvrage du moulin Vinant**



- Surfaces à écoulements libres
- Surfaces à écoulement lentique

**Du pied du moulin Vinant
à l'ouvrage du moulin des Ruats**



- Surfaces à écoulements libres
- Surfaces à écoulement lentique

Figure 11. Comparatif de la nature des écoulements sur deux tronçons distincts du Cousin dans l'aire d'étude : Du pied du moulin de la Rochette au moulin Vinant (secteur dit des « Marches du Morvan »), puis du pied du moulin Vinant à l'ouvrage du moulin des Ruats (Sources : relevés de terrain Biotec, été/automne 2012).

Systématiquement attachés à l'existence de moulins, ces vingt-quatre ouvrages témoignent des activités passées de cette partie nord du massif du Morvan qui s'exprimaient alors et tout à la fois à travers la valorisation et le commerce de ressources locales (battoir à écorce pour extraire le tanin, battoir à chanvre, fouloir, flottage du bois, meunerie, filature, etc.), voire à travers la naissance de l'industrie, avec l'arrivée du chemin de fer en 1873 (à l'exemple des activités de la Cartonnerie de Vesvres). Si certains moulins furent recensés dès le XII^e siècle dans la vallée, la plupart de ceux considérés datent du XIX^e ou début du XX^e siècle. Ils ont au fil du temps « changé de main » et de nom, lui-même généralement lié à celui de leur propriétaire ou lieu d'implantation. Nombre d'entre eux bénéficient d'ailleurs aujourd'hui de plusieurs appellations, à l'origine de confusion régulières, car si un propriétaire rachetait le bien de son voisin, le moulin pouvait alors simultanément porter les deux noms ou être désigné par un nouveau (A titre d'illustration, le cas de Mr Colon est révélateur, puisque déjà propriétaire du Grand moulin Colon, il racheta le moulin de Monsieur Gros et le Moulin Gros devint alors le Petit moulin Colon. Tous deux furent ensuite cédés à Mr Léger et le dernier devint le Moulin Léger dont le nom perdure aujourd'hui). Si, tous, sont apparus en vue d'une fonction bien particulière, aucune activité originelle ne subsiste à l'heure actuelle et nombre ont été transformés en lieu d'habitation ou disparu (incendie, fermeture, abandon et pillage, ruine, etc., ont été les moteurs de ces disparitions). Sur l'aire d'étude et les vingt-quatre ouvrages transversaux anciennement attachés à ces moulins, puis malgré les velléités ou espoirs de quelques propriétaires, un seul est aujourd'hui équipé à des fins de production électrique et nombre d'entre eux sont désormais laissés à l'abandon, généralement faute de moyens.

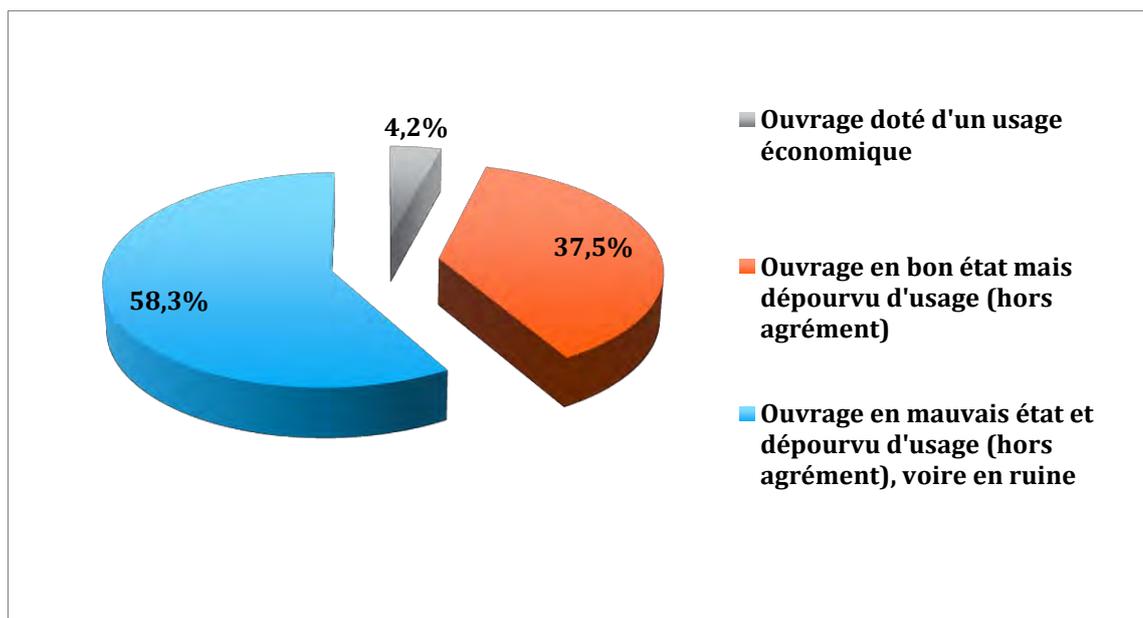


Figure 12. Synthèse chiffrée des usages et états des vingt-quatre ouvrages considérés (Sources : relevés de terrain Biotec, été/automne 2012, puis données PNRM).

Ultimes vestiges des usages économiques passés, les vingt-quatre seuils considérés n'arborent aujourd'hui jamais une hauteur de chute supérieure à deux mètres (cf. figure n°13 ci-après). Si l'on considère la dénivelée totale cumulée sur une distance quelque peu supérieure à celle de l'aire d'étude (**entre le pied du seuil du moulin de la Rochette et le pied du Foulon de Pontaubert**), celle-ci est égale à 118,4 mètres, induisant une pente générale naturelle de la rivière de 0,61% sur 19,3 kms. Le **cumul de la hauteur des seuils** représentant environ 25,60 mètres sur ce secteur (soit près de **21,6% de la dénivelée naturelle (taux d'étagement)**), la dénivelée résiduelle est de 92,8 mètres, soit une valeur réelle de pente de l'ordre de 0,48%.

Sur le seul tronçon aval dit du « Bas des Marches » (entre le pied du seuil du moulin Vinant et le pied du Foulon de Pontaubert) la dénivelée naturelle se révèle de 58,6 mètres, désignant une pente naturelle de la rivière de 0,59% sur 9,9 kms. Le **cumul de la hauteur des seuils** représentant environ 22,80 mètres sur ce nouveau et plus court secteur (soit près de **39% de la dénivelée naturelle (taux d'étagement)**) la dénivelée résiduelle est de 35,8%, soit une valeur réelle de pente de l'ordre de 0,36% (bien éloignée de la valeur de pente naturelle du Cousin et imposant de considérer ce « parcours » comme profondément fragmenté).

En un tel contexte, et au regard de la densité puis de la hauteur et configuration des ouvrages, il est évident que le transit des espèces, tout particulièrement piscicoles, ne peut être que profondément perturbé sur la basse vallée du Cousin (même si certains des seuils considérés sont équipés de passe à poissons, dont la fonctionnalité est d'ailleurs toute relative). Or, et pour rappel, l'intégralité des peuplements piscicoles est amenée à effectuer des déplacements, mais ceci s'impose comme une nécessité chez certaines espèces telles que la truite en particulier afin de rechercher des zones de reproductions favorables et indispensables à la survie des populations. D'après les expertises menées et en considérant une échelle de débits d'occurrences courantes, plus de 66,7% des ouvrages visités doivent être considérés comme infranchissables ou très difficilement franchissables (cf. figure n°13 ci-dessous).

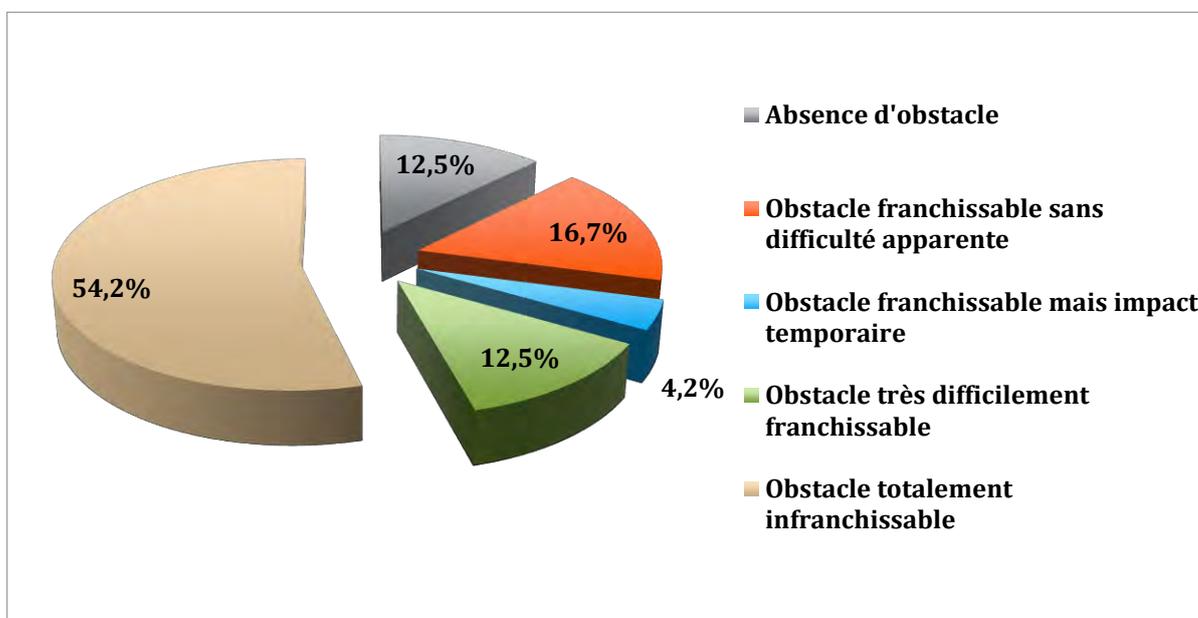


Figure 13. Caractérisation de la franchissabilité des 24 complexes hydrauliques du Cousin et part de représentation des différentes typologies d'ouvrages définies.

► A propos de la réglementation

Concernant la légitimité et le statut des ouvrages hydrauliques, puis de façon générale, il existe deux types de droits d'eau : les **droits fondés en titre** et les **droits fondés sur titre**.

Les droits fondés sur titre résultent de l'adoption par l'administration d'un règlement d'eau. Il est admis en jurisprudence que la **légalité d'un établissement fondé en titre résulte du seul fait de son existence incontestée avant l'abolition le 4 août 1789 du régime féodal.** La consistance légale d'un droit d'eau fondé en titre est supposée conforme à sa consistance effective actuelle.

Le Conseil d'Etat a jugé dans un arrêt de principe du 5 mai 2004 « SA Laprade énergie » n°246929 que « *la force motrice produite par l'écoulement d'eaux courantes ne peut faire l'objet que d'un droit d'usage et, en aucun cas, d'un droit de propriété ; qu'il en résulte qu'un droit fondé en titre se perd lorsque la force motrice du cours d'eau n'est plus susceptible d'être utilisée par son détenteur, du fait de la ruine ou d'un changement d'affectation des ouvrages essentiels destinés à utiliser la pente et le volume de ce cours d'eau ; qu'en revanche, ni la circonstance que ces ouvrages n'aient pas été utilisés en tant que tels au cours d'une longue période de temps, ni le délabrement du bâtiment auquel le droit de prise d'eau fondé en titre est attaché, ne sont de nature, à eux seuls, à remettre en cause la pérennité de ce droit [...] la perte du droit fondé en titre doit être constatée, dès lors qu'il y a ruine du seuil ou barrage, ou du canal d'amenée. Il y a ruine du seuil ou barrage dès lors que celui-ci a quasiment disparu, qu'il n'en reste que quelques vestiges ou repères sur les berges ou dans le lit ne permettant pas de bénéficier d'une chute sans reconstruction complète. Il y a ruine du canal d'amenée, dès lors qu'il est entièrement bouché et n'est plus visible en tant que tel.*»

Un règlement d'eau peut être abrogé ou modifié pour des questions motivées d'intérêt général (article L 214-4 et L 215-10 du code de l'environnement). Pour être caduque, il doit être expressément dénoncé par l'administration, c'est-à-dire le préfet.

Concernant **la responsabilité civile** du propriétaire d'un ouvrage, l'article 1382 du code civil dispose que « *Tout fait quelconque de l'homme, qui cause à autrui un dommage, oblige celui par la faute duquel il est arrivé à la réparer* ». L'article 1383 du même code ajoute que « *Chacun est responsable du dommage qu'il a causé non seulement par son fait, mais encore par sa négligence ou par son imprudence* ». Enfin, l'article 1386 pose que « *Le propriétaire d'un bâtiment est responsable du dommage causé par sa ruine, lorsqu'elle est arrivée par la suite du défaut d'entretien ou par le vice de sa construction* ». **Ces trois articles peuvent fonder une action en responsabilité civile contre le propriétaire d'un ouvrage hydraulique qui serait à l'origine d'un dommage, sur une propriété riveraine notamment.** Une mauvaise gestion des vannages, un défaut d'entretien, ou bien encore un vice de construction, peuvent être sources de nuisances causant des dommages aux propriétaires tant avals qu'amonts. Une brusque montée des eaux ou, au contraire, un subit abaissement de la ligne d'eau, causé par une mauvaise gestion ou un mauvais entretien de l'ouvrage, sont autant d'événements constitutifs d'un fait dommageable susceptible de mettre en jeu la responsabilité civile du propriétaire de l'ouvrage à l'égard de celui qui, victime d'un dommage, aura prouvé le lien de causalité entre le fait dommageable et son dommage.

Enfin, à travers l'annexe I-V intitulée « *Compatibilité entre plan d'action pour la restauration de la continuité écologique et développement de l'hydro-électricité à partir d'ouvrages existants* » du MEEDDM n° 2010/3 du 25 février 2010, il est clairement fait état des conditions de remise en exploitation des ouvrages fondés en titre pour l'usage de la force hydraulique qui correspond en fait à la ré-exploitation d'un droit d'usage de l'eau toujours existant. Les conditions de remise en exploitation de ces ouvrages fondés en titre sont les suivantes (extraits) :

- « *Si le droit est perdu toute exploitation hydroélectrique éventuelle du site est soumise à une procédure normale d'autorisation.* »
- « *Dans tous les cas de subsistance du droit fondé en titre, la continuité écologique doit être assurée, par tous moyens, y compris passes à poissons, sur les cours d'eau prioritaires, et en fonction des enjeux, sur les autres cours d'eau. Les solutions touchant aux caractéristiques de l'ouvrage ne nécessitant pas d'entretien ou de suivi (brèches, arasement partiel, etc.) doivent être privilégiées, notamment si, au moment de la demande de ré-exploitation, la continuité écologique est déjà assurée par un certain délabrement de l'ouvrage et des brèches existantes.* »
- « *Le débit réservé doit répondre à l'obligation, prévue au L.214-18 CE, d'un minimum assurant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces. Ce minimum peut-être supérieur au 10e du module si l'assurance de la continuité écologique et du bon état du cours d'eau le nécessite.* »

Cette notice conclut enfin de la manière suivante :

« D'une manière générale, toutes les prescriptions nécessaires pour rendre compatible la remise en exploitation d'un ouvrage fondé en titre avec les obligations légales (assurer la circulation des poissons, la continuité écologique sur les cours d'eau classés à ce titre, assurer la préservation ou l'atteinte du bon état ou la préservation de la biodiversité aquatique) doivent être sollicitées. Si le demandeur accepte ces conditions, notamment sur un plan économique, il pourra continuer la remise en exploitation ; dans le cas contraire le seuil ou le barrage devra être définitivement aménagé pour ne plus constituer un obstacle à la continuité écologique. »

► A propos du « champ des possibles » en termes d'intervention

Pour mémoire, le Cousin est classé dans les catégories 1 et 2 au titre de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement. Ce classement de la rivière allant dans le sens de l'atteinte des objectifs de la DCE, les gestionnaires sont invités à suivre, entre autre, les consignes suivantes :

- prévenir la dégradation et préserver la qualité et la fonctionnalité du cours d'eau à forte valeur patrimoniale en empêchant la construction de tout nouvel obstacle à la continuité écologique ;
- imposer la restauration de la continuité écologique à long terme, au fur et à mesure des renouvellements d'autorisations ou de concessions, ou à l'occasion d'opportunités particulières (telles, par exemple, que le programme européen Life + « continuité écologique ») ;
- imposer dans les 5 ans aux ouvrages existants, les mesures correctrices de leurs impacts sur la continuité écologique.

Dans le cadre de la poursuite de ces objectifs et en vue d'établir une proposition de programme de restauration de la continuité écologique de la basse vallée du Cousin, les vingt-quatre complexes hydrauliques ont donc été expertisés (cf. doc. n°12.074-3). Chaque cas de figure est décrit au sein d'un recueil de fiches descriptives inhérent à chaque ouvrage transversal visité (doc. n°12.074-2). Chaque fiche analytique synthétise les éléments essentiels de diagnostic, les objectifs de gestion ou d'aménagement prescrits ainsi que les recommandations et propositions d'intervention mises au point (y compris justifications des choix). Le coût de réalisation des principales interventions suggérées a, en outre, été estimé pour chaque cas. Au final, la nature des différentes solutions d'aménagement susceptibles d'être mises en œuvre à des fins de rétablissement de la continuité écologique du tronçon de cours d'eau considéré est présentée, de façon synthétique, à travers les tableaux présentés ci-après (cf. figures n°14 & 15). Les montants d'investissements que les solutions requises pour chaque ouvrage induisent, tant en termes de travaux que d'études et de maîtrise d'œuvre, sont synthétisés au sein des tableaux suivants (cf. figures n°16 à 18).

La segmentation des cours d'eau reste un obstacle direct au respect des engagements de « bon état » et de préservation de la biodiversité définis par l'Etat. Or, les obstacles à l'écoulement constituent à eux seuls un risque de non-atteinte de ce « bon état ». Si intervenir pour restaurer les linéaires de cours d'eau sous l'emprise d'un obstacle ou d'une série d'obstacles transversaux constitue aujourd'hui une priorité, les moyens pour y parvenir peuvent être néanmoins foncièrement différents en fonction des enjeux et contraintes attachés à chaque situation, puis des ambitions que l'on se fixe. Dans un souci d'objectivité, et la volonté exclusive de participer efficacement au rétablissement de la continuité écologique, les différents scénarii d'intervention potentiels pour chaque ouvrage ont été appréciés à travers les fiches techniques émises, puis ensuite hiérarchisés pour chaque cas de figure en fonction de leur efficacité et des bénéfices attendus.

Si le bilan globalement négatif de l'impact des seuils en rivière invite à conclure que dans la plupart des situations, et en l'absence d'intérêt économique ou d'intérêt majeur sur le plan patrimonial, la meilleure solution pour aller dans le sens de la DCE consiste techniquement à supprimer ceux-ci (dérasement), les ambitions nécessitent cependant d'être en certains cas adaptés à la réalité des droits, attentes et volontés des propriétaires concernés.

Au final, et au regard des visites puis expertises sur ouvrages conduites, ressortent à ce jour les principaux enseignements suivants concernant la basse vallée du Cousin :

- **un caractère réversible des aménagements subis et, à priori, « à moindres moyens »**, du fait d'une capacité de la rivière à un retour à un état physique et de fonctionnement rapidement opportun (puissance spécifique élevée), puis d'une limitation des risques vis-à-vis des processus géo-dynamiques susceptibles d'être engendrés par de tels travaux (car affleurement régulier du substratum ; faible degré d'occupation des sols ; absence généralement de biens de valeurs à proximité des sites travaillés (route, ouvrage de franchissement, etc.)) ;
- **une gamme de solutions où le procédé de l'arasement (diminution de la hauteur du seuil) ne se justifie tout à fait jamais** du fait de l'absence d'usage économique des ouvrages en nombre de cas, de l'effet de déconnection temporaire ou permanente du bief auquel le seuil est attaché que cette disposition entraînerait nécessairement (en raison notamment de la forte pente naturelle de la rivière), puis de l'émergence souvent régulière du substratum rocheux en fond de lit à l'endroit des ouvrages transversaux considérés (« stabilité naturelle » du profil en long amenant à ne pas rechercher à préserver des points durs artificiels) ;
- **des travaux de dérasement qui nécessitent rarement de devoir être accompagnés de mesures de gestion des sédiments accumulés dans les retenues**, en raison d'une capacité naturelle de la rivière à remodeler seule ses substrats les moins grossiers (puissance spécifique élevée), de la quasi-absence de pratiques de chenalisation (aucun travail de recalibrage du lit n'a généralement été parallèlement mené à l'édification d'un ouvrage transversal), puis d'une physionomie naturellement peu dissymétrique de la rivière en section (fonds souvent plats) ;
- **un risque généralement modéré d'une diminution de la largeur du lit en eau de la rivière après aménagement** du fait aussi d'une physionomie naturellement peu dissymétrique de la rivière en section (hors lieu d'implantation des ouvrages transversaux et zone impactée réellement par le remous solide de l'ouvrage).

Enfin et au regard du contexte social (volontés et attentes des propriétaires d'ouvrages), il est essentiel de souligner que quelques soient les travaux et dispositions techniques choisies in fine, les gains du programme d'interventions menée dans le cadre du programme européen Life + « continuité écologique » sur la basse vallée du Cousin (programme devant être achevé en fin d'année 2015) ne pourront être nécessairement immédiats et, surtout, complets, en raison d'ores et déjà de l'impossibilité d'imaginer à court terme l'effacement de la totalité des seuils considérés.

	n°01	n°02	n°03	n°04	n°05	n°06	n°07	n°08	n°09	n°10	n°11	n°12
Nature des interventions prescrites	Moulin Cadoux	Petit Moulin Cadoux	Moulin Vinant	Moulin des Ruisses	Moulin Bonnin	Moulin Sapin	Moulin des Papeteries de Vesvres	Moulin Veyrat	Moulin Foulon Michaud	Moulin Foulon de la Rochette	Moulin de la Ferme des Nids	Moulin Blondeau

Travaux de restauration de la continuité écologique

Niveau d'ambition		Travaux de restauration de la continuité écologique											
		n°01	n°02	n°03	n°04	n°05	n°06	n°07	n°08	n°09	n°10	n°11	n°12
Elevé	Dérasement complet de seuil avec mesures d'accompagnement												
	Dérasement partiel de seuil avec mesures d'accompagnement												
	Dérasement de seuil seul												
	Arasement de seuil												
Modéré	Arasement de seuil												
	Edification d'une passe "naturelle"												
	Edification d'une passe "technique traditionnelle"												
	Création d'une rivière de contournement												
Nul ou Faible	Edification d'une passe "naturelle"												
	Edification d'une passe "technique traditionnelle"												
	Non intervention												

Mesures de gestion/d'accompagnement des aménagements projetés ou évolutions morpho-écologiques actuelles

Adaptation des modalités de gestion du complexe hydraulique												
Fourniture et mise en œuvre de clotures agricoles												
Travaux forestiers												
Travaux de lutte contre les espèces invasives												
Travaux de plantation												
Déplacement de banc de matériaux alluvionnaires												
Ré-injection de blocs et matériaux alluvionnaires												

Maintien de l'état actuel

Non intervention												
------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N.B.: Les interventions indiquées par un encadré rouge au sein du tableau ont été jugées "à privilégier" au regard des contraintes et enjeux inhérents à chaque cas (justifications développées au sein des fiches analytiques afférentes à chaque complexe hydraulique).

Figure 14. Nature des interventions susceptibles d'être menées à des fins de restauration de la continuité écologique dans le cas des ouvrages hydrauliques numérotés 1 à 12.

Nature des interventions prescrites	n°13	n°14	n°15	n°16	n°17	n°18	n°19	n°20	n°21	n°22	n°23	n°24
	Moulin Chanut	Moulin Ste Marthe	Moulin Nageotte	Moulin Brenot	Moulin Poichot	Moulin Mathey	Moulin Léger	Moulin Gros	Moulin Battoir Coulbois	Moulin Morizot Courtat	Moulin Sureau-Velin	Moulin des Ruats

Travaux de restauration de la continuité écologique

Niveau d'ambition		Travaux de restauration de la continuité écologique											
		n°13	n°14	n°15	n°16	n°17	n°18	n°19	n°20	n°21	n°22	n°23	n°24
Elevé	Dérasement complet de seuil avec mesures d'accompagnement			■		■							
	Dérasement partiel de seuil avec mesures d'accompagnement						■					■	
	Dérasement de seuil seul	■	■										
	Arasement de seuil			■									
Modéré	Arasement de seuil											■	
	Edification d'une passe "naturelle"				■	■		■				■	
	Edification d'une passe "technique traditionnelle"				■	■		■					
	Création d'une rivière de contournement												
Nul ou Faible	Edification d'une passe "naturelle"												
	Edification d'une passe "technique traditionnelle"			■									
	Non intervention	■	■										

Mesures de gestion/d'accompagnement des aménagements projetés ou évolutions morpho-écologiques actuelles

Adaptation des modalités de gestion du complexe hydraulique				■								■
Fourniture et mise en œuvre de clotures agricoles												
Travaux forestiers												
Travaux de lutte contre les espèces invasives									■	■		
Travaux de plantation										■		
Déplacement de banc de matériaux alluvionnaires									■			
Ré-injection de blocs et matériaux alluvionnaires								■		■		

Maintien de l'état actuel

Non intervention								■	■	■	■	
------------------	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---	--

N.B.: Les interventions indiquées par un encadré rouge au sein du tableau ont été jugées "à privilégier" au regard des contraintes et enjeux inhérents à chaque cas (justifications développées au sein des fiches analytiques afférentes à chaque complexe hydraulique).

Figure 15. Nature des interventions susceptibles d'être menées à des fins de restauration de la continuité écologique dans le cas des ouvrages hydrauliques numérotés 13 à 24.

	n°01	n°02	n°03	n°04	n°05	n°06	n°07	n°08	n°09	n°10	n°11	n°12
Nature des interventions prescrites en termes de nature de travaux	Moulin Cadoux	Petit Moulin Cadoux	Moulin Vinant	Moulin des Ruisses	Moulin Bonnin	Moulin Sapin	Moulin des Papeteries de Vesvres	Moulin Veyrat	Moulin Foulon Michaud	Moulin Foulon de la Rochette	Moulin de la Ferme des Nids	Moulin Blondeau

Travaux de restauration de la continuité écologique

Dérasement complet de seuil avec mesures d'accompagnement	150 000 €				45 000 €				35 000 €	70 000 €		160 000 €
Dérasement partiel de seuil avec mesures d'accompagnement		15 000 €						50 000 €			40 000 €	
Dérasement de seuil seul							50 000 €					
Arasement de seuil							40 000 €					
Arasement de seuil				7 000 €	20 000 €							
Edification d'une passe "naturelle"					20 000 €		45 000 €					
Edification d'une passe "technique traditionnelle"												
Création d'une rivière de contournement	90 000 €						80 000 €					
Edification d'une passe "naturelle"	60 000 €							30 000 €				50 000 €
Edification d'une passe "technique traditionnelle"										60 000 €		
Non intervention		0 €		0 €	0 €				0 €			

Mesures de gestion/d'accompagnement des aménagements projetés ou évolutions morpho-écologiques actuelles

Adaptation des modalités de gestion du complexe hydraulique					6 000 €		6 000 €	6 000 €				
Fourniture et mise en œuvre de clotures agricoles								2 000 €			2 000 €	
Travaux forestiers												
Travaux de lutte contre les espèces invasives												
Travaux de plantation								7 000 €			7 000 €	
Déplacement de banc de matériaux alluvionnaires												
Ré-injection de blocs et matériaux alluvionnaires												

Maintien de l'état actuel

Non intervention			0 €									
------------------	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

MONTANTS PAR OUVRAGES (n°1 à 12)	60 000 €	15 000 €	0 €	0 €	0 €	80 000 €	50 000 €	50 000 €	35 000 €	70 000 €	40 000 €	160 000 €
MONTANT DES INVESTISSEMENTS "TRAVAUX"	560 000 €											

N.B.: Si toutes les interventions potentielles ont été estimées financièrement à titre de comparaison, seul le montant de l'addition, par ouvrage, des interventions indiquées par un encadré rouge et jugées "à prix".
Les montants de travaux s'entendent, à chaque fois, hors éventuels frais de maîtrise d'œuvre, de conception ou d'établissement de dossiers réglementaires.
Concernant l'intervention "Adaptation des modalités de gestion du complexe hydraulique", celle-ci ne s'entend que s'il n'est pas conduit de travaux de dérasement complet ou partiel de l'ouvrage considéré.

Figure 16. Coût des travaux susceptibles d'être menées à des fins de restauration de la continuité écologique dans le cas des ouvrages hydrauliques numérotés 1 à 12.

	n°13	n°14	n°15	n°16	n°17	n°18	n°19	n°20	n°21	n°22	n°23	n°24
Nature des interventions prescrites en termes de nature de travaux	Moulin Chanut	Moulin Ste Marthe	Moulin Nageotte	Moulin Brenot	Moulin Poichot	Moulin Mathey	Moulin Léger	Moulin Gros	Moulin Battoir Coulbois	Moulin Morizot Courtat	Moulin Sureau-Velin	Moulin des Ruats

Travaux de restauration de la continuité écologique

Dérasement complet de seuil avec mesures d'accompagnement			160 000 €		140 000 €							
Dérasement partiel de seuil avec mesures d'accompagnement						60 000 €						25 000 €
Dérasement de seuil seul	15 000 €	15 000 €										
Arasement de seuil			60 000 €									
Arasement de seuil												12 000 €
Edification d'une passe "naturelle"				20 000 €	60 000 €		60 000 €					15 000 €
Edification d'une passe "technique traditionnelle"				35 000 €	70 000 €		70 000 €					
Création d'une rivière de contournement												
Edification d'une passe "naturelle"												
Edification d'une passe "technique traditionnelle"			70 000 €									
Non intervention	0 €	0 €										

Mesures de gestion/d'accompagnement des aménagements projetés ou évolutions morpho-écologiques actuelles

Adaptation des modalités de gestion du complexe hydraulique				6 000 €								6 000 €
Fourniture et mise en œuvre de clotures agricoles												
Travaux forestiers												
Travaux de lutte contre les espèces invasives								1 000 €	5 000 €			
Travaux de plantation									2 000 €			
Déplacement de banc de matériaux alluvionnaires								3 000 €				
Ré-injection de blocs et matériaux alluvionnaires								10 000 €	8 000 €			

Maintien de l'état actuel

Non intervention								0 €	0 €	0 €	0 €	
------------------	--	--	--	--	--	--	--	-----	-----	-----	-----	--

MONTANTS PAR OUVRAGES (n°13 à 24)	15 000 €	15 000 €	160 000 €	20 000 €	140 000 €	60 000 €	60 000 €	0 €	0 €	0 €	0 €	15 000 €
MONTANT DES INVESTISSEMENTS "TRAVAUX"	485 000 €											

N.B.: Si toutes les interventions potentielles ont été estimées financièrement à titre de comparaison, seul le montant de l'addition, par ouvrage, des interventions indiquées par un encadré rouge et jugées "à priori". Les montants de travaux s'entendent, à chaque fois, hors éventuels frais de maîtrise d'œuvre, de conception ou d'établissement de dossiers réglementaires. Concernant l'intervention "Adaptation des modalités de gestion du complexe hydraulique", celle-ci ne s'entend que s'il n'est pas conduit de travaux de dérasement complet ou partiel de l'ouvrage considéré.

Figure 17. Coût des travaux susceptibles d'être menées à des fins de restauration de la continuité écologique dans le cas des ouvrages hydrauliques numérotés 13 à 24.

	n°01	n°02	n°06	n°07	n°08	n°09	n°10	n°11	n°12	n°13	n°14	n°15	n°16	n°17	n°18	n°19	n°24
Nature des prestations à mener en préalable ou en accompagnement des travaux	Moulin Cadoux	Petit Moulin Cadoux	Moulin Sapin	Moulin des Papeteries de Vesvres	Moulin Veyrat	Moulin Foulon Michaud	Moulin Foulon de la Rochette	Moulin de la Ferme des Nids	Moulin Blondeau	Moulin Chanut	Moulin Ste Marthe	Moulin Nageotte	Moulin Brenot	Moulin Poichot	Moulin Mathey	Moulin Léger	Moulin des Ruats
Etudes ou investigations préalables																	
Prestations topographiques	3 000 €	3 000 €	4 500 €	4 500 €	4 000 €	4 000 €	4 000 €	4 000 €	4 500 €	2000	2000	5 000 €	2 000 €	5 000 €	4 500 €	3 000 €	3 500 €
Prestations géotechniques																	
Etude hydraulique	4 000 €		4 000 €				4 000 €					6 000 €	4 000 €	6 000 €	6 000 €	4 000 €	4 000 €
Production des Déclaration de travaux																	
Missions de maîtrise d'œuvre																	
Etablissement d'un projet d'exécution, niveau DCE	10 000 €		15 000 €	15 000 €	10 000 €	10 000 €	15 000 €	10 000 €	15 000 €			15 000 €	8 000 €	15 000 €	10 000 €	10 000 €	8 000 €
Assistance dans la consultation des entreprises	2 500 €		2 500 €	2 500 €	2 500 €	2 500 €	2 500 €	2 500 €	2 500 €			2 500 €	2 500 €	2 500 €	2 500 €	2 500 €	2 500 €
Direction et suivi de travaux (DET/AOR)	8 000 €		12 000 €	10 000 €	8 000 €	8 000 €	8 000 €	8 000 €	10 000 €			15 000 €	6 000 €	12 000 €	10 000 €	8 000 €	6 000 €
Missions d'assistance à maîtrise d'œuvre																	
Etablissement d'un projet d'exécution, niveau DCE		6 000 €								4 000 €	4 000 €						
Assistance dans la direction et le suivi de travaux																	
Etablissement des dossiers réglementaires																	
Dossier au titre de la Loi sur l'Eau (y compris étude d'impact)	3 500 €	3 500 €	3 500 €	3 500 €	3 500 €	3 500 €	3 500 €	3 500 €	3 500 €	3 500 €	3 500 €	3 500 €	3 500 €	3 500 €	3 500 €	3 500 €	3 500 €
Notice d'incidence Natura 2000	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €
DIG (sauf cas de conventionnement avec propriétaires)	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €
MONTANTS PAR OUVRAGES	33 000 €	11 500 €	39 500 €	37 500 €	30 000 €	30 000 €	35 000 €	30 000 €	37 500 €	11 500 €	11 500 €	49 000 €	26 000 €	46 000 €	38 500 €	33 000 €	29 500 €
% MONTANT "ETUDES & M.OE" / TRAVAUX	55%	77%	49%	75%	60%	86%	50%	75%	23%	77%	77%	31%	130%	33%	64%	55%	197%
MONTANT TOTAL BUDGET "ETUDES & M.OE"	529 000 €																

Figure 18. Coût des études et prestations de maîtrise d'œuvre à priori nécessaires à la conduite des travaux prescrits à des fins de restauration de la continuité écologique de la basse vallée du Cousin.

► En termes de programmation

Dans le but de permettre l'émergence d'une proposition de programmation et hiérarchiser opportunément la mise en œuvre des interventions proposées, un ordre de priorité des opérations projetées a été recherché. Cet ordre de priorité a été apprécié non seulement selon la nature des contraintes et enjeux rencontrés en chaque cas, mais aussi au regard de la temporalité du programme européen Life + « continuité écologique » au sein duquel la démarche doit s'inscrire (programme dont les crédits s'achèveront en fin d'année 2015).

De la « distorsion » des calendriers imposés, tout à la fois, par les obligations réglementaires et de concertation avec les propriétaires (phase d'obtention des autorisations administratives), puis par la « durée de vie » du programme susmentionné (3 années), il ressort l'obligation de devoir se concentrer dans un premier temps sur les opérations où les démarches réglementaires nécessiteront le moins de délais. Dans cette acceptation, une première définition du « champ des possibles » en termes de programmation a donc été menée (cf. figures n°19 & 20 ci-après).

Une fois ce premier « tri » effectué, il demeurait à déterminer les principaux critères susceptibles d'aider complémentaires à la formalisation ultime d'une hiérarchisation des opérations. Le programme de restauration auxquelles ont abouti les réflexions conduites (cf. figure n°21 ci-après) s'est donc attaché à suivre les postulats et parti-pris simples suivants :

- se concentrer sur les obstacles ou séries d'obstacles permettant de libérer la plus importante surface de cours d'eau sous l'emprise d'aménagements (reconquête de faciès d'écoulement libre) et tenir compte de l'effet cumulatif des gains ;
- réserver, en général, les opérations nécessitant études complémentaires et travaux de concertation nourris pour l'ultime dernière année du programme (se donner le temps que les projets soient dûment dimensionnés, justifiés, et partagés par tous) ;
- favoriser, autant qu'il est possible et dès les premières phases du programme, des opérations à vocation « pilote » et démonstrative pour le public.

Au-delà des détails de ce programme et pour plus d'information technique, il conviendra de se reporter aux fiches correspondantes (doc. n°12.074-2).

Nom usuel du Moulin	Identifiant ROE	Situation administrative de l'ouvrage	Etat du complexe hydraulique (*)	Caractérisation du droit d'eau (**)	Type d'intervention privilégié	Régime au titre de la loi sur l'eau	Implication réglementaire	Hiériorisation des interventions / Priorités (***)
1- Moulin Cadoux	ROE30590	autorisé (règlement d'eau existant du 10/07/1884 - ouvrage fondé en titre)	Seuil transversal entretenu avec vanne de décharge rénovée et fonctionnelle, vanne motrice fonctionnelle, canaux et bâtiments du moulin entretenus - Résidence principale du propriétaire.	légitime	édification d'une passe "naturelle"	Déclaration	Arrêté de modification de l'ouvrage à l'initiative du propriétaire	Nécessite concertation nourrie avec le propriétaire puis qualités de persuasion du porteur de projet, ou promotion d'une intervention de niveau d'ambition moindre, rendue obligatoire au regard de la classification du cours d'eau. OP.4
2- Petit moulin Cadoux	-	inconnue (règlement d'eau non retrouvé)	Seuil transversal échancré, ligne de crête interrompue et voies d'eau nombreuses; bâtiment du moulin en ruine "avancée", vannage absent, bief éboulé - Complexe hydraulique abandonné.	caduque	dérasement partiel avec mesures d'accompagnement	Déclaration associée à un arrêté de prescriptions complémentaires avec incidence Natura 2000	Retrait d'autorisation avec remise en état du site	Intervention ou démarche envisageable "rapidement" du fait du délabrement avancé de l'ouvrage et de sa situation réglementaire. Le délai d'engagement des travaux sera tout de même tributaire de l'obtention préalable de l'accord du propriétaire puis des délais de procédure. OP.1
3- Moulin Vinant	ROE30620	inconnue	Seuil transversal échancré, non maçonné, voies d'eau nombreuses, vanne motrice fonctionnelle, batardeau de décharge rustique mais fonctionnel, bâtiment du moulin entretenu - Résidence principale du propriétaire.	défendable	non intervention	-	Constat de ruines	Intervention ou démarche envisageable "rapidement" du fait du délabrement avancé de l'ouvrage et de sa situation réglementaire. Le délai d'engagement des travaux sera tout de même tributaire de l'obtention préalable de l'accord du propriétaire puis des délais de procédure. OP.1
4- Moulin des Ruisses (des isles)	ROE37178	inconnue (règlement d'eau non retrouvé)	Seuil transversal principal présentant une ligne de crête discontinue, voies d'eau nombreuses, canal d'aménée régulièrement désensablé. Second seuil de surverse du canal d'aménée avec reprises maçonnées et vannage fonctionnel. Vanne motrice peu étanche mais fonctionnelle - Résidence principale du propriétaire.	défendable	non intervention	-	Constat de ruines	Intervention ou démarche envisageable "rapidement" du fait du délabrement avancé de l'ouvrage et de sa situation réglementaire. Le délai d'engagement des travaux sera tout de même tributaire de l'obtention préalable de l'accord du propriétaire puis des délais de procédure. OP.1
5- Moulin Bonnin	ROE37187	inconnue (règlement d'eau non retrouvé)	Deux seuils de surverse successivement placés sur la fausse rivière du moulin des Ruisses, seuil principal présentant de nombreuses voies d'eau et une ligne de crête stable, vanne motrice fonctionnelle - Résidence principale du propriétaire.	défendable	non intervention	-	-	Intervention ou démarche envisageable "rapidement" du fait du délabrement avancé de l'ouvrage et de sa situation réglementaire. Le délai d'engagement des travaux sera tout de même tributaire de l'obtention préalable de l'accord du propriétaire puis des délais de procédure. OP.1
6- Moulin Sapin	ROE37192	autorisé (fondé en titre pas de règlement d'eau connu)	Seuil transversal maçonné, trois vannages rénovés et fonctionnels, canaux rénovés, bâtiment rénové et entretenu, roue existante - Résidence principale du propriétaire.	légitime	rivière de contournement	Autorisation avec incidence Natura 2000	Arrêté de modification de l'ouvrage à l'initiative du propriétaire	Nécessite concertation nourrie avec le propriétaire puis qualités de persuasion du porteur de projet, ou promotion d'une intervention de niveau d'ambition moindre, rendue obligatoire au regard de la classification du cours d'eau. OP.4
7- Barrage de la Papeterie	ROE37210	autorisé (arrêté préfectoral du 19/10/1881)	Seuil transversal maçonné, vanne de décharge et vanne motrice rénovées et fonctionnelles, canaux entretenus, bâtiment rénové et entretenu - Propriété louée.	légitime	dérasement du seuil seul	Autorisation avec incidence Natura 2000	Demande volontaire du propriétaire de fin d'autorisation- abrogation du droit d'eau	Nécessite concertation nourrie avec le propriétaire puis qualités de persuasion du porteur de projet, ou promotion d'une intervention de niveau d'ambition moindre, rendue obligatoire au regard de la classification du cours d'eau. OP.4
8- Moulin de Vesvres	ROE37607	autorisé par arrêté préfectoral du 12/06/1886 puis du 03/06/1921	Seuil transversal réhaussé de 40 cm environ dont le corps présente des reprises maçonnées et de nombreuses voies d'eau, nouvelle ligne de crête continue, vanne de décharge et vanne motrice fonctionnelles, canal de fuite peu entretenu - Usine en activité.	légitime	dérasement partiel avec mesures d'accompagnement	Autorisation avec incidence Natura 2000	Demande volontaire du propriétaire de fin d'autorisation- ou constat d'abandon pour retrait d'autorisation	Nécessite un travail de concertation avec le propriétaire et la réalisation d'études complémentaires, mais la situation réglementaire de l'ouvrage permet d'envisager une intervention dans un délai raisonnable lié aussi à celle de la procédure associée. OP.2
9- Foulon Michaud	ROE37277	autorisé par arrêté préfectoral du 03/06/1921	Seuil transversal avec reprises maçonnées et nombreuses voies d'eau, ligne de crête discontinue, arbres implantés sur ouvrage, une seule vanne de décharge motrice peu étanche, bief constitué de murs de pierres maçonnées plus ou moins éboulés, bâtiment du moulin inexistant - Résidence principale sur site dans construction récente et gîte de tourisme.	caduque (plus de bâtiments, état de dégradation de l'ouvrage)	dérasement complet avec mesures d'accompagnement	Autorisation avec incidence Natura 2000	Retrait d'autorisation avec remise en état du site	Nécessite rencontre des propriétaires avec un projet en bonne et due forme pour engager les démarches réglementaires et la mise en oeuvre des travaux dans les meilleurs délais. OP.2
10- Foulon de la Rochette	ROE37291	probable, d'autres règlement d'eau en font référence sur leur plan	Seuil transversal maçonné, vanne de décharge et vanne motrice rénovées et fonctionnelles, canaux plus ou moins entretenus, bâtiment rénové et entretenu - Résidence principale du propriétaire.	défendable	dérasement complet avec mesures d'accompagnement	Autorisation avec incidence Natura 2000	Demande volontaire du propriétaire de fin d'autorisation- abrogation du droit d'eau	Nécessite concertation nourrie avec le propriétaire puis qualités de persuasion du porteur de projet, ou promotion d'une intervention de niveau d'ambition moindre, rendue obligatoire au regard de la classification du cours d'eau. OP.4
11- Ferme des nids	ROE37307	autorisé par règlement d'eau du 20 août 1896	Seuil transversal dégradé et support de développement de nombreux arbres, nombreuses voies d'eau, ouvrage non maçonné, vannage de décharge peu étanche, vannage à l'entrée du canal d'aménée peu étanche, vanne motrice dégradée et ouverte, bief partiellement entretenu (existence de murs éboulés); passerelles et coursives entretenues, bâtiment rénové - Résidence principale du propriétaire.	légitime	dérasement partiel avec mesures d'accompagnement	Autorisation avec incidence Natura 2000	Demande volontaire du propriétaire de fin d'autorisation- abrogation du droit d'eau	Nécessite rencontre des propriétaires avec un projet en bonne et due forme pour engager les démarches réglementaires et la mise en oeuvre des travaux dans les meilleurs délais. OP.2
12- Moulin Blondeau	ROE41805	autorisé par arrêté préfectoral du 7 janvier 1863	Seuil transversal dégradé et support de développement d'arbres, nombreuses voies d'eau, non maçonné hormis au droit de la vanne de décharge restaurée et fonctionnelle, vanne motrice fonctionnelle, canaux entretenus, bâtiments entretenus - Résidence principale du propriétaire.	défendable	dérasement complet avec mesures d'accompagnement	Autorisation avec incidence Natura 2000	Demande volontaire du propriétaire de fin d'autorisation- abrogation du droit d'eau	Nécessite rencontre des propriétaires avec un projet en bonne et due forme pour engager les démarches réglementaires et la mise en oeuvre des travaux dans les meilleurs délais. OP.2

LEGENDE

(*) Etat d'évolution :

Etat de dégradation prononcé de l'infrastructure, disparition de l'ouvrage à la suite de l'exhaussement des fonds de la retenue, brèche par disparition d'éléments constitutifs, ligne de crête discontinue.	Etat de dégradation manifeste, absence d'entretien de l'ouvrage, atterrissement de la retenue en cours, renards hydrauliques se transformant en voies d'eau	Ouvrage entretenu, existence de renards hydrauliques mais ligne de crête de l'ouvrage dûment dessinée et stable	Ouvrage entretenu, manifestement consolidé et régulièrement restauré, ligne de crête stable
--	---	---	---

() Caractérisation du droit d'eau :**

- Caduque : Droit d'eau pouvant être expressément dénoncé à l'administration par le constat de ruine de l'ouvrage et de ses organes, ou par les changements d'affectation essentiels de l'ouvrage.
- Légitime : Droit d'eau existant par arrêté préfectoral à travers un règlement d'eau ou autre.
- Défendable : Droit d'eau existant à priori mais dont la preuve de l'existence doit être apportée à l'administration pour être légitimé, preuve pouvant être la fourniture d'archives (règlement d'eau) ou la preuve d'un droit fondé en titre.

(*) Hiériorisation des interventions/Priorités :**

- Les interventions sur ouvrage sont classées selon 4 catégories : "OP1" à "OP4", c'est-à-dire des interventions relativement aisées à mener aux interventions particulièrement délicates à conduire du strict point de vue réglementaire (délais longs et accords préalables à obtenir difficiles).

Figure 19. Caractérisation de la situation réglementaire des ouvrages n°1 à 12 & implications vis-à-vis de la loi des interventions projetées (induisant délais de procédure et, inévitablement, ordre de programmation).

Nom usuel du Moulin	Identifiant ROE	Situation administrative de l'ouvrage	Etat du complexe hydraulique (*)	Caractérisation du droit d'eau (**)	Type d'intervention privilégié	Régime au titre de la loi sur l'eau	Implication réglementaire	Hierarchisation des interventions / Priorités (***)
13- Moulin Chanut	ROE37320	autorisé par arrêté préfectoral du 27 juillet 1861	Seuil non maçonné présentant une large échancrure, nombreux arbres implantés sur ouvrage, canal d'aménée atterri, vanne de décharge inexistante, vanne motrice obstruée et non fonctionnelle, ancienne batisse du moulin abandonnée - Complexe hydraulique abandonné.	caduque (canal d'aménée comblé, seuil échancré)	dérasement du seuil seul	Déclaration associée à un arrêté de prescriptions complémentaires	Retrait d'autorisation (constat d'abandon) avec remise en état du site	Intervention ou démarche envisageable "rapidement" du fait du délabrement avancé de l'ouvrage et de sa situation réglementaire. Le délai d'engagement des travaux sera tout de même tributaire de l'obtention préalable de l'accord du propriétaire puis des délais de procédure. OP.1
14- Moulin Ste Marthe	ROE37325	autorisé par arrêté préfectoral du 26 janvier 1858	Moulin placé sur le canal de fuite du moulin Chanut et alimenté par un deuxième seuil non maçonné présentant une ligne de crête stable, ancien bâtiment abandonné, différents vannages démontés et dégradés - Complexe hydraulique abandonné.	défendable	dérasement du seuil seul	Déclaration associée à un arrêté de prescriptions complémentaires		Intervention ou démarche envisageable "rapidement" du fait du délabrement avancé de l'ouvrage et de sa situation réglementaire. Le délai d'engagement des travaux sera tout de même tributaire de l'obtention préalable de l'accord du propriétaire puis des délais de procédure. OP.1
15- Moulin de la Nageotte	ROE37339	autorisé par arrêté préfectoral du 10/06/1856 et du 08/10/1856	Seuil transversal avec reprises maçonnées, nombreuses voies d'eau, ligne de crête stable, vanne de décharge fonctionnelle, canal d'aménée démolé et comblé, bâtiments inexistants - Complexe inexistant.	caduque (plus de canal d'aménée)	dérasement complet avec mesures d'accompagnement	Autorisation avec incidence Natura 2000	Retrait d'autorisation avec remise en état du site	Nécessite un travail de concertation avec le propriétaire et la réalisation d'études complémentaires, mais la situation réglementaire de l'ouvrage permet d'envisager une intervention dans un délai raisonnable lié aussi à celle de la procédure associée. OP.3
16- Moulin Brenot	ROE37356	autorisé par arrêté préfectoral du 08/02/1858 et du 17/01/1863	Seuil transversal ayant fait l'objet d'une restauration (rejointoiement complet), vanne de décharge nouvelle, vanne motrice fonctionnelle, canaux et bâtiments entretenus - Résidence principale du propriétaire.	légitime	édification d'une passe "naturelle"	Déclaration	Arrêté de modification de l'ouvrage à l'initiative du propriétaire	Nécessite concertation nourrie avec le propriétaire puis qualités de persuasion du porteur de projet, ou promotion d'une intervention de niveau d'ambition moindre, rendue obligatoire au regard de la classification du cours d'eau. OP.4
17- Moulin Poichot	ROE37459	probable (référence dans d'autre règlement d'eau, mais seuls les plans de projet sont consultables)	Seuil transversal avec reprises maçonnées, voies d'eau persistantes, ligne de crête stable, vanne de décharge fonctionnelle, canal d'aménée démolé et comblé, bâtiments inexistants - Complexe inexistant.	caduque (plus de canal d'aménée)	dérasement complet avec mesures d'accompagnement	Autorisation avec incidence Natura 2000	Retrait d'autorisation avec remise en état du site	Nécessite un travail de concertation avec le propriétaire et la réalisation d'études complémentaires, mais la situation réglementaire de l'ouvrage permet d'envisager une intervention dans un délai raisonnable lié aussi à celle de la procédure associée. OP.3
18- Moulin Mathey	ROE37454	autorisé par arrêté préfectoral du 27/04/1866	Seuil transversal en deux segments avec reprises maçonnées, nombreuses voies d'eau, chappe béton de couverture par endroit, deux vannes de décharge dont une fonctionnelle rive droite et une dégradée et peu étanche, passe à canoë rive gauche, canal d'aménée démolé et comblé; bâtiments inexistants - Complexe inexistant.	caduque (plus de canal d'aménée)	dérasement partiel avec mesures d'accompagnement	Autorisation avec incidence Natura 2000	Retrait d'autorisation avec remise en état du site	Nécessite un travail de concertation avec le propriétaire et la réalisation d'études complémentaires, mais la situation réglementaire de l'ouvrage permet d'envisager une intervention dans un délai raisonnable lié aussi à celle de la procédure associée. OP.3
19- Moulin Léger	ROE37455	autorisé par arrêté préfectoral du 30/06/1844 et 19/08/1904	Seuil transversal entretenu, complexe hydraulique complet et fonctionnel employé pour le fonctionnement d'une turbine de production d'électricité - Résidence principale des propriétaires.	légitime	édification d'une passe "naturelle"	Déclaration	Arrêté de modification de l'ouvrage à l'initiative du propriétaire	Nécessite concertation nourrie avec le propriétaire puis qualités de persuasion du porteur de projet, ou promotion d'une intervention de niveau d'ambition moindre, rendue obligatoire au regard de la classification du cours d'eau. OP.4
20- Moulin Gros	ROE37486	autorisé par règlement d'eau du 29 juillet 1891	Seuil enseveli et désormais inexistant, où seul persiste des vestiges de murs de l'ancien vannage. Propriété bâtie située sur le canal de fuite du Moulin Léger (absence de lien direct avec le Cousin), absence de vannage - Propriété louée.	caduque, plus de canal d'aménée	non intervention (mesure d'accompagnement)	Déclaration	Retrait d'autorisation avec remise en état du site	Intervention ou démarche envisageable "rapidement" du fait du délabrement avancé de l'ouvrage et de sa situation réglementaire. Le délai d'engagement des travaux sera tout de même tributaire de l'obtention préalable de l'accord du propriétaire puis des délais de procédure. OP.1
21- Moulin des isles baume - Battoir coulbois	ROE37461	inconnue mais probablement autorisé.	Seuil enseveli et désormais inexistant, bâtiment du moulin implanté sur le bief, pas de vannage - Résidence principale.	défendable	non intervention (mesures d'accompagnement et de gestion)	Déclaration	Retrait d'autorisation avec remise en état du site	Intervention ou démarche envisageable "rapidement" du fait du délabrement avancé de l'ouvrage et de sa situation réglementaire. Le délai d'engagement des travaux sera tout de même tributaire de l'obtention préalable de l'accord du propriétaire puis des délais de procédure. OP.1
22- Moulin Morizot-Courtat	-	autorisé par arrêté préfectoral du 4 mars 1859	Seuil transversal en ruine, non maçonné et présentant une large échancrure, bief éboulé, vannage inexistant - Complexe inexistant.	caduque	non intervention	-	Constat de ruines	Intervention ou démarche envisageable "rapidement" du fait du délabrement avancé de l'ouvrage et de sa situation réglementaire. Le délai d'engagement des travaux sera tout de même tributaire de l'obtention préalable de l'accord du propriétaire puis des délais de procédure. OP.1
23- Moulin Seureau-Velin	-	autorisé par arrêté préfectoral du 10 mars 1860	Seuil transversal en ruine, non maçonné, bief éboulé, vannage inexistant - Complexe inexistant.	caduque	non intervention	-	Constat de ruines	Intervention ou démarche envisageable "rapidement" du fait du délabrement avancé de l'ouvrage et de sa situation réglementaire. Le délai d'engagement des travaux sera tout de même tributaire de l'obtention préalable de l'accord du propriétaire puis des délais de procédure. OP.1
24- Moulin des Ruats	ROE37622	autorisé par arrêté préfectoral du 23/09/1870 et fondé en titre	Seuil transversal présentant de nombreux renards hydrauliques, ligne de crête disjointe, vanne de décharge fonctionnelle, vanne motrice fonctionnelle, existence d'une roue "décorative" associée au bâtiment préservé et transformé en hôtel restaurant, bief entretenu.	défendable	édification d'une passe "naturelle"	Déclaration	Arrêté de modification de l'ouvrage à l'initiative du propriétaire	Nécessite rencontre des propriétaires avec un projet en bonne et due forme pour engager les démarches réglementaires et la mise en oeuvre des travaux dans les meilleurs délais. OP.2

LEGENDE

(*) Etat d'évolution :

Etat de dégradation prononcé de l'infrastructure, disparition de l'ouvrage à la suite de l'exhaussement des fonds de la retenue, brèche par disparition d'éléments constitutifs, ligne de crête discontinue.	Etat de dégradation manifeste, absence d'entretien de l'ouvrage, atterrissement de la retenue en cours, renards hydrauliques se transformant en voies d'eau	Ouvrage entretenu, existence de renards hydrauliques mais ligne de crête de l'ouvrage dûment dessinée et stable	Ouvrage entretenu, manifestement consolidé et régulièrement restauré, ligne de crête stable
--	---	---	---

() Caractérisation du droit d'eau :**

- Caduque : Droit d'eau pouvant être expressément dénoncé à l'administration par le constat de ruine de l'ouvrage et de ses organes, ou par les changements d'affectation essentiels de l'ouvrage.
- Légitime : Droit d'eau existant par arrêté préfectoral à travers un règlement d'eau ou autre.
- Défendable : Droit d'eau existant a priori mais dont la preuve de l'existence doit être apportée à l'administration pour être légitimé; preuve pouvant être la fourniture d'archives (règlement d'eau) ou la preuve d'un droit fondé en titre.

(*) Hiérarchisation des interventions/Priorités :**

- Les interventions sur ouvrage sont classées selon 4 catégories : "OP1" à "OP4", c'est-à-dire des interventions relativement aisées à mener aux interventions particulièrement délicates à conduire du strict point de vue réglementaire (délais longs et accords préalables à obtenir difficiles).

Figure 20. Caractérisation de la situation réglementaire des ouvrages n°13 à 24 & implications vis-à-vis de la loi des interventions projetées (induisant délais de procédure et, inévitablement, ordre de programmation).

	n°01	n°02	n°06	n°07	n°08	n°09	n°10	n°11	n°12	n°13	n°14	n°15	n°16	n°17	n°18	n°19	n°24
Hierarchisation du programme	Moulin Cadoux	Petit Moulin Cadoux	Moulin Sapin	Moulin des Papeteries de Vesvres	Moulin Veyrat	Moulin Foulon Michaud	Moulin Foulon de la Rochette	Moulin de la Ferme des Nids	Moulin Blondeau	Moulin Chanut	Moulin Ste Marthe	Moulin Nageotte	Moulin Brenot	Moulin Poichot	Moulin Mathey	Moulin Léger	Moulin des Ruats
Première période de travaux (été/automne 2013)																	
Ouvrages considérés																	
Montant de travaux		15 000 €								15 000 €	15 000 €						
Mesures d'accompagnement																	
Montant d'étude et de maîtrise d'œuvre		11 500 €								11 500 €	11 500 €						
Total par ouvrage		26 500 €								26 500 €	26 500 €						79 500 €
Seconde période de travaux (été/automne 2014)																	
Ouvrages considérés																	
Montant de travaux						35 000 €		40 000 €	160 000 €					140 000 €			15 000 €
Mesures d'accompagnement								9 000 €									6 000 €
Montant d'étude et de maîtrise d'œuvre						30 000 €		30 000 €	37 500 €					46 000 €			29 500 €
Total par ouvrage						65 000 €		70 000 €	197 500 €					186 000 €			44 500 €
Troisième période de travaux (été/automne 2015)																	
Ouvrages considérés																	
Montant de travaux			80 000 €	50 000 €	50 000 €		70 000 €					160 000 €	20 000 €		60 000 €		
Mesures d'accompagnement				6 000 €	15 000 €								6 000 €				
Montant d'étude et de maîtrise d'œuvre			39 500 €	37 500 €	30 000 €		35 000 €					49 000 €	26 000 €		38 500 €		
Total par ouvrage			119 500 €	87 500 €	80 000 €		105 000 €					209 000 €	46 000 €		98 500 €		745 500 €

*N.B.: Les montants indiqués selon une police de couleur grise et des caractères en italiques (correspondant au montant des mesures d'accompagnement proposées) n'ont pas été comptabilisés dans les totaux présentés, ces suggestions d'investissement étant à caractère "optionnel".
Seuls les ouvrages ayant fait l'objet de propositions de travaux sont indiqués au sein du présent tableau (ceux maintenus en l'état et ne nécessitant pas d'intervention au titre du rétablissement de la continuité écologique n'ont pas été signifiés).
Au final, seules les interventions prescrites sur deux ouvrages particuliers (Moulin Cadoux & Moulin Léger) n'ont pas été intégrées au sein de cette proposition de programmation sur trois années et ce, en raison d'un contexte jugé inapproprié puis d'une efficacité relative des seuls travaux.*

Figure 21. Calendrier et hiérarchisation des interventions proposées à des fins de restauration de la continuité écologique de la basse vallée du Cousin.

Nécessitant de bénéficier d'une période clémente tant d'un point de vue météorologique qu'hydrologique, puis d'être menés en dehors des principaux cycles biologiques, les travaux pressentis ne pourront être menés qu'entre les mois de juin et d'octobre. Bâtie en fonction des délais du programme européen Life + « continuité écologique », la programmation suggérée ambitionne donc trois périodes successives d'intervention : les automnes 2013, 2014 et 2015.

Dans ces dispositions, les 12 opérations de dérasement défendues (c'est-à-dire les opérations les plus « gage d'efficience » sur l'ensemble des types d'intervention choisies) s'égraineront de façon successive à travers le temps : 3 en première étape, 4 la seconde année, puis 5 la dernière, permettant ainsi de nourrir les ultimes travaux menés des retours d'expérience antérieurs. Afin de faciliter la sensibilisation du public, il est proposé, en outre, de conduire à bien les aménagements projetés sur les ouvrages des Moulins Poichot et des Ruats dès la seconde année afin d'user de leur valeur démonstrative (ouvrages situés en des secteurs aisément accessibles et sous le regard de tous).

Enfin, la hiérarchisation des chantiers proposée prend librement parti :

- de ne pas intervenir sur les deux importants « verrous » que représentent les moulins Léger et Cadoux, le premier parce qu'il est aujourd'hui équipé pour la production hydro-électrique et devra nécessairement connaître une mise aux normes au cours des 5 prochaines années ; le second parce qu'il ne peut y avoir de meilleure solution que le dérasement (au regard de l'importance du remous hydraulique engendré), solution semblant ne pouvoir à court terme obtenir l'agrément de son propriétaire.
- de souligner qu'il ne peut être mené de travaux sur l'ouvrage du moulin Nageotte s'il n'en est pas aussi conduit parallèlement sur le seuil du moulin Brenot (ouvrage immédiatement aval), raison pour laquelle ces deux opérations apparaissent promues ensemble et au cours de la dernière année.

In fine, et dans le cas où ce scénario de programmation serait respecté, les travaux considérés offrirait l'opportunité de « libérer » la rivière sur le secteur dit du « Bas des Marches » (Moulin Vinant/Moulin des Ruats), c'est-à-dire le tronçon de cours d'eau dans le cadre de l'aire d'étude aujourd'hui le plus « déclassant » vis-à-vis de l'atteinte du bon état écologique (cf. figure n°22 ci-après).

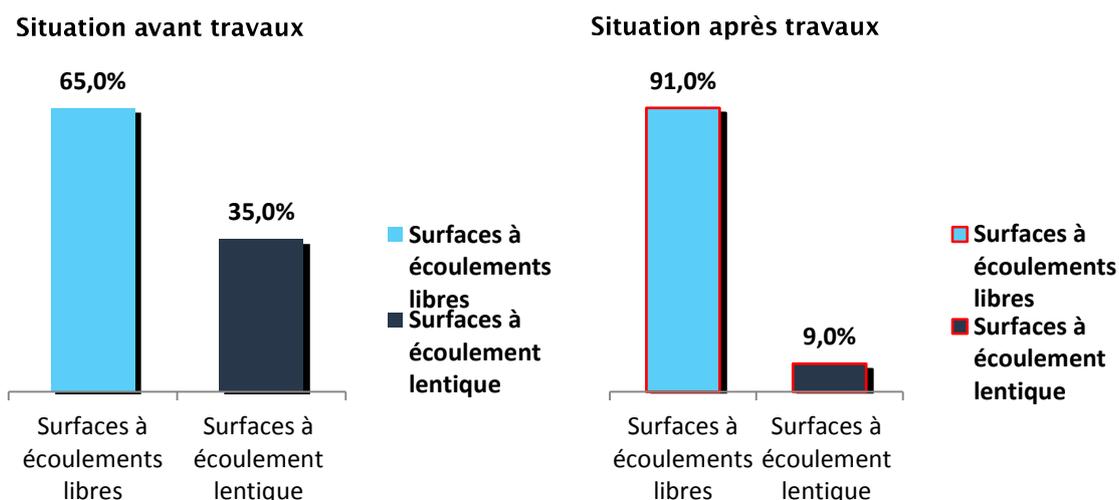


Figure 22. Comparatif de la nature des écoulements du Cousin sur le tronçon « Moulin Vinant / Moulin des Ruats » (secteur dit du « Bas des Marches »), avant et après réalisation du programme de travaux défendu.

Concernant le secteur amont de l'aire d'étude et tel que le montrent les figures ci-dessous, c'est réellement de l'avenir de l'ouvrage transversal du Moulin Cadoux et non du programme défendu à l'heure actuelle que dépendra le retour à un état pleinement naturel en termes de faciès d'écoulement de la rivière (pour mémoire : l'ajout du dérasement dudit seuil au programme de travaux déjà pressenti entraînerait une disparition quasi-complète des surfaces à écoulement lentique entre le moulin de la Rochette et le moulin Vinant (représentation chutant alors à la valeur de 0,64% au lieu de 11%)).

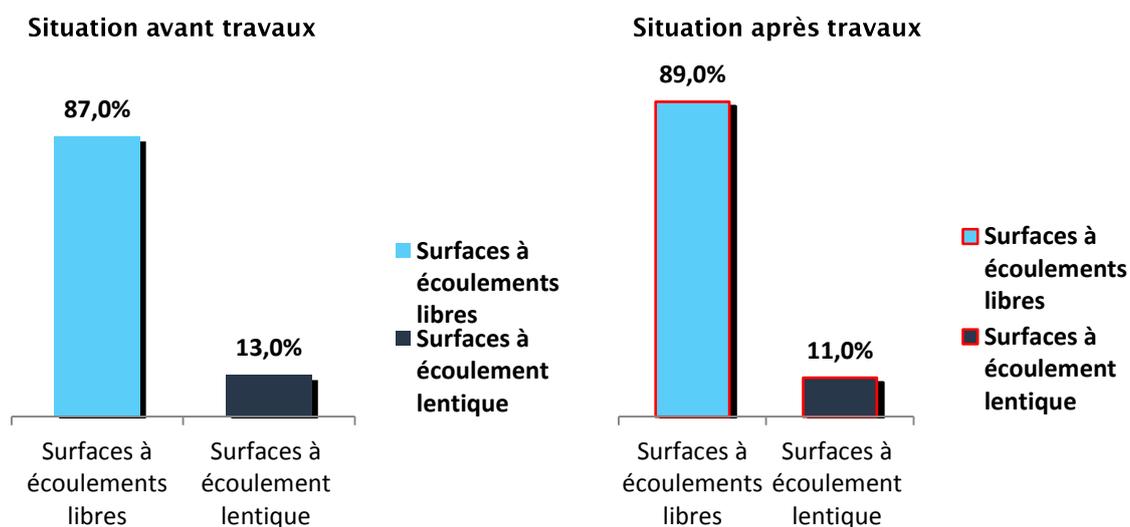


Figure 23. Comparatif de la nature des écoulements du Cousin sur le tronçon « Moulin de la Rochette / Moulin Vinant » (secteur dit des « Marches du Morvan »), avant et après réalisation du programme de travaux défendu.

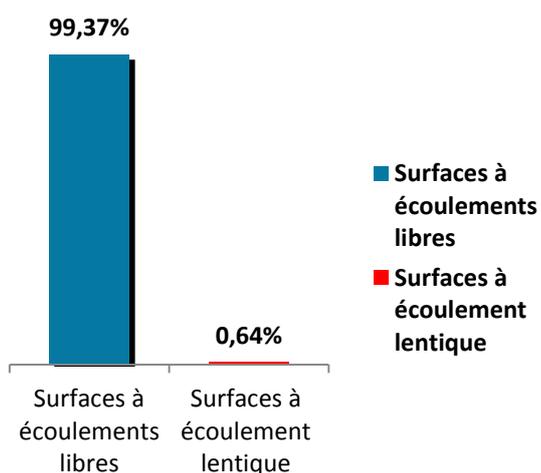


Figure 24. Comparatif de la nature des écoulements du Cousin sur le tronçon « Moulin de la Rochette / Moulin Vinant » (secteur dit des « Marches du Morvan ») à la suite non seulement de la réalisation du programme de travaux défendu, mais aussi du dérasement éventuel de l'ouvrage du Moulin Cadoux.

► Conclusions

Au final, ce sont les connaissances et expériences récentes acquises dans les domaines de la restauration morpho-écologique des cours d'eau qui ont conduit à l'élaboration de cette étude. Si les consignes et propositions d'intervention qui y sont développées sont le fruit de l'expérience et de l'observation, et sont, à ce titre, tout à fait opérationnelles, elles rappellent :

- qu'il ne peut exister de restauration biologique sans restauration physique ;
- que les problématiques de devenir des ouvrages hydrauliques relèvent d'un exercice délicat et demeurent fortement attachées, non seulement aux ambitions que l'on se fixe, mais aussi et surtout, aux conclusions des négociations devant nécessairement être menées avec les propriétaires concernés (dans ce contexte, on comprendra que la programmation/le calendrier des travaux suggéré pourra tout à fait évoluer à l'initiative du mandant et au grés de la réalité de ces échanges).

Afin d'être reproductibles et sources de sensibilisation, de telles opérations nécessiteront inévitablement un suivi dans le temps des aménagements réalisés et ce, sur les plans tout à la fois physique et biologique de la rivière (évolution des faciès d'écoulement, nature et état des peuplements piscicoles en transit, etc.). Les enseignements alors livrés permettront d'améliorer la connaissance scientifique des concepteurs et acteurs du « Monde de l'Eau » puis « d'enrichir » nécessairement les futures réalisations.

Enfin et concernant le cas des populations de náyades du Cousin, il apparaît évident que la disparition de biefs et seuils d'anciens moulins profitera nécessairement, à terme, aux différentes espèces contactées, à travers la reconquête de conditions d'écoulement vives, la diminution des effets de complet colmatage des substrats, puis l'augmentation de l'attractivité du milieu pour la truite commune (*Salmo trutta fario*) ; poisson indispensable notamment pour la reproduction de la Mulette. D'un point de vue général et face aux nombreux impacts positifs d'un travail de reconquête de la continuité écologique d'une rivière, il s'avérerait de toute manière fondamentalement « incongru » de maintenir certains ouvrages pour la seule et unique raison que leur retenue abrite encore plusieurs représentants de ces bivalves, dont les conditions d'apparition et de développement sont justement des eaux oligotrophes, des rivières forestières et « sauvages », à écoulement libre et, surtout, où le transit des sédiments (gravier, sables) s'effectue sans obstacle.

Lyon, le 31 mai 2013,

BIOTEC Biologie appliquée,
Thomas CORNUT & Nicolas DEBIAIS

► Annexes

Tableaux comparatifs des conditions de franchissabilité des sites et complexes hydrauliques considérés « avant » et « après » réalisation du programme de travaux promu.

Classification des obstacles à la montaison	n°01	n°02	n°03	n°04	n°05	n°06	n°07	n°08	n°09	n°10	n°11	n°12
	Moulin Cadoux	Petit Moulin Cadoux	Moulin Vinant	Moulin des Ruisses	Moulin Bonnin	Moulin Sapin	Moulin des Papeteries de Vesvres	Moulin Veyrat	Moulin Foulon Michaud	Moulin Foulon de la Rochette	Moulin de la Ferme des Nids	Moulin Blondeau

Situation avant travaux

Absence d'obstacle												
Obstacle franchissable sans difficulté apparente		■	■									
Obstacle franchissable mais impact temporaire				■					■			
Obstacle difficilement franchissable												
Obstacle très difficilement franchissable								■			■	
Obstacle totalement infranchissable	■				■	■	■			■		■

Situation après travaux

Absence d'obstacle		■					■	■	■	■	■	■
Obstacle franchissable sans difficulté apparente	■		■			■						
Obstacle franchissable mais impact temporaire				■								
Obstacle difficilement franchissable												
Obstacle très difficilement franchissable												
Obstacle totalement infranchissable					■							

Figure 25. Comparatifs des conditions de franchissabilité des ouvrages n°1 à 12 « avant » et « après » réalisation du programme de travaux promu (selon expertise Biotec).

Classification des obstacles à la montaison	n°13	n°14	n°15	n°16	n°17	n°18	n°19	n°20	n°21	n°22	n°23	n°24
	Moulin Chanut	Moulin Ste Marthe	Moulin Nageotte	Moulin Brenot	Moulin Poichot	Moulin Mathey	Moulin Léger	Moulin Gros	Moulin Battoir Coulbois	Moulin Morizot Courtat	Moulin Sureau-Velin	Moulin des Ruats

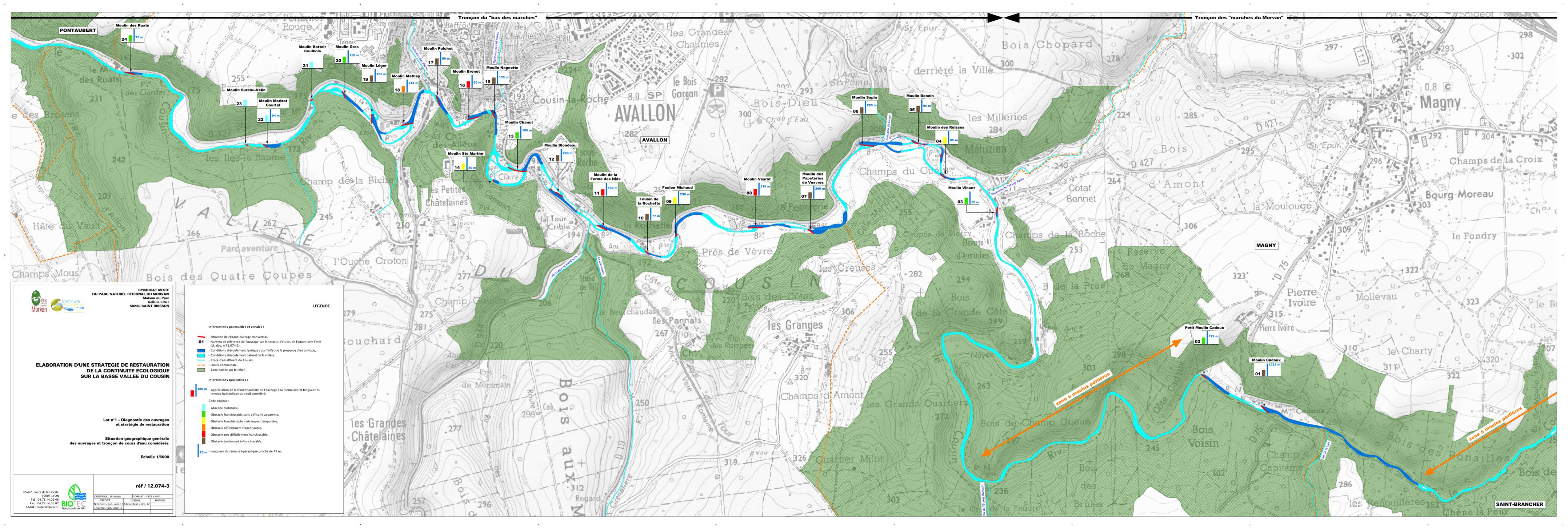
Situation avant travaux

Absence d'obstacle												
Obstacle franchissable sans difficulté apparente												
Obstacle franchissable mais impact temporaire												
Obstacle difficilement franchissable												
Obstacle très difficilement franchissable												
Obstacle totalement infranchissable												

Situation après travaux

Absence d'obstacle												
Obstacle franchissable sans difficulté apparente												
Obstacle franchissable mais impact temporaire												
Obstacle difficilement franchissable												
Obstacle très difficilement franchissable												
Obstacle totalement infranchissable												

Figure 26. Comparatifs des conditions de franchissabilité des ouvrages n°13 à 24 « avant » et « après » réalisation du programme de travaux promu (selon expertise Biotec).



PONTAUBERT

Moulin des Ruats 24 | 75 m

Moulin Sureau-Velin 23 | 94 m

Moulin Morizot Courtat 22 | 94 m

Moulin Leger 19 | 155 m

Moulin Gros 20 | 150 m

Moulin Mathey 18 | 214 m

Moulin Coubois 21 | 150 m

Moulin Polchot 17 | 96 m

Moulin Brenot 16 | 86 m

Moulin Nageotte 15 | 135 m

Moulin Chanut 13 | 195 m

Moulin Ste Marthe 14 | 30 m

Moulin Blondeau 12 | 200 m

Moulin de la Ferme des Nids 11 | 180 m

Foulon de la Rochette 10 | 77 m

Foulon Michaud 09 | 230 m

Moulin Veyrat 08 | 210 m

Moulin des Papeteries de Vesvres 07 | 260 m

Moulin Vinant 03 | 30 m

Moulin Sapin 06 | 205 m

Moulin Bonnin 05 | 95 m

Moulin des Ruisses 04 | 65 m

Moulin Cadoux 01 | 1025 m

Petit Moulin Cadoux 02 | 179 m

SYNDICAT MIXTE DU PARC NATUREL REGIONAL DU MORVAN
Maison du Parc Cellule Life+ 58230 SAINT BRISSON

ELABORATION D'UNE STRATEGIE DE RESTAURATION DE LA CONTINUTE ECOLOGIQUE SUR LA BASSE VALLEE DU COUSIN

Lot n°1 - Diagnostic des ouvrages et stratégie de restauration

Situation géographique générale des ouvrages et tronçon de cours d'eau considérés

Echelle 1/5000

réf / 12.074-3

65/67, cours de la Liberté 69003 LYON
Tel : 04.78.14.06.00
Fax : 04.78.14.06.07
E-Mail : biotec@biotec.fr

CONTRÔLE : N.Debias	FORMAT : 1839 x 615
RELEVÉS	ÉDITION
N.Debias / jult.-août 12	Greenland / déc. 12
T.Cornut / jult.-août 12	MODÈRE

LEGENDE

Informations ponctuelles et zonales :

- 01 - Situation de chaque ouvrage transversal.
- 01 - Numéro de référence de l'ouvrage sur le secteur d'étude, de l'amont vers l'aval (cf. doc. n° 2.074-2).
- Conditions d'écoulement lentique sous l'effet de la présence d'un ouvrage.
- Conditions d'écoulement naturel de la rivière.
- Tracé d'un affluent du Cousin.
- Limite communale.
- Zone boisée sur le relief.

Informations qualitatives :

- 180 m - Appréciation de la franchissabilité de l'ouvrage à la montaison et longueur du remous hydraulique du seuil considéré.
- Code couleur :
- Absence d'obstacle.
- Obstacle franchissable sans difficulté apparente.
- Obstacle franchissable mais impact temporaire.
- Obstacle difficilement franchissable.
- Obstacle très difficilement franchissable.
- Obstacle totalement infranchissable.
- 75 m - Longueur du remous hydraulique proche de 75 m.

SAINT-BRANCHER

