



Communauté de Communes Saône – Beaujolais

Réhabilitation de la continuité écologique sur l'Ardières

PHASE 2 ÉTUDE COMPARATIVE DE PLUSIEURS SOLUTIONS TECHNIQUES D'AMENAGEMENT

Etude réalisée avec le concours financier de
l'Agence de l'eau RMC et la Région Rhône Alpes Auvergne

C2015-046-02

février 2016



SOMMAIRE

1.	CONTRAINTES DE DIMENSIONNEMENT.....	5
1.1	DENIVELEE.....	5
1.2	GAMME DE DEBITS	5
1.3	ESPECES CIBLES.....	5
1.4	PUISSANCE DISSIPÉE VOLUMIQUE	6
1.5	ATTRACTIVITE – POSITIONNEMENT DE LA SORTIE HYDRAULIQUE	7
1.6	ENTREE HYDRAULIQUE ET REGULATION DES DEBITS.....	7
2.	DESCRIPTION DES SOLUTIONS & FAISABILITE TECHNIQUE	9
2.1	PASSE A BASSINS SUCCESSIFS.....	9
2.2	PASSE A RALENTISSEURS	11
2.3	PASSE A RUGOSITE.....	11
2.4	RIVIERE DE CONTOURNEMENT.....	12
3.	IMPACTS DES SOLUTIONS ENVISAGEES	16
3.1	HYDROLOGIE & HYDRAULIQUE.....	16
3.2	HYDROMORPHOLOGIE	17
3.3	MILIEUX AQUATIQUES.....	18
3.4	PATRIMOINE & USAGES.....	18
4.	CONTRAINTES & IMPLICATIONS.....	19
4.1	IMPLICATIONS FONCIERES.....	19
4.2	GESTION & ENTRETIEN	20
4.3	ASPECTS REGLEMENTAIRES	20
5.	ESTIMATIONS FINANCIERES	21
6.	SYNTHESE COMPARATIVE	22

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : État actuel en aval des ouvrages	7
Figure 2 : État actuel à l'amont des ouvrages (prises d'eau)	8
Figure 3 : Illustration et schéma de principe d'une passe à bassins successifs (source Guide passes à poissons, VNF, CETMEF, 2008)	9
Figure 4 : Illustration et schéma de principe d'une passe à ralentisseurs (source Guide passes à poissons, VNF, CETMEF, 2008)	11
Figure 5 : Illustration et schéma de principe d'une passe naturelle à rangées d'enrochements périodiques (source Guide technique pour la conception des passes naturelles, 2006)	12
Figure 6 : Illustration et schéma de principe d'une rivière de contournement (source Guide technique pour la conception des passes naturelles, 2006)	13
Figure 7 : Seuil du bief des Moulins – Localisation des aménagements pressentis en fonction des solutions techniques envisagées	14
Figure 8 : Seuil Montmay – Localisation des aménagements pressentis en fonction des solutions techniques envisagées	15

PREAMBULE

La **première phase** de l'étude a consisté à :

- Réaliser un **état des lieux des deux seuils** du bief des Moulins et de Montmay sur l'Ardières à partir d'une reconnaissance approfondie de terrain et de levés topographiques.
- Caractériser les **enjeux et impacts liés aux ouvrages** selon les différents contextes suivants :
 - administratif et foncier
 - historique
 - gestion des ouvrages
 - usages
 - social et patrimonial
 - réglementaire
 - hydrologique
 - hydraulique
 - hydromorphologie
 - piscicole.

L'objet de cette **seconde phase** de l'étude est d'**analyser plusieurs solutions d'aménagement** pour chacun des deux ouvrages, étant entendu qu'une solution d'arasement de ces ouvrages est apparue impossible du fait du contexte social et patrimonial d'une part et de la nécessité de conservation de l'usage des biefs d'autre part.

Les solutions envisagées se bornent ainsi à considérer un **maintien de l'ouvrage avec aménagement de différents types de dispositif de rétablissement de la continuité écologique**.

Le présent rapport comprend les parties successives suivantes.

1. Contraintes de dimensionnement
2. Description des solutions & faisabilité technique
3. Impacts des solutions envisagées
4. Contraintes & implications diverses
5. Estimations financières
6. Synthèse comparative

Ce rapport doit permettre au Comité de Pilotage de l'étude de retenir une solution d'aménagement qui sera étudiée plus précisément en **troisième phase** de l'étude (niveau de définition de type avant-projet).

1. CONTRAINTES DE DIMENSIONNEMENT

Les principales contraintes à respecter dans la conception et le dimensionnement d'un dispositif de franchissement piscicole sont développées ci-après.

1.1 DENIVELEE

La **dénivelée à rattraper** en condition de basses eaux (QMNA5) entre la ligne d'eau amont et aval des deux seuils est respectivement de **2,9 m pour le seuil du bief des Moulins** et de près de **2,7 m pour le seuil Montmay**.

Actuellement, cette dénivelée se fait de la façon suivante.

- **Seuil du bief des Moulins :**
 - 2,0 m sur le seuil principal de type Creager ;
 - 0,4 m sur le coursier en pente ($\approx 4\%$) sur 10 m de longueur ;
 - 0,5 m sur la chute verticale entre le point bas du coursier et le plan d'eau dans la fosse d'affouillement.
- **Seuil Montmay :**
 - 1,5 m sur la chute du seuil amont ;
 - 1,1 m sur la chute du contre-seuil aval.

1.2 GAMME DE DEBITS

Afin de permettre les migrations des espèces piscicoles ciblées, le dispositif de franchissement doit être dimensionné pour une gamme de débit suffisamment large au cours de ces périodes de migration (généralement entre le 1^{er} et le dernier décile – entre 10 et 90% des débits non dépassés). À partir de la courbe des débits classés de l'Ardières à Beaujeu, nous pouvons extrapoler les débits correspondants au droit des deux seuils, selon les mêmes méthodes que celles décrites dans l'analyse du contexte hydrologique du rapport de phase 1 de l'étude. Les gammes de débits optimales pour lesquelles les dispositifs de franchissement devront fonctionner sont ainsi les suivantes :

- **Seuil du bief des Moulins** : entre 0,117 et 2,7 m³/s
- **Seuil Montmay** : entre 0,134 et 2,6 m³/s.

Les gammes de débit retenues sont approximativement comprises entre le débit réservé (soit 1/10^{ème} du module interannuel) et deux à trois fois le module interannuel de l'Ardières.

1.3 ESPECES CIBLES

Pour permettre un gain écologique réel en décroissant les tronçons de cours d'eau situés à l'amont et à l'aval des seuils, les dispositifs de franchissement doivent être conçus et dimensionnés pour permettre la remontée de l'ensemble des espèces migratrices en présence ou attendues pour ce cours d'eau.

La principale espèce migratrice concernée est la **truite commune** (ou truite fario), espèce patrimoniale repère d'un cours d'eau comme l'Ardières sur le tronçon concerné par les seuils. La capacité de nage de la truite peut lui permettre de franchir des obstacles que d'autres espèces,

certaines moins emblématiques, ne pourraient franchir. Au vu du contexte piscicole explicité dans le rapport de phase 1, d'autres espèces doivent également être prises en compte comme espèce cible dans le dimensionnement des aménagements :

- petites espèces d'accompagnement de la truite comme le **blageon**, le **goujon** ou la **loche franche**.
- d'autres espèces emblématiques de ce tronçon de l'Ardières, mais encore sous-représentées actuellement comme le **chabot** et la **lamproie de Planer**.

Il convient donc que les dispositifs de franchissement à concevoir permettent également à ces espèces de moindre capacité de nage, de remonter l'ouvrage.

Plusieurs espèces cibles devront être prises en compte dans la conception et le dimensionnement des dispositifs de franchissement : la **truite fario** et ses espèces d'accompagnement ; mais aussi le **chabot** et la **lamproie de Planer**.

1.4 PUISSANCE DISSIPÉE VOLUMIQUE

Le principe général d'un dispositif de franchissement piscicole est de dissiper l'énergie liée à la chute sur le seuil afin de permettre au poisson de le remonter. Cette dissipation peut se faire en diminuant la pente d'écoulement, en augmentant la rugosité du fond, et/ou en découpant la chute totale en une série de petites chutes plus aisément franchissables par le poisson.

Pour pouvoir franchir un obstacle, le poisson doit pouvoir se reposer derrière celui-ci, ce qui implique que le niveau de turbulence sous cet obstacle soit « acceptable » pour lui. Pour évaluer la capacité d'un poisson à franchir l'obstacle, on utilise un paramètre nommé énergie ou **puissance dissipée volumique** (exprimée en W/m²). La puissance dissipée maximale admissible est fonction des espèces cibles que l'on souhaite voir remonter le dispositif.

Dans un dispositif de type « passe à bassins successifs » (cf. description ci-après), on admet généralement qu'une puissance dissipée de 200 W/m² est acceptable pour la truite fario, alors qu'elle ne devra pas dépasser 150 W/m² pour de plus petites espèces.

Dans ce type de dispositif, la puissance dissipée volumique se calcule par la formule suivante :

$$P_d = \rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta H / V$$

avec

P_d = puissance dissipée

ρ = masse volumique de l'eau (1000 kg/m³)

g = accélération de la pesanteur (9,81 m/s²)

Q = débit s'écoulant sur la chute (m³/s)

ΔH = chute entre deux bassins (m)

V = volume d'eau dans le bassin aval considéré (m³)

C'est ce paramètre qui doit permettre de déterminer le **volume minimal** de chaque bassin nécessaire à la dissipation de l'énergie produite pour les débits les plus hauts, et donc les dimensions de ces bassins.

Dans les autres types de dispositifs décrits ci-après (« passe à ralentisseurs » ; « passe à rugosité » ; « rivière de contournement »), la puissance dissipée volumique est proportionnelle à la pente et à la vitesse débitante dans le dispositif. Du fait d'une répartition plus uniforme de cette dissipation, les puissances dissipées maximales admissibles par les différentes espèces seront supérieures dans ce type de dispositif. On admet généralement qu'elles soient de l'ordre du double de ce qui est admis dans une passe à bassins successifs.

*La **puissance dissipée volumique** est un paramètre important dans le dimensionnement d'un dispositif de franchissement, et doit être comparée aux potentiels maximaux des espèces cibles en termes de capacité de nage.*

1.5 ATTRACTIVITE – POSITIONNEMENT DE LA SORTIE HYDRAULIQUE

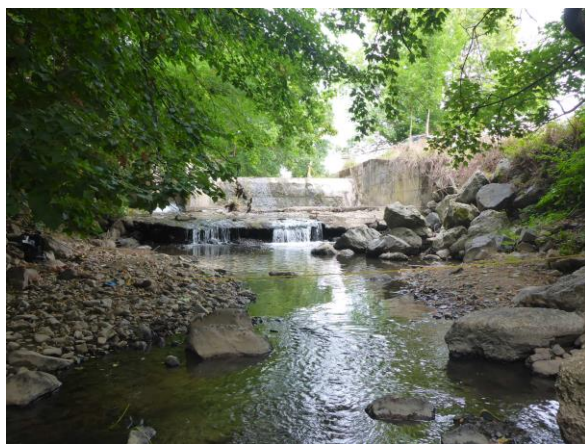
L'un des principaux écueils à éviter pour un dispositif de franchissement piscicole est que le poisson ne trouve pas l'entrée. Une attention particulière doit donc être portée sur l'**attractivité de l'entrée** du dispositif à la montaison, c'est-à-dire de sa sortie hydraulique en aval de l'ouvrage.

Celle-ci se doit notamment d'être située **le plus proche possible du pied du seuil**, c'est-à-dire de l'obstacle à franchir. Le poisson va en effet avoir tendance à remonter le courant principal de la rivière jusqu'à se trouver confronté à l'obstacle constitué par le seuil. En outre, ce positionnement correspond généralement à la fosse d'affouillement de l'ouvrage, dans laquelle le poisson peut à la fois se reposer avant de franchir l'obstacle, et disposer d'une profondeur d'appel suffisante en cas de nécessité de saut nécessité par les conditions de débit.

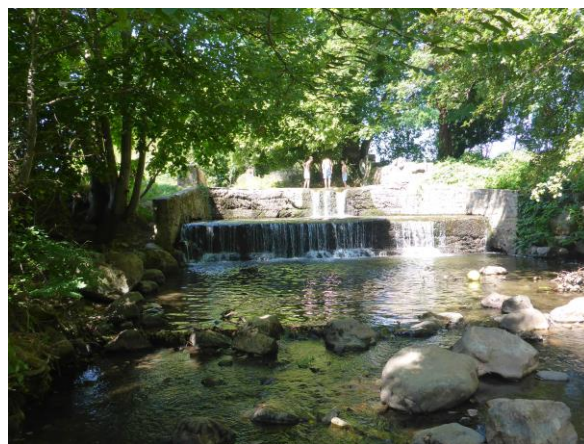
Le positionnement de l'entrée piscicole du dispositif au plus près de l'ouvrage permet enfin de bénéficier du débit d'appel sur l'ouvrage, celui-ci étant le plus souvent plus important en proportion que le débit dans la passe elle-même.

*Dans le cas des seuils du bief des Moulins et de Montmay, l'**entrée piscicole** à la montaison du dispositif à réaliser devra impérativement se faire dans la **fosse d'affouillement en aval immédiat de chacune des chutes aval**.*

Figure 1 : État actuel en aval des ouvrages



Seuil du bief des Moulins



Seuil Montmay

1.6 ENTREE HYDRAULIQUE ET REGULATION DES DEBITS

Une fois la gamme de débits de fonctionnement fixée, une des difficultés dans le dimensionnement d'un dispositif de franchissement piscicole consiste à trouver le meilleur compromis entre :

- d'une part, la nécessité de **favoriser le débit dans la passe à l'étiage** afin à la fois de créer un débit d'appel suffisant au niveau de la sortie hydraulique (= entrée piscicole) et de disposer d'une lame d'eau suffisante pour les faibles débits ;

- à l'inverse, la nécessité de **contrôler le débit d'entrée pour les débits plus importants** de manière à limiter la vitesse et la puissance dissipée dans la passe et ainsi à favoriser la remontée par le poisson.

Pour la gamme de débit souhaitée, il ne s'agit pas en effet que la proportion du débit s'écoulant dans la passe soit la même à l'étiage (Q_{10}) qu'en condition de moyennes à hautes eaux (Q_{90}).

Les seuils concernés par un aménagement étant par ailleurs équipé de biefs de dérivation des eaux, il conviendra d'optimiser le fonctionnement de l'ouvrage sur la gamme de débits souhaitée, tout en conservant l'écoulement dans ces biefs lorsque le débit dans l'Ardières le permet. Il sera ainsi nécessaire de **prévoir des ouvrages calibrés** devant permettre de réguler le débit d'entrée dans le dispositif.

En fonction des dispositifs retenus :

- **un ouvrage** sera vraisemblablement nécessaire au droit de chacune des **prises d'eau des biefs**, pour assurer une régulation entre les débits s'écoulant respectivement sur le seuil, dans les biefs et dans le dispositif ;
- **un ouvrage** pourra être nécessaire au droit de **l'entrée hydraulique du dispositif de franchissement** pour optimiser le débit d'entrée et assurer la fonctionnalité de l'ouvrage dans la gamme de débits souhaitée.

Figure 2 : État actuel à l'amont des ouvrages (prises d'eau)



Seuil du bief des Moulins



Seuil Montmay

2. DESCRIPTION DES SOLUTIONS & FAISABILITE TECHNIQUE

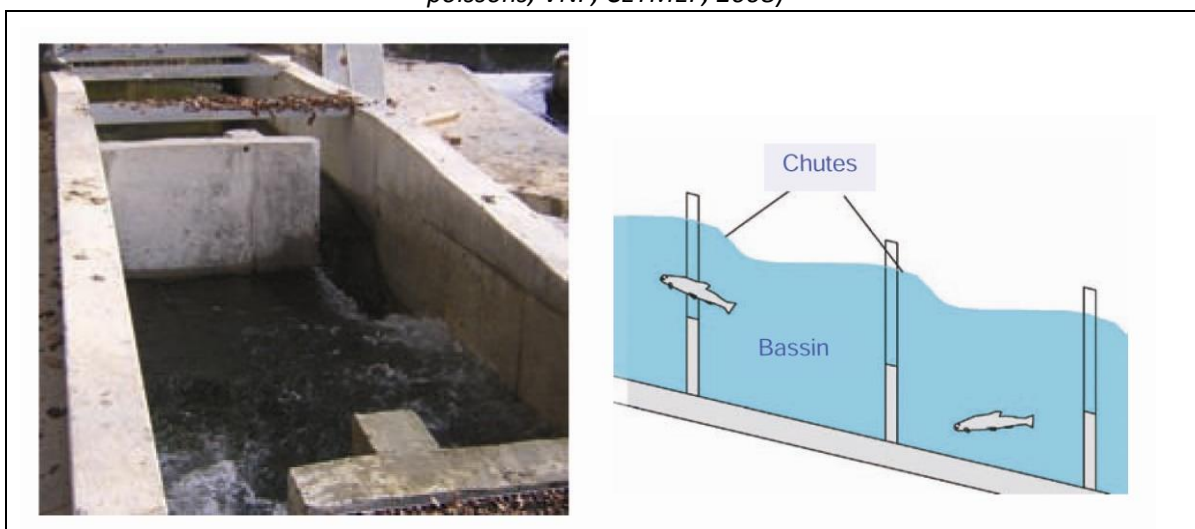
La faisabilité de plusieurs types de dispositif de franchissement piscicole a été analysée pour les seuils du bief des Moulins et de Montmay.

- Passe à bassins successifs
- Passe à ralentisseurs
- Passe à rugosité (blocs ou enrochements)
- Rivière de contournement.

2.1 PASSE A BASSINS SUCCESSIFS

Leur principe est de diviser la dénivellée totale du seuil en une succession de petites chutes entre des bassins. Généralement réalisée en béton, ce type de passe présente l'avantage de ne nécessiter que peu d'emprise et de pouvoir s'adapter, sous réserve d'un dimensionnement adéquat, aux capacités de nage de nombreuses espèces de poissons.

Figure 3 : Illustration et schéma de principe d'une passe à bassins successifs (source Guide passes à poissons, VNF, CETMEF, 2008)



L'un des principaux facteurs limitants à la remontée du poisson est la dénivellée entre chacun des bassins. Afin de permettre la remontée de l'ouvrage en basses eaux pour les espèces cibles retenues (notamment celles à faible capacité de nage), il est préconisé de ne pas dépasser **0,20 m pour la hauteur de chute** entre chaque bassin.

SEUIL DU BIEF DES MOULINS

Pour le seuil du bief des Moulins, la préconisation émise ci-dessus conduit à prévoir un minimum de **15 chutes** entre le plan d'eau amont et la fosse d'appel, soit **14 bassins** successifs. Si l'on considère en première approche que la longueur de chaque bassin sera de l'ordre de 2 m, la longueur nécessaire de l'ouvrage sera de près de **30 m**.

La longueur qui sépare actuellement la crête du seuil (et la prise d'eau du bief des Moulins) de la fosse d'affouillement n'étant que d'une quinzaine de mètres, l'ouvrage devra nécessairement être réalisé en opérant un ou deux coudes.

Étant donné la répartition actuelle des eaux entre l'Ardières et les biefs, il apparaît par ailleurs plus judicieux que le dispositif relie la fosse d'affouillement au bief des Moulins en rive droite. Le positionnement d'une éventuelle passe à poissons par bassins serait donc à privilégier en rive droite et nécessitera une emprise foncière sur cette rive. Ce choix permettra en outre de limiter les problèmes d'engrèvement dans la passe, et partant, les contraintes d'entretien.

Un positionnement de la passe en rive gauche apparaît à l'inverse peu judicieux du fait de l'engrèvement du lit sur cette rive en amont, à même de contrarier l'alimentation en eau de la passe. Il nécessiterait de surcroît une emprise foncière vraisemblablement plus pénalisante qu'en rive droite du fait de la présence d'un chemin d'accès.

Un positionnement dans l'emprise de l'ouvrage actuel pose plusieurs problèmes :

- Positionnement nécessairement en rive gauche du fait de la présence des vannes (à conserver) en rive droite, avec le risque d'engrèvement de l'entrée hydraulique évoqué ci-dessus.
- Nécessité de casser en partie le seuil pour venir implanter l'entrée hydraulique de la passe, avec un confortement nécessaire à prévoir et les contraintes induites en termes de génie civil.
- Forte exposition de la passe aux écoulements lors des crues, avec les conséquences induites en termes de risque de dommage et d'engrèvement.

*La réalisation d'une **passe à poissons à bassins successifs** apparaît réalisable pour équiper le seuil du bief des Moulins, mais elle devra le cas échéant être positionnée préférentiellement **sur la rive droite entre la fosse d'affouillement et le bief** (emprise foncière requise).*

SEUIL MONTMAY

Pour le seuil Montmay, un minimum de **14 chutes** sera à prévoir entre le plan d'eau amont et la fosse d'affouillement en aval du contre-seuil aval, soit **13 bassins** successifs. La longueur de l'ouvrage devrait être supérieure à **25 m**, soit également 2 fois supérieure à la longueur entre la crête du seuil et sa fosse d'affouillement.

De même que pour le seuil du bief des Moulins, l'ouvrage devra nécessairement être réalisé en opérant un ou deux coudes.

En termes de positionnement, du fait de la répartition actuelle des débits entre l'Ardières et le bief, il apparaît plus judicieux que le dispositif relie la fosse d'affouillement au bief Montmay en rive gauche. Ceci nécessitera un minimum d'emprise foncière sur cette rive entre le seuil et le bief, ainsi qu'un recalibrage de l'ouvrage d'entrée pour permettre au poisson de passer.

Un positionnement en rive droite est envisageable, mais il nécessitera un équipement de la vanne d'entrée du bief par un organe régulateur. La présence d'un épi noyé en béton à l'amont immédiat du seuil en rive droite permet quant à lui de limiter le risque d'engrèvement de la passe si elle devait être réalisée en rive droite. En outre, il nécessitera une emprise foncière minimale sur un site actuellement très fréquenté par des jeunes pendant l'été pour la baignade, avec les conséquences induites en termes de sécurisation et de risque de dégradation.

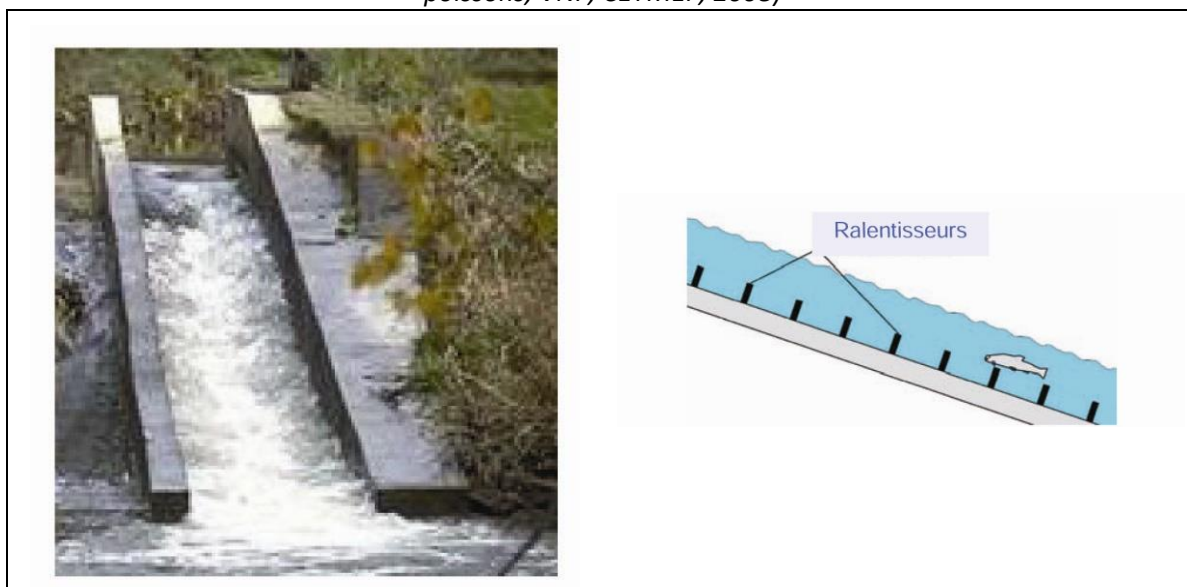
Un positionnement dans l'emprise même de l'ouvrage est possible mais nécessitera vraisemblablement de casser en partie les deux seuils, ce qui risque de les fragiliser et nécessitera le cas échéant des confortements. Cela conduirait en outre à réduire la section d'écoulement des seuils ainsi que l'emprise de la fosse d'affouillement entre les seuils.

La réalisation d'une **passse à poissons à bassins successifs** apparaît réalisable pour équiper le seuil Montmay, mais elle devra le cas échéant être positionnée préférentiellement **sur la rive gauche entre la fosse d'affouillement et le bief** (emprise foncière requise).

2.2 PASSE A RALENTISSEURS

Son principe est de disposer de déflecteurs sur le fond et/ou les parois afin de réduire les vitesses de l'écoulement. N'offrant pas de zones de repos, ce type de passes impose un franchissement d'une seule traite et est donc réservé aux espèces de grande taille et à bonne capacité de nage. En outre, il nécessiterait vraisemblablement d'intervenir sur l'ouvrage, avec les fortes contraintes géotechniques induites en termes de stabilité et de confortement de l'ouvrage.

Figure 4 : Illustration et schéma de principe d'une passe à ralentisseurs (source Guide passes à poissons, VNF, CETMEF, 2008)

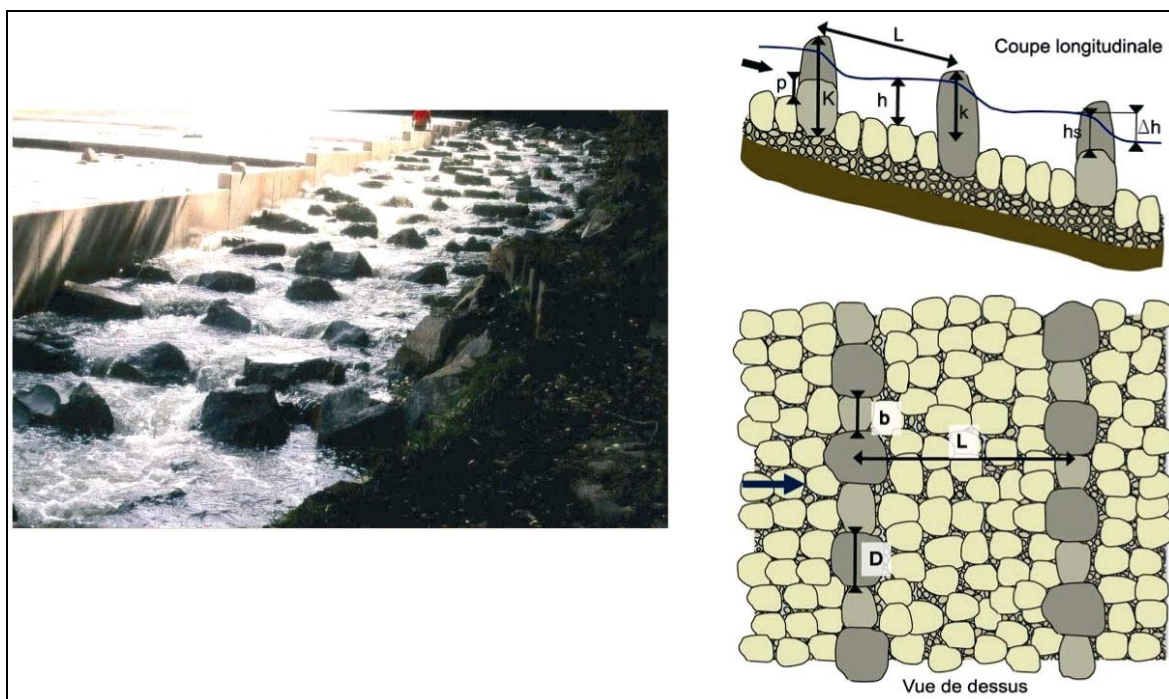


Le dispositif de type **passse à ralentisseurs** n'apparaît **pas adapté** au contexte piscicole de l'Ardières au niveau des deux seuils considérés, pour lesquels une franchissabilité par des espèces moins « sportives » que la truite est attendue.

2.3 PASSE A RUGOSITE

Elles consistent à aménager un ouvrage de type rampe inclinée avec un fond suffisamment rugueux réalisé à base de blocs naturels ou en béton, et un maillage d'obstacles à base d'enrochements ou de blocs béton. Ce type de passe peut être réalisé soit sur la totalité, soit sur une partie de l'ouvrage. Il nécessite des pentes faibles pour s'adapter à des espèces de capacité de nage réduite (plutôt de l'ordre de 5%).

Figure 5 : Illustration et schéma de principe d'une passe naturelle à rangées d'enrochements périodiques (source Guide technique pour la conception des passes naturelles, 2006)



Dans le cas des 2 seuils à équiper, un rattrapage de la dénivelée nécessiterait une longueur d'une cinquantaine à une soixantaine de mètres. À partir du pied des seuils, extrémité aval du dispositif, il conviendrait ainsi de remonter jusqu'à environ 40 m en amont de chacun des ouvrages. En outre, un tel aménagement nécessiterait d'intervenir sur les ouvrages en les découpant sur une partie de leur largeur, ce qui justifierait aussi des confortements particulièrement contraignants.

*Ce dispositif de type **rampe en enrochements** n'apparaît **pas adapté** au contexte de l'Ardières au droit des deux seuils considérés.*

2.4 RIVIERE DE CONTOURNEMENT

Ce dispositif consiste à créer un chenal sinueux à faible pente sur une des berges de l'ouvrage. Il nécessite une emprise foncière importante pour permettre d'abaisser suffisamment la pente. Ce dispositif est particulièrement bien adapté à tout type d'espèces, mais il nécessite une emprise foncière importante.

Figure 6 : Illustration et schéma de principe d'une rivière de contournement (source Guide technique pour la conception des passes naturelles, 2006)



➤ SEUIL DU BIEF DES MOULINS

Au droit du seuil du bief des Moulins, le tracé pressenti comme le plus opportun et techniquement réalisable est situé sur la **rive droite**, et permettrait de relier la fosse d'affouillement au bief des Moulins.

Pour permettre à toutes les espèces cibles mentionnées précédemment de remonter ce chenal, sa pente longitudinale moyenne ne devrait pas dépasser 3 à 4%. La dénivelée totale à rattraper (2,9 m) impose donc une longueur pour un tel chenal compris entre **75 et 100 m**, d'où une emprise foncière relativement conséquente.

➤ SEUIL MONTMAY

Au droit du seuil Montmay, le tracé privilégié est pressenti sur la **rive gauche**, en reliant la fosse d'affouillement au bief de Montmay.

Pour permettre à toutes les espèces cibles mentionnées précédemment de remonter ce chenal, sa pente longitudinale moyenne ne devrait pas dépasser 3 à 4%. La dénivelée totale à rattraper (2,7 m) impose donc une longueur pour un tel chenal compris entre **70 et 90 m**, d'où une emprise foncière relativement conséquente.

*Le dispositif de type **rivière de contournement** pose essentiellement la question de l'emprise foncière disponible pour permettre la création d'un chenal d'écoulement entre le pied du seuil et les biefs de dérivation.*

Les figures suivantes permettent de localiser les aménagements pressentis pour le rétablissement de la franchissabilité piscicole.

Figure 7 : Seuil du bief des Moulins – Localisation des aménagements pressentis en fonction des solutions techniques envisagées

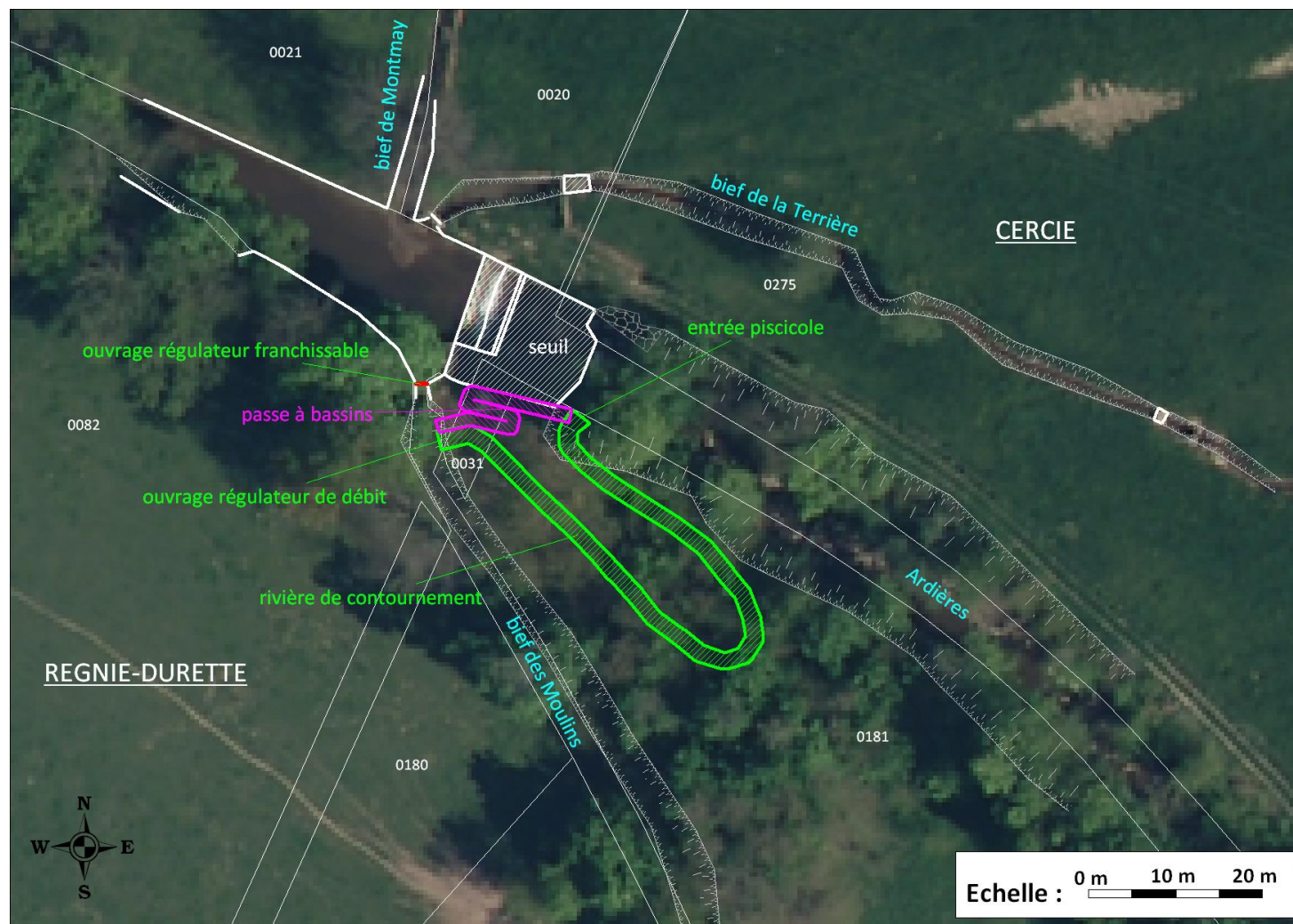
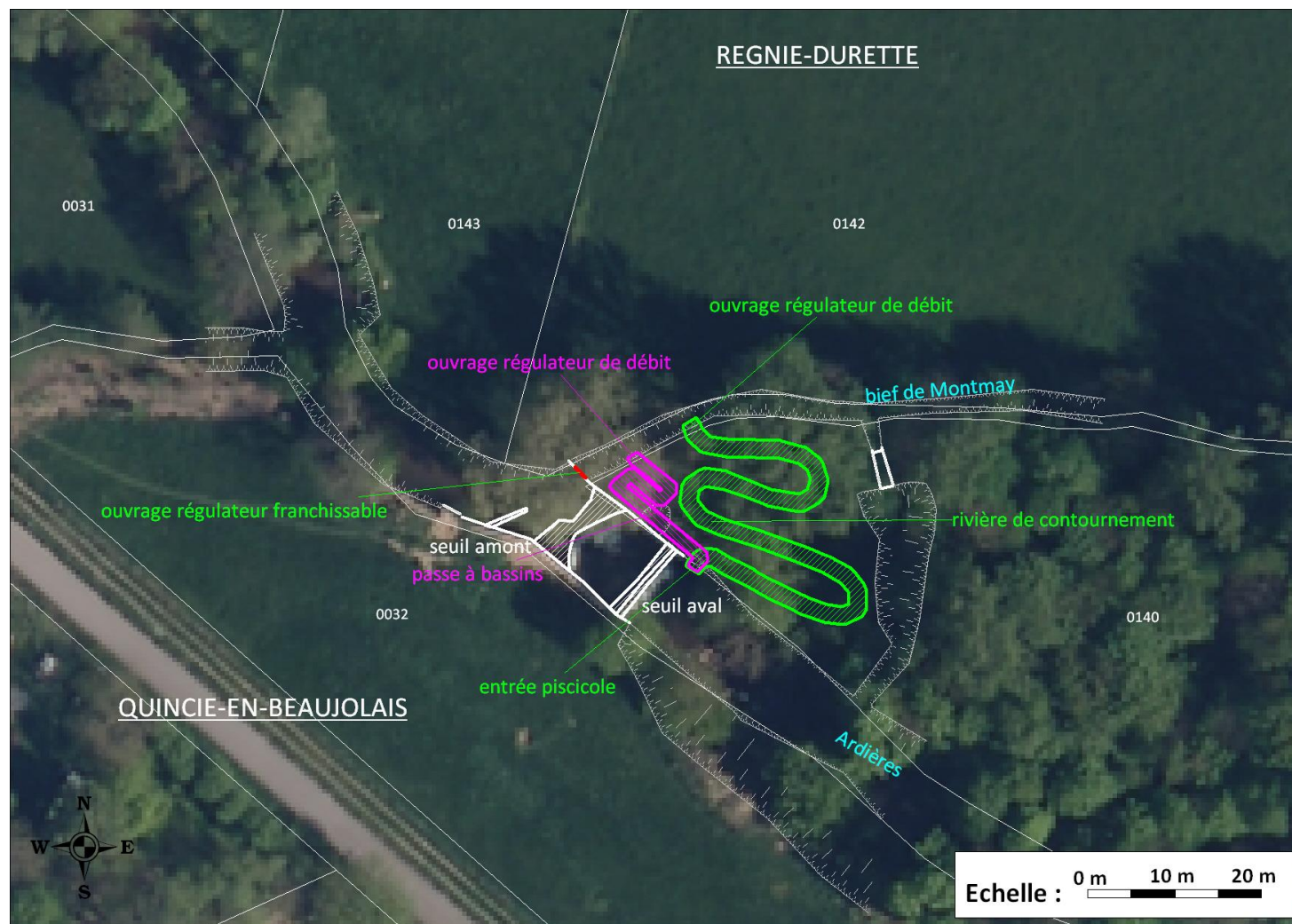


Figure 8 : Seuil Montmay – Localisation des aménagements pressentis en fonction des solutions techniques envisagées



3. IMPACTS DES SOLUTIONS ENVISAGEES

Les thématiques suivantes liées au projet d'aménagement des seuils du bief des Moulins et de Montmay ont été analysées :

- **Hydrologie & hydraulique** : impacts sur les écoulements et leur répartition.
- **Hydromorphologie** : impacts sur les différents compartiments du fonctionnement hydromorphologique de l'Ardières.
- **Milieux aquatiques** : impacts sur la qualité piscicole de l'Ardières.
- **Patrimoine et usages** : impacts sur l'attrait paysager et patrimonial des sites, ainsi que sur les usages en présence.

3.1 HYDROLOGIE & HYDRAULIQUE

L'impact des solutions envisagées sur les **écoulements de crue** de l'Ardières apparaît **négligeable**. En effet, le dimensionnement des dispositifs de franchissement piscicole se cale sur une gamme de débit de basses à moyennes eaux, et le débit susceptible de s'écouler dans ces dispositifs restent négligeable au regard des débits de crues pris en compte : de l'ordre de 100 à 200 l/s contre des débits de crues variant entre 10 et 20 m³/s en crues biennale et quinquennale. Les solutions préconisées prévoient de réguler le débit au droit des vannes de prise d'eau des biefs, puis au droit de l'entrée dans les dispositifs depuis chaque bief. Le débit qui passera au droit du premier ouvrage régulateur sera sensiblement le même qu'actuellement lors des crues.

Lors des crues, les ouvrages du dispositif de franchissement sont susceptibles d'être fortement sollicités. Leur dimensionnement devra leur permettre de résister pour la crue de projet envisagée. Une intervention de remise en état après chaque crue débordante sera vraisemblablement nécessaire.

Dans la gamme de fonctionnement des dispositifs (étiage à moyennes hautes eaux), la répartition des débits sera optimisée pour que les dispositifs de franchissement soient fonctionnels.

- **En écoulement courant** (jusqu'à 2 à 3 fois le module interannuel), le débit dans les biefs devrait pouvoir être préservé par rapport à l'état actuel, et c'est le débit sur le seuil qui pourra être réduit de manière à assurer un débit suffisant dans le dispositif de franchissement.
- **À l'étiage**, il pourra être nécessaire de faire passer la quasi-totalité du débit dans le dispositif, ceci dans le respect de la réglementation sur les débits réservés.

*Les solutions envisagées d'aménagement des seuils n'auront **pas d'impact** sur le **fonctionnement hydraulique** de l'Ardières **en crue**, comme en **écoulement courant**.*

*L'**impact** sur le débit dans les biefs porrra en revanche être **important en condition d'étiage**, mais s'inscrivant dans le respect de la réglementation sur les débits réservés.*

3.2 HYDROMORPHOLOGIE

PROFIL EN LONG

Le maintien des seuils du bief des Moulins et de Montmay implique que l'**impact** sur le profil en long de l'Ardières sera **négligeable** par rapport à la situation actuelle.

TRANSIT SEDIMENTAIRE

Les dispositifs de franchissement envisagés sont dimensionnés pour fonctionner en basses et moyennes eaux. De par la configuration de leur entrée hydraulique, le transport de sédiments lors des crues ne sera quasiment pas impacté par les ouvrages.

Du fait de la conservation des seuils, **les dispositifs envisagés ne permettront pas de rétablir la continuité sédimentaire** au droit des ouvrages.

Seuil Montmay

En ce qui concerne le seuil Montmay, le diagnostic de l'état actuel établi dans le rapport de Phase 1 de l'étude a montré que son impact sur le transit sédimentaire reste local et limité.

Seuil du bief des Moulins

Concernant le seuil du bief des Moulins, il est équipé de 2 vannes de vidange qui doivent pouvoir permettre d'améliorer la transparence sédimentaire. Le diagnostic a en effet montré que l'impact de l'ouvrage apparaît non négligeable du fait du mode de gestion actuel des vannes.

Une **optimisation de la gestion des vannes** pour faciliter le transit sédimentaire lors des crues morphogènes est envisageable au droit du seuil du bief des Moulins.

ÉTAT PHYSIQUE

Si l'objectif des solutions envisagées dans le cadre de l'étude est de rendre franchissable l'obstacle constitué par les seuils, leur maintien implique que ces solutions n'auront **pas d'impact significatif sur la qualité physique** de l'Ardières, par rapport à la situation actuelle : maintien du plan d'eau colmaté dans la retenue amont, ainsi que du lit légèrement incisé en aval.

L'optimisation de la gestion des vannes du seuil du bief des Moulins évoqué ci-dessus pourra toutefois permettre d'améliorer le transit sédimentaire, et partant de limiter le caractère incisé du lit en aval.

*En dehors du rétablissement de la continuité piscicole, les **solutions envisagées d'aménagement des seuils n'auront que peu d'impact sur l'hydromorphologie et la qualité physique de l'Ardières.** Une **optimisation de la gestion des vannes** du seuil du bief des Moulins permettra d'améliorer la **transparence** de l'ouvrage sur le transit **sédimentaire**.*

3.3 MILIEUX AQUATIQUES

Le **principal gain** apporté par les dispositifs à créer sera de **décloisonner** l'Ardières entre l'aval et l'amont des ouvrages. Ceci permettra notamment un **brassage des populations** existant actuellement de part et d'autre des ouvrages.

Il convient de préciser à cet égard que l'aménagement des deux seuils ne permettra qu'un décloisonnement limité du fait de la présence d'autres ouvrages infranchissables actuellement de part et d'autres de ceux-ci :

- **Seuil du bief des Moulins** : le linéaire total « décloisonné » sera de 1,8 km entre le seuil Voujon situé 1 km en aval et le seuil du lavoir du Colombier situé 800 m en amont. Le premier n'est pas concerné par l'obligation réglementaire de rétablissement de la continuité écologique au titre du classement de cours d'eau, étant situé en aval du tronçon de l'Ardières classé en liste 2. Le second est concerné par cette obligation réglementaire car situé sur le tronçon classé en liste 2, mais il n'a pas été recensé comme prioritaire au titre du Grenelle de l'Environnement.
- **Seuil Montmay** : le linéaire « décloisonné » sera de 1,0 km entre le seuil du lavoir sus-cité (situé à 800 m en aval) ; et le seuil en aval du pont de Montmay (situé 200 m seulement en amont). Ce dernier est également concerné par l'obligation réglementaire de rétablissement de la continuité écologique, mais n'a pas non plus été recensé comme prioritaire au titre du Grenelle de l'Environnement.

Le rétablissement de la continuité piscicole nécessite par ailleurs un dimensionnement adéquat des dispositifs de franchissement pour les espèces cibles identifiées, à savoir : la truite fario comme espèces repère ; ses espèces d'accompagnement (blageon, goujon, loche franche) ; le chabot et la lamproie de Planer.

La solution de passe à bassins successifs apparaît à cet égard plus sélective que la solution de rivière de contournement vis-à-vis des espèces de moindre capacité de nage que la truite fario.

*Le principal gain des solutions techniques envisagées consiste au **rétablissement de la continuité piscicole** entre l'aval et l'amont des seuils concernés. Le dispositif de rivière de contournement apparaît plus adapté à l'ensemble des espèces cibles visées sur l'Ardières.*

3.4 PATRIMOINE & USAGES

Si les deux seuils du bief des Moulins et de Montmay ne sont concernés par aucun classement au titre du patrimoine ou du paysage, les ouvrages de franchissement piscicole pourront avoir un impact paysager sur les deux sites, et devront dans la mesure du possible s'accompagner de **mesures d'intégration paysagère**.

À ce titre, les deux sites étant plutôt caractérisés par une ambiance naturelle de bord de cours d'eau, la rivière de contournement devrait permettre une meilleure intégration paysagère que la passe à bassins successifs. Cela est particulièrement le cas au droit du seuil Montmay qui présente au moins partiellement un caractère architectural proche de l'origine (bajoyers en pierres maçonnées notamment).

Les **usages actuels de prélèvement** dans les biefs sont susceptibles d'être modifiés en période d'étiage, ceci afin de permettre une alimentation des dispositifs de franchissement à même d'assurer leur fonctionnalité dans la gamme de débit prévue. Il convient de préciser que ces

modifications d'usage sont également destinées à assurer un respect du débit réservé au droit des deux ouvrages (au minimum 1/10^{ème} du module interannuel depuis le 1^{er} janvier 2014).

En dehors des conditions d'étiage, les prélèvements d'eau ne seront pas impactés.

L'usage de la pêche sera préservé, et même favorisé par le décroisement du cours d'eau.

Le seuil Montmay est concerné par un usage « informel » de baignade pendant la période estivale par des jeunes de la région. Cet usage risque d'être perturbé par la mise en place du dispositif en condition de très basses eaux car la totalité du débit devrait passer à travers le dispositif de franchissement, et le cas échéant dans le bief de Montmay. Cet usage pose par ailleurs la question de la maintenance et du risque de dégradation du dispositif par ces « usagers ».

*L'impact patrimonial des dispositifs de franchissement envisagés sera **faible**, et pourra être compensé par une intégration paysagère des aménagements (impact potentiellement plus fort pour une passe à bassins). Les usages de **prélèvement d'eau** seront **impactés en condition d'étiage**, mais cela se fera dans le respect de la réglementation sur les débits réservés. L'usage de **baignade** au droit du seuil Montmay pourra également être **perturbé**.*

4. CONTRAINTES & IMPLICATIONS

4.1 IMPLICATIONS FONCIERES

Les dispositifs de franchissement envisagés nécessitent une emprise foncière sur les berges de l'Ardières. Les emprises indicatives des différents dispositifs envisagés sont présentées sur les cartes des figures 7 et 8 du présent rapport.

- **Seuil du bief des Moulins** : emprise nécessaire sur les parcelles n°AR31 à Régnié-Durette (Bernard TONDU) et n°B181 à Cercié (Bernard DEMONT).
 - Passe à bassins successifs : environ 50 m² le long du bajoyer rive droite du seuil.
 - Rivière de contournement : environ 200 m² essentiellement sur la parcelle boisée de M. DEMONT.
- **Seuil Montmay** : emprise nécessaire sur la parcelle n°AO140 à Régnié-Durette (Bernard SPEE).
 - Passe à bassins successifs : environ 50 m² le long du bajoyer rive gauche du seuil.
 - Rivière de contournement : environ 200 m² sur la parcelle boisée de M. SPEE.

Au niveau du seuil du bief des Moulins, le dispositif devra par ailleurs être équipé d'un ouvrage (de type passerelle) permettant l'accès au seuil depuis la rive droite pour la manœuvre des vannes.

*Les dispositifs de franchissement envisagés nécessitent une **emprise foncière** sur les parcelles riveraines sur lesquels ils seront implantés : cette emprise sera moins importante pour une passe à bassins que pour une rivière de contournement.*

4.2 GESTION & ENTRETIEN

Un aménagement de type passe à poissons nécessite un **suivi et un entretien régulier**. Dans le cadre des aménagements proposés, ce suivi et cet entretien consisteront à prévoir les opérations suivantes.

- S'assurer que l'**entrée hydraulique** de l'ouvrage (sortie piscicole pour la remontée) n'est pas obstruée. Celle-ci devra être équipée d'une grille à grandes mailles devant stopper les branches et feuillages éventuels susceptibles de venir obstruer au moins partiellement l'échancrure. Cette grille devra faire l'objet d'un entretien rigoureux. De même, il conviendra de vérifier que les dépôts solides apportés par l'Ardières (gravier, sables et limons) ne viennent pas remplir la section hydraulique à l'entrée de la passe.
- S'assurer que la **sortie hydraulique** de l'ouvrage (entrée piscicole) est suffisamment attractive pour le poisson. On vérifiera notamment que celle-ci ne soit pas bouchée par d'éventuels apports solides.
- **Entretien la passe à poissons** : s'assurer que les fentes et orifices ne soient pas obstrués par des dépôts de sédiments ou des végétaux ; nettoyer les bassins régulièrement en procédant à leur vidange ; vérifier l'état de stabilité de l'ouvrage suite à des sollicitations éventuelles lors de crues. À ce titre, l'entretien d'une passe à bassins successifs apparaît généralement plus important que celui d'une rivière de contournement.

La nécessité de gestion et d'entretien des ouvrages pose la question de l'identification d'un gestionnaire pour ceux-ci : collectivité (CCSB, SMRB) ; propriétaires actuels des seuils ; associations (Fédération de Pêche) ; etc.

*Les dispositifs de franchissement envisagés nécessitent une **gestion et un entretien** permettant d'assurer leur fonctionnalité dans la gamme de débit souhaitée, notamment au droit des ouvrages d'entrée et de sortie. L'entretien courant et post-crue d'un aménagement de type passe à bassins s'avère généralement plus conséquent que celui d'une rivière de contournement. L'identification d'un **gestionnaire** des ouvrages à réaliser doit être précisée.*

4.3 ASPECTS REGLEMENTAIRES

Les solutions techniques envisagées pour le rétablissement de la continuité écologique sont susceptibles d'être soumises à la réglementation suivante applicable aux opérations décrites.

- **Déclaration** au titre du Code de l'Environnement.
- **Déclaration d'Intérêt Général (DIG)** au titre des articles R214-88 à R214-104 du Code de l'Environnement : justifiée en cas d'intervention de la collectivité sur des terrains privés.
- **Déclaration d'Utilité Publique (DUP)** au titre du Code Civil : en cas de nécessité d'expropriation de terrains à aménager.

Outre de se conformer à la réglementation en vigueur concernant la restauration de la continuité écologique d'ici à 2018 (article L214.17 du Code de l'Environnement), les aménagements à réaliser permettront également de se conformer à la réglementation au titre du respect des débits réservés en vigueur depuis 2014 (article L.214-18 du Code de l'Environnement).

5. ESTIMATIONS FINANCIERES

Une estimation financière sommaire des solutions envisagées a été faite à ce stade d'étude de faisabilité à partir de coûts unitaires moyens déterminés dans une étude réalisée dans le cadre de l'observatoire des coûts de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse¹. Il convient de préciser que ces coûts doivent s'entendre comme des ordres de grandeur devant permettre de « se faire une idée », notamment en comparant les valeurs obtenues entre les deux types de solutions « passes à bassins » et « rivière de contournement ». Précisons que les contraintes en jeu sur les deux sites considérés nous laissent penser que les coûts des aménagements à réaliser devraient plutôt se situer autour de la fourchette basse des estimations de l'Agence de l'Eau.

SEUIL DU BIEF DES MOULINS

- Passe à bassins successifs 145 k€ HT [58 – 232 k€ HT]
- Rivière de contournement 72,5 k€ HT [43,5 – 74 k€ HT]

SEUIL MONTMAY

- Passe à bassins successifs 135 k€ HT [54 – 216 k€ HT]
- Rivière de contournement 67,5 k€ HT [40,5 – 162 k€ HT]

Il convient par ailleurs de préciser que ces coûts s'entendent hors acquisition foncière éventuelle. De même, ils ne comprennent pas les coûts éventuels de confortement et réfection des seuils.

En dehors de ces coûts d'investissement pour la réalisation des travaux, la gestion et l'entretien de tels ouvrages peuvent être estimés grossièrement à 1 500 € HT/an pour la rivière de contournement et à 3 000 € HT/an pour la passe à bassins successifs².

L'identification d'un maître d'ouvrage pour réaliser les dispositifs de franchissement doit par ailleurs être précisée : collectivité (CCSB, SMRB) ; propriétaires actuels des seuils ; etc.

Enfin, les orientations actuelles de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse en termes de financement des opérations de restauration de la continuité écologique privilégient les solutions techniques les plus ambitieuses pour les milieux aquatiques : la solution d'arasement n'ayant pu être retenue pour les deux seuils concernés, l'aménagement de rivières de contournement apparaît comme susceptible de bénéficier de meilleur taux de subventions par l'Agence de l'Eau.

*Le **coût** d'un aménagement de type **rivière de contournement** est généralement environ **2 fois moins élevé** qu'un aménagement de type **passé à bassins successif**. Ce type de solution est par ailleurs susceptible de bénéficier d'un meilleur taux de financement par l'Agence de l'Eau. L'identification d'un **maître d'ouvrage** pour les dispositifs à réaliser doit être précisée.*

¹ Détermination des coûts de référence des travaux de restauration hydromorphologique des cours d'eau et conception d'une base de données de projets et d'un outil d'estimation du coût hydromorphologie des programmes de mesures 2016-2021 (Écodécision, EMA Conseil, Eau & Territoires, 2014) : coût moyen de 50 k€/m de chute pour une passe à bassins ; 25 k€ HT/m de chute pour une rivière de contournement.

² Ces montants moyens peuvent être fortement dépendant des occurrences de crues susceptibles d'occasionner des dommages au cours de l'année.

6. SYNTHÈSE COMPARATIVE

Le tableau présenté ci-après récapitule l'ensemble des éléments établis précédemment pour chacune des solutions techniques développées dans cette partie.

*À l'issue de cette synthèse, il s'avère que la **solution technique la plus appropriée** aux différents contextes en présence sur chacun des deux sites s'avère être **l'aménagement de rivières de contournement**.*

Tableau 1 : Synthèse comparative des solutions techniques envisagées

Solution technique	Faisabilité technique	Impact selon les thématiques suivantes				Contraintes & implications			Coûts Maîtrise d'ouvrage Subventions	Conclusion
		Hydrologie & Hydraulique	Hydro- morphologie	Milieux aquatiques	Patrimoine & Usages	Foncières	Gestion & Entretien	Réglementaire		
Passe à ralentisseurs	Non adapté	-	-	-	-	-	-	-	-	Abandonnée
Passe à rugosité	Non adapté	-	-	-	-	-	-	-	-	Abandonnée
Passe à bassins successifs	Réalisable 13 à 14 bassins pour récupérer les 2,7 à 2,9 m de dénivelée. Préférentiellement en rive droite pour le seuil du bief des Moulins ; en rive gauche pour le seuil Montmay	Impact important à l'étiage (débit réservé) ; négligeable en écoulement courant comme en crue	Peu d'impact sur la qualité physique de l'Ardières. Optimisation des vannes du seuil du bief des Moulins à prévoir pour améliorer le transit sédimentaire	Positif : sur le rétablissement de la continuité piscicole mais sélectivité du dispositif / espèces cibles	Impact patrimonial faible (intégration paysagère à prévoir). Usage prélèvement impacté à l'étiage (respect du débit réservé). Usage baignade perturbé sur seuil Montmay	Emprise foncière nécessaire d'environ 50 m² pour les 2 seuils	Entretien important à prévoir	Déclaration « loi sur l'eau » DIG DUP (?) Régularisation « débit réservé »	≈ 140 k€HT Maîtrise d'ouvrage ? Moindre financement (à confirmer par AERMC)	Déconseillée pour plusieurs raisons : coût ; efficacité ; entretien
Rivière de contournement	Réalisable Entre 70 et 90 m de long pour récupérer les 2,7 à 2,9 m de dénivelée. Préférentiellement en rive droite pour le seuil du bief des Moulins ; en rive gauche pour le seuil Montmay			Positif : sur le rétablissement de la continuité piscicole avec une sélectivité moindre		Emprise foncière nécessaire d'environ 200 m² pour les 2 seuils	Entretien à prévoir (moindre)		≈ 70 k€HT Maîtrise d'ouvrage ? Meilleur financement (à confirmer par AERMC)	Conseillée sous réserve de l'emprise foncière disponible

