

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

Quelles stratégies de réduction de l'impact des ouvrages hydrauliques pour le SAGE Sèvre Nantaise ?



Sébastien Van Waelfelghem

Août 2010

REMERCIEMENTS

La première personne que je tiens à remercier est Antoine Charrier, mon maitre de stage, qui a su me laisser la liberté nécessaire à l'accomplissement de cette étude tout en y gardant un œil avisé et critique. Son sens pédagogique m'a permis de m'épanouir pleinement dans ma mission et d'entreprendre des initiatives.

Je remercie Boris Lustgarten, Directeur de l'Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Nantaise pour m'avoir accueilli au sein de son établissement et pour la confiance qu'il a porté à l'égard de mon travail.

Je souhaite vivement remercier les 6 techniciens de rivière sans lesquelles cette étude ne serait pas à ce stade. En partageant leurs connaissances de terrain, ils ont largement contribué à l'édification de cette étude. Je les remercie de la patience et de la pédagogie dont ils ont fait preuve lors de mes visites. Merci donc à Eddy Renou, Joseph Bertrand, Francois Cailleaud, Odile Pluchon, Muriel Ribeyrolles et Damien Gallard.

Merci à Pascal Gratz pour ses qualités humaines lors de ces 6 mois passées au sein de l'équipe. Je le remercie également d'avoir participé à la relecture de ce rapport. Les remarques et commentaires qu'il a su faire m'ont permis de clarifier un bon nombre de points de ce manuscrit.

Je remercie également toute l'équipe de l'Institution pour cette bonne ambiance qu'on a su partagée. Je remercie également les deux stagiaires Sarah Paulet et Johan Le Goff pour les nombreux échanges partagés. Je les remercie d'avoir montré de l'intérêt pour mes travaux et répondu à mes sollicitations lorsque le besoin s'en faisait sentir.

PREAMBULE

La protection de la qualité des eaux et des milieux aquatiques est un enjeu primordial pour l'atteinte du bon état écologique fixé pour 2015 par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Elle est appuyée par des outils réglementaires récents (le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Loire-Bretagne et le plan national pour la restauration de la continuité écologique) qui intègrent la notion de reconquête de la continuité écologique.

Sur le bassin de la Sèvre Nantaise, dernier affluent ligérien en rive gauche, la présence de 240 ouvrages porte atteinte à la morphologie du cours d'eau. La qualité physique et biologique des eaux est dégradée. L'Institution Interdépartementale du bassin de la Sèvre Nantaise a engagé, depuis 2001, une réflexion globale sur le devenir des ouvrages. Les outils de gestion développés furent nombreux (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE), élaboration d'une base de données, analyse multicritères) dans le but d'établir une gestion cohérente des ouvrages à l'échelle du bassin versant. Ce travail de concertation a permis, d'une part, d'améliorer la connaissance des ouvrages et, d'autre part, d'identifier ceux nécessitant une intervention. Cependant, il n'intègre pas la notion de continuité écologique et ne satisfait pas les nouvelles exigences réglementaires.

Aujourd'hui, le SAGE de la Sèvre Nantaise souhaite intégrer, dans sa révision, une part plus concrète sur les stratégies de gestion des ouvrages hydrauliques et ce, notamment, dans le but de répondre aux exigences du nouveau SDAGE. La présente étude tente de fournir les outils nécessaires à la Commission Locale de l'Eau pour la détermination de stratégies de gestion des ouvrages, cohérentes à l'échelle du bassin versant.

Afin de répondre à la problématique posée, l'étude s'inspire d'éléments méthodologiques développés par le SDAGE et le plan national pour la restauration de la continuité écologique. La réponse à la problématique satisfait quatre objectifs différents mais complémentaires :

- approfondir l'état des connaissances sur les obstacles à l'écoulement
- définir des axes prioritaires en termes de rétablissement de la continuité écologique
- au sein de ces axes, déterminer les ouvrages prioritaires sur lesquels pourront être élaborés des stratégies de gestion
- donner à la CLE les modalités d'intervention possibles sur les ouvrages

C'est dans ce cadre qu'une mise à jour de l'état des lieux, sur les ouvrages hydrauliques et les obstacles à la continuité, est envisagée. L'état des lieux doit prendre en compte des critères cohérents, qui sont énumérés dans la suite du développement, et qui pourront être utilisés par la CLE.

Le contexte réglementaire actuel fixe des objectifs pour la restauration de la continuité écologique. La Zone d'Action Prioritaire pour l'anguille indique des mesures pour la reconstitution du stock d'anguilles. Les zones aval et intermédiaire du bassin versant sont intégrées dans la ZAP. Ces mesures ne pourront toutefois porter leurs fruits pour la reconstitution du stock que si la qualité environnementale (eau, sédiment, habitats) est améliorée car elle conditionne la productivité du stock. C'est pourquoi l'Etat met en place un classement des cours d'eau qui définit des règles de gestion. La liste 1 identifie les cours d'eau en bon état écologique et la liste 2, les cours d'eau pour lesquels il est nécessaire d'assurer le rétablissement de la continuité écologique. La Sèvre, la Maine, la Sanguèze et la Moine sont, ainsi, proposés pour le classement en liste 1 et en liste 2.

La majorité des sites hydraulique est directement implanté sur le cours d'eau. La succession d'ouvrages sur le linéaire des cours d'eau est caractérisé par un fort étagement des biefs. Le taux d'étagement permet d'indiquer l'influence des ouvrages sur le régime du cours d'eau. Il s'agit du rapport entre la somme des hauteurs de chute artificielles et la dénivellation naturelle. La hauteur de chute inclut l'ensemble des impacts représentés par les ouvrages : stigmatisation des écoulements lenticques, perte de la diversité d'espèces et d'habitats, accentuation des processus d'altération de la qualité de l'eau... Sur le bassin versant de la Sèvre, les taux d'étagement les plus élevés sont observés à l'aval des cours d'eau.

Les ouvrages qui jalonnent les cours d'eau du bassin versant créés une retenue qui est caractérisée par des écoulements lenticques. L'influence des ouvrages sur les écoulements dépendent de la hauteur de l'ouvrage et de la pente du bief en amont. Les chaussées et les clapets qui jalonnent les cours d'eau ont des hauteurs de plus d'un mètre. La Sèvre Nantaise et ses affluents sont, de ce fait, caractérisés par des zones d'écoulement lenticque très abondantes. Plus de 90% des biefs sont sous l'influence de l'ouvrage. Cette perturbation entraine plusieurs effets qui contribuent à dégrader la qualité de l'eau : réchauffement de l'eau, appauvrissement en oxygène dissous, atténuation du pouvoir auto-épurateur du cours d'eau...

L'anguille et le brochet sont les espèces migratrices typiques sur le bassin de la Sèvre Nantaise. Leur franchissabilité est altérée par la présence des nombreux obstacles transversaux. Sur le bassin versant, la franchissabilité pour le brochet est quasiment impossible. Sa capacité de saut ne lui permet pas de franchir la quasi totalité des ouvrages. La franchissabilité pour l'anguille est moins limitée. Les chaussées formant des dômes, elle peut les franchir grâce à sa capacité de reptation. Cependant d'autres variables pour l'évaluation de la franchissabilité sont à prendre en compte : le débit d'attrait, la rugosité du support, la hauteur de chute,...

Le statut juridique des ouvrages permet de déterminer leur légalité. L'usage de la force hydraulique des moulins est soumis à droit d'usage authentifié dans un règlement d'eau. La plupart des moulins à eau qui jalonnent le cours de la Sèvre ont été construits avant la révolution, ils sont fondés en titre, c'est à dire qu'ils sont justifiés par leur existence avant 1789. Les ouvrages réalisés après cette date doivent être justifiés par un titre, on dit qu'ils sont fondés sur titre.

Pour qu'un ouvrage soit un outil de gestion, il doit comporter des vannages correctement dimensionnés et facilement manœuvrable. L'absence d'entretien a fortement altéré cette fonctionnalité hydraulique à l'échelle du bassin versant. Les 30% d'ouvrages qui sont fonctionnels ne sont pas manœuvrés d'où l'envasement important que l'on peut observer sur certains biefs.

Aujourd'hui l'usage initial des moulins, l'utilisation de la force hydraulique, a disparu. Les usages de loisirs, ainsi que l'irrigation, qui ont convoité les sites ont en commun la même exigence : le maintien d'un niveau haut et constant. Les usages se développent autour des sites des anciens moulins (pêche, randonnée, canoë, irrigation, abreuvement, tourisme, pédagogie...). L'intérêt des ouvrages a été quantifié par une note d'intérêt collectif.

Les syndicats de rivière mettent en place des actions sur les sites afin de rétablir la continuité écologique.

La connaissance de l'ensemble de ces critères prend en compte une multiplicité d'aspects : écologique, piscicole, réglementaire, qualité de l'eau, sédimentaire, patrimonial, social et paysager. De plus, l'acquisition des critères d'impact permet de déduire que les zones aval sont les plus contraintes par la présence des ouvrages. Les stratégies de gestion devront donc se focaliser sur ces zones afin de mieux répondre aux objectifs de reconquête de la continuité écologique tout en respectant les usages actuels (actifs ou passifs) des ouvrages hydrauliques.

L'impact des ouvrages est visualisé grâce à un état des lieux approfondi. Mais seule une évaluation de l'impact permettra de définir des stratégies de gestion des ouvrages sur les grands cours d'eau (Sèvre, Maines, Moine, Sanguèze, Ouin) du bassin versant. Cette évaluation est réalisée grâce à deux échelles de priorisation : la priorisation des axes les plus dégradés et la priorisation des ouvrages impactants.

Afin de satisfaire les objectifs de restauration de la continuité écologique, les Etablissements Publics Territoriaux de Bassin (EPTB) doivent identifier les axes les plus dégradés sur lesquels ils pourront focaliser leurs efforts. Ces axes sont déterminés grâce à la réglementation et au taux d'étagement. L'étude a identifié 6 axes sur le bassin versant. Ils correspondent, d'une part, aux axes classés dans la Zone d'Actions Prioritaires pour l'anguille et, d'autre part, aux linéaires proposés dans la liste 2 du classement des cours d'eau. La liste 2 correspond aux axes où les ouvrages présents doivent faire l'objet d'aménagement en vue d'améliorer la continuité écologique. Le taux d'étagement est un moyen complémentaire d'identifier les axes dégradés. Lorsque l'étagement est supérieur à 60%, on considère que l'axe est prioritaire.

Au sein de ces axes, et afin de définir des priorités d'actions pour la restauration de la continuité, il faut déterminer les ouvrages prioritaires. Cette étape de priorisation des ouvrages s'appuie, dans le cadre de l'étude, sur trois méthodes afin de réduire les erreurs lors de la sélection des ouvrages prioritaires :

- Une analyse multicritère qui établit un croisement entre la moyenne pondérée des critères d'impact et la note d'intérêt collectif. La comparaison de ces deux données sépare les obstacles dégradants des ouvrages à fort intérêts. Cette méthode permet de se fixer sur les ouvrages qui posent le plus de problèmes pour la continuité écologique.
- L'analyse des profils en long de la ligne d'eau sur les cours d'eau principaux. Cette technique permet d'identifier les verrous hydrauliques sur le bassin versant.
- Une analyse statistique permettant la classification des ouvrages par la méthode du k-means.

L'association de ces trois techniques d'analyse des ouvrages prioritaires permet de distinguer des priorités d'actions sur le bassin versant pour la restauration de la continuité écologique. Les trois méthodes fournissent des résultats similaires. Lorsqu'au moins deux méthodes identifient un ouvrage, on peut considérer que celui-ci doit être pris en compte de manière prioritaire. Ainsi on comptabilise 28 ouvrages, situés sur les six axes prioritaires, devant faire l'objet d'une attention particulière.

La reconquête de la continuité écologique sur le bassin versant doit, par la suite, fixer des interventions sur les axes et les ouvrages identifiés comme prioritaires. Le SDAGE propose des modalités de gestion et d'aménagement des ouvrages. En suivant l'ordre de priorité, les types d'interventions sont les suivants :

- effacement
- arasement partiel et aménagement d'ouvertures

- ouverture de barrages et transparence par gestion d'ouvrage
- aménagement de dispositif de franchissement ou de rivière de contournement

La faisabilité d'intervention dépend de la remise en cause de l'ouvrage et de son usage. Les interventions les plus lourdes seront privilégiées lorsque l'ouvrage est remis en cause. Il sera préféré des interventions plus souples lorsque l'ouvrage et son usage ne peuvent pas être remis en cause.

A l'heure actuelle, il n'est pas envisageable de définir des modalités d'intervention pour chaque ouvrages à l'échelle du bassin versant. Les résultats de l'étude s'appuient sur des données théoriques et statistiques qui essayent refléter au mieux l'impact des obstacles sur la continuité écologique. Ils permettent de définir les grands types d'intervention réalisables sur les ouvrages pouvant être identifiés de manière prioritaires. Ainsi, la CLE possèdera tous les éléments afin d'élaborer des stratégies de gestion des ouvrages à l'échelle du bassin versant. Les choix d'intervention seront alors discutés entre l'ensemble des acteurs de l'eau du bassin de la Sèvre Nantaise.

Les résultats qui identifient les ouvrages prioritaires ne sont pas figés. L'intervention sur un maximum d'ouvrages est à privilégier selon le contexte local et politique et la faisabilité de l'intervention. En effet, tous les ouvrages hydrauliques provoquent des impacts souvent non contrôlés sur la morphologie de la rivière et la biologie associées. C'est pourquoi les interventions pour la restauration de la continuité écologique ne doivent pas être contraintes à des ouvrages précis.

Cette étude s'est déroulée en vue de la révision du SAGE, elle permettra à la CLE d'y intégrer des objectifs chiffrés de réduction des impacts. Par exemple, il peut être proposé une réduction du taux d'étagement sur les tronçons hydrographiques homogènes, une amélioration de la franchissabilité (avoir des indices piscicoles plus élevés dans un temps donné)...

L'étude donne les clés pour le rétablissement de la continuité écologique à l'échelle du bassin versant. Toutefois, la mise en œuvre d'actions dépend de la volonté des acteurs tout en sachant que la restauration de la continuité implique des travaux complexes et d'un coût certain. Les retours d'expériences nombreux ont montré que le gain écologique est important et que la population est majoritairement satisfaite de l'évolution des sites bien que l'appréhension de perdre une valeur patrimoniale et paysagère soit témoignée par une partie de la population. Des perspectives de progrès sont donc largement envisageables tout en valorisant les usages et les activités développés sur les sites.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
PARTIE I : CONTEXTE DE L'ETUDE	4
I- Contexte de l'étude	4
1- Le bassin de la Sèvre Nantaise, dernier grand affluent de la Loire	4
2- Un bassin versant historiquement marqué par les ouvrages hydrauliques	5
3- Les ouvrages hydrauliques : des entités polémiques	6
II- Une réglementation ambitieuse en faveur de la restauration de la continuité écologique	9
1- La loi pêche de 1984, une ébauche de la continuité écologique	9
2- L'introduction de la continuité écologique par la DCE	9
3- Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux, un outil d'orientation et de gestion	10
4- Restaurer la continuité écologique : un axe phare du plan national de gestion de l'anguille	11
III- Une gestion locale des ouvrages largement appréhendée mais difficile à mettre en œuvre	11
1- L'institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Nantaise (IIBSN)	11
2- Les syndicats de rivière : des structures locales de mise en œuvre des actions	12
3- Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE)	12
4- Le Contrat Restauration Entretien de la rivière (CRE)	13
IV- Présentation de la problématique et des axes de travail	13
PARTIE II : MATERIELS ET METHODES	15
I- Etat des lieux des ouvrages du bassin versant	15
1- La réglementation	16
2- Les ouvrages Grenelle	16
3- Le taux d'étagement	16
4- La zone d'influence de l'ouvrage	17
5- La franchissabilité piscicole	18
6- Les statuts juridiques	19
7- L'intérêt collectif	19
8- Le vannage	19
9- L'envasement du bief amont	20
10- Les études CRE	20
II- Détermination des axes prioritaires	20
1- Outils réglementaires	20
2- Evaluation du taux d'étagement	21
III- Détermination des ouvrages prioritaires	21
1- L'analyse multicritère	22
2- Le profil longitudinal de la ligne d'eau	22
3- Analyse statistique	24
PARTIE III : RESULTATS	25
I- Etat des lieux	25
1- La réglementation	25
2- Ouvrages Grenelle	25
3- Taux d'étagement	25
4- Zone d'influence	25
5- La franchissabilité piscicole	25
6- Les statuts juridiques	29
7- L'intérêt collectif	29
8- Le vannage	29

9-	L'envasement du bief amont	32
10-	Les études CRE.....	32
II-	Détermination des axes prioritaires.....	32
1-	Grâce aux outils réglementaires	32
2-	Evaluation et signification du taux d'étagement	32
3-	Conclusion	34
III-	Détermination des ouvrages prioritaires	36
1-	L'analyse multicritère	36
2-	Profil longitudinaux	43
3-	Confirmation des ouvrages bloquants par une analyse statistique : la méthode du k-means	50
4-	Conclusion générale de la partie	51
PARTIE IV : DISCUSSION.....		52
I-	Etat des lieux de l'impact des ouvrages	52
II-	Détermination des axes prioritaires.....	52
III-	Détermination des ouvrages prioritaires	53
1-	L'analyse multicritère	53
2-	La détermination des profils en long de la ligne d'eau	54
3-	La détermination par les statistiques : le k-means.....	54
IV-	Synthèse des résultats de priorisation.....	55
CONCLUSION		60
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		61
LISTE DES FIGURES		64
LISTE DES TABLEAUX.....		64
ANNEXES		65
TABLES DES MATIÈRES		89

INTRODUCTION

Le bassin de la Sèvre Nantaise, affluent de la Loire, constitue un bassin versant fortement aménagés par l'homme. Depuis le XII^{ème} siècle, l'homme, par la construction de moulins, a largement utilisé la force hydraulique des cours d'eau. Aujourd'hui, près de 240 ouvrages s'éparpillent sur le linéaire de la Sèvre Nantaise et de ses affluents et rectifient la rivière en un paysage de biefs cloisonnés.

Les ouvrages ne sont pas sans conséquence sur l'environnement, ils constituent une entrave à la continuité écologique : les écoulements et le régime hydrologique sont modifiés, les sédiments sont immobilisés à l'amont et la mobilité des espèces et l'accès à leur habitat sont restreints voire condamnés.

Par ailleurs, ces paysages, hérités d'un long passé artisanal et industriel ont peu à peu changé de vocation du fait du déclin de l'énergie de la rivière. Des usages nouveaux se sont développés autour des ouvrages hydrauliques : loisirs nautiques, randonnée, pêche, tourisme...

La préservation des milieux aquatiques est un enjeu fondamental pour l'atteinte du bon état écologique fixé en 2015 par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Face au constat de la dégradation de la qualité écologique des rivières, cette directive est, récemment, renforcée par les préconisations du SDAGE Loire Bretagne et du plan national pour la restauration de la continuité écologique. Ces outils réglementaire et de gestion fixent des objectifs précis en termes de reconquête de la continuité écologique (repenser les aménagements des cours d'eau, rouvrir les rivières aux poissons migrateurs). De plus, ils incitent les gestionnaires et les riverains de cours d'eau à appréhender les problèmes de qualité des eaux et des milieux aquatiques de manière globale : la qualité écologique des rivières n'est pas seulement une résultante d'une pollution liée à des apports externe, elle reflète aussi le niveau de dégradation physique des cours d'eau (chenalisation, segmentation, artificialisation des écoulements...).

L'institution Interdépartementale du Bassin Versant de la Sèvre Nantaise (IIBSN), en tant qu'Etablissement Public Territorial de Bassin (EPTB), s'engage depuis 2000, dans une réflexion sur le devenir du parc d'ouvrages dans le cadre du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE). Ce travail de concertation a permis, d'une part, d'améliorer la connaissance des ouvrages et, d'autre part, d'identifier ceux nécessitant une intervention.

Aujourd'hui le SAGE de la Sèvre Nantaise souhaite intégrer, dans sa révision, une part plus concrète quant aux stratégies de gestion des ouvrages hydrauliques et ce, notamment, dans le but de répondre aux exigences du nouveau SDAGE. La présente étude consiste à répondre à la problématique suivante : quelles stratégies de gestion des ouvrages hydrauliques sont appropriées en vue de reconquérir la continuité écologique ?

Afin de considérer tous les éléments de réponse, l'étude s'appuiera, dans un premier temps, sur le contexte du bassin et sur le cadre réglementaire qui ont conduit à cette réflexion. Ensuite, la méthodologie employée sera décrite. Grâce à un état des lieux mis à jour, la troisième partie tentera de déterminer un zonage de priorités d'actions. Enfin et après une discussion réfléchie autour de ces éléments, il sera possible de proposer des modalités d'intervention sur les priorités identifiées.

PARTIE I : CONTEXTE DE L'ETUDE

Avant de commencer tout développement concernant le déroulement de cette étude, il est fondamental de situer le contexte sur lequel s'appuie cette dernière. On entend ici par contexte, la situation géographique, locale, sociale et réglementaire.

I- Contexte de l'étude

Le bassin versant de la Sèvre Nantaise, qui s'étend sur 2350 km², se situe sur de la façade atlantique sur 4 départements (classés ci-après suivants leur part dans la superficie du BV) : la Vendée (43%), les Deux-Sèvres (22%), le Maine-et-Loire (21%) et la Loire-Atlantique (14%). 134 communes sont concernées en totalité ou en partie par le bassin versant.

Le bassin est constitué de la Sèvre Nantaise et de 4 principaux affluents que sont d'amont en aval : l'Ouin, la Moine, la Sanguèze et la Maine. L'ensemble du réseau hydrographique s'étend sur 314 km (situation en annexe 1).

Sa position au sud du massif armoricain lui confère un substratum majoritairement granitique mais aussi métamorphique (schistes) issus de dépôts sédimentaires du Primaire au Précambrien.

Le réseau hydrographique traverse des régions principalement rurales bien qu'il soit marqué par des agglomérations notamment dans sa partie aval. La principale activité du bassin reste donc l'agriculture, celle-ci étant largement dominée par l'élevage bovin et les ateliers hors sol ainsi que par la viticulture dans sa partie aval et par l'arboriculture fruitière dans sa partie extrême amont.

1- Le bassin de la Sèvre Nantaise, dernier grand affluent de la Loire

a. La Sèvre Nantaise

La Sèvre Nantaise prend sa source sur les plateaux de Gâtines des Deux-Sèvres à Vernoux-en-Gâtine et à Neuvy-Bouin à une altitude de 215 mètres. Après un parcours de 136 km, elle se jette dans la Loire au niveau de la ville de Nantes.

Ayant un régime pluvial océanique, son débit dépend principalement des précipitations qui se répercutent rapidement sur le cours d'eau. Par ailleurs, sa pente assez forte (0,148 %) et son bassin parfois très encaissé lui confère un débit moyen de 24,7 m³/s (calcul entre 1994 et 2008 sur la station de Nantes). La Sèvre Nantaise présente des fluctuations saisonnières de débit très marquées. A noter également qu'à l'étiage, le VCN3¹ peut chuter à 0,27 m³/s tandis que les crues sont parfois conséquentes avec des débits de crue biennale (QJ2) et quinquennale (QJ5) sont respectivement 280 et 460 m³.

b. La Moine

La Moine, affluent rive droite de la Sèvre Nantaise, prend sa source à environ 177 mètres d'altitude sur la commune de Mauléon et traverse Cholet à une altitude de 75 mètres. La pente est relativement forte pour ce cours d'eau qui descend des Mauges, de l'ordre de 0,5 % sur les 20 premiers kilomètres.

¹ En hydrologie, le VCN3 est le débit minimal ou débit d'étiage des cours d'eau enregistré pendant 3 jours consécutifs sur le mois considéré. C'est une valeur comparée par rapport aux valeurs historiques de ce même mois. Il permet de « caractériser une situation d'étiage sévère sur une courte période »

La Moine draine un bassin versant de 382 km² et s'écoule sur 68,8 kilomètres de sa source à sa confluence avec la Sèvre à Clisson (44).

C'est un cours d'eau qui comme les autres du bassin, a subi de nombreux aménagements hydrauliques avec l'implantation ancienne de moulins et plus récemment avec l'établissement d'ouvrages liés aux usages aquatiques (pêche, irrigation) et à l'alimentation en eau potable. Parmi les plus gros ouvrages de la Moine, le barrage de Ribou et le barrage de Verdon mesurent respectivement 21 et 27 mètres.

c. La Maine

La Maine est un important affluent de la Sèvre, qui la rejoint à Vertou à une altitude de 7,7 m. Son cours commence aux Herbiers à plus de 160 m d'altitude où elle prend le nom de Grande Maine. A Saint-Georges-de-Montaigu, la Petite Maine et la Grande Maine forment la Maine qui pénètre en Loire-Atlantique et traverse le vignoble du muscadet donnant son appellation au muscadet-sèvre-et-maine.

d. La Sanguèze

La Sanguèze s'écoule sur 43 km depuis le plateau des Mauges jusqu'à sa confluence avec la Sèvre Nantaise au Pallet. La pente est de l'ordre de 0,24 % depuis sa source à La Renaudière à une altitude de 105 mètres jusqu'à sa confluence avec la Sèvre à 5 m d'altitude. Le bassin versant de la Sanguèze regroupe 14 communes pour une superficie de 162 km².

Traversant des milieux accidentés liés au plateau granitique et avec des passages dans les terrains limono-sableux plus profonds, la largeur du lit mineur est comprise entre 3 et 10 mètres et possède un débit moyen de 1,2 m³/s.

On repère des aménagements relativement anciens au fil de la Sanguèze correspondant à d'anciens moulins. Quelques ouvrages agricoles (seuils, passages à gué) furent construits au XX^{ème} siècle.

e. L'Ouin

L'Ouin, affluent de la Sèvre en rive droite, prend sa source à 205 m d'altitude sur la commune de Combrand. Après un parcours de 33,8 km, il se jette dans la Sèvre à Saint Laurent sur Sèvre à 101 m d'altitude. Conséquence d'un relief marqué, son cours est caractérisé comme torrentiel avec l'une des plus fortes pentes du bassin (0,3%).

D'après la classification simplifiée des sols du bocage de la Chambre d'Agriculture, l'Ouin s'écoule sur des sols, peu épais, sur granite à texture sablo-limoneux avec une faible teneur en argile. Son débit moyen est de 0,623 m³/s.

2- Un bassin versant historiquement marqué par les ouvrages hydrauliques

a. Les chaussées des moulins ou d'usine

Dès le XII^{ème} siècle, la Sèvre Nantaise et ses affluents furent aménagés à des fins de production d'énergie mécanique. A cette époque, les moines et les meuniers édifient des centaines de moulins sur les bords des cours d'eau afin d'utiliser la force hydraulique. Les moulins peuvent être construits de différentes façons mais ils sont toujours associés à une chaussée ou à un seuil, où l'eau passent par surverse. La chaussée permet de retenir l'eau dans le bief en amont et crée une chute exploitable pour la force hydraulique. Les activités

développées autour de la force hydraulique sont multiples : moulins à farine, à foulon², à papier, tanneries...

En forte activité jusqu'à la révolution industrielle, les moulins ne s'avèrent plus aussi rentable avec l'arrivée de nouvelles sources d'énergie (charbon, nucléaire...). Bien que la plupart des moulins soient abandonnés de toute activité, ils n'en restent pas moins des éléments marquants du paysage de la Sèvre Nantaise et de ses affluents.

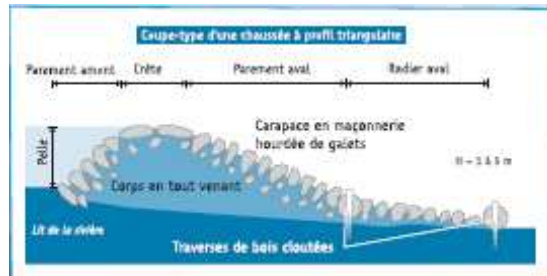


Figure 1 : Constitution d'une chaussée (source : CEMAGREF)

b. Les clapets des années 1970/1980

Face à une situation d'envasement des cours d'eau, les collectivités, associées aux services de l'Etat, engagent de larges campagnes de curage et de recalibrage des cours d'eau. A partir des années 70, ces techniques, en plus d'augmenter considérablement les vitesses d'écoulement, entraînent des conséquences sévères sur la faune et la flore aquatiques. Ces opérations s'inscrivent à l'époque dans des programmes de réductions des risques d'inondations et pour favoriser le drainage agricole.

Parallèlement, et afin d'éviter les étiages sévères et de permettre l'utilisation estivale de l'eau, les niveaux d'eau sont maintenus artificiellement grâce à des clapets. Ceux-ci peuvent s'effacer, à plat, lors des périodes de crue.



Figure 2 : Clapet de l'Elunière sur la Sèvre amont (source : IIBSN)

3- Les ouvrages hydrauliques : des entités polémiques

a. Usages actuels liés aux ouvrages

Aujourd'hui, l'usage initial des moulins, c'est-à-dire l'utilisation de la force hydraulique, a disparu. Certains sont rénovés et habités. Subsistent les anciennes chaussées qui, elles, ont été préservées voire restaurées pour certaines. En effet, elles sont intégrées à la gestion actuelle de l'eau sur le bassin. Souvent équipées d'un vannage, elles permettent de garder un niveau

² Un **foulon** est un bâtiment (le plus souvent un moulin à eau) où l'on battait ou foulait les draps, ou la laine tissée dans de l'argile smectique pour les assouplir et les dégraisser. Le moulin était exploité par un *ouvrier foulon* ou *foulonnier*.

d'eau l'été afin de satisfaire les différents usages. Ce même vannage peut être ouvert l'hiver afin d'éviter tout débordement.

Ce mode de gestion, qui répond à des usages récents (pêche, loisirs, irrigation), déroge à toute logique naturelle. En effet un cours d'eau « naturel », dispensé de toute emprise anthropique, inonde en hiver lors des épisodes de crue alors qu'en période d'étiage, les débits sont très faibles dans le lit. Les espèces vivantes sont logiquement habituées à ce cycle saisonnier.

De part cette gestion locale des cours d'eau, les espèces sont obligées de s'acclimater ou de disparaître (castor, loutre, anguilles...). Ce fonctionnement garantit un certain nombre des services rendus tels que l'autoépuration, l'expansion des crues...

Les chaussées sont des éléments emblématiques du territoire. Ce sont des lieux chargés d'histoire qui jouissent parfois d'un fort développement d'activités culturelles, sportives, touristiques, patrimoniales : randonnée, canoë, visite de site, restauration, gîte...

Même si certains considèrent les chaussées comme des avantages à préserver, il faut être conscient qu'elles entraînent des impacts souvent non contrôlés, tant sur la vie aquatique que sur le milieu physique.



Figure 3 : Minoterie de la Guierche, St Amand sur Sèvre (source : IBSN)

b. L'impact des ouvrages sur les milieux aquatiques

Au sein des cours d'eau est relié un fonctionnement naturel de la rivière qui conditionne sa morphologie et son écosystème. Les cours d'eau transportent des matériaux qui modèlent le lit et constituent des lieux de reproduction. Les espèces aquatiques s'y déplacent constamment pour se nourrir, se protéger, se reproduire. Les aménagements sur les rivières provoquent une modification du cycle naturel établi. D'amont en aval, les rivières décrivent une succession de fosses et de radiers. Les aménagements entraînent des perturbations non négligeables qui se succèdent (figure 4) sur le lit de la rivière, sur ses écoulements, sur son flux sédimentaire et sur la faune aquatique.

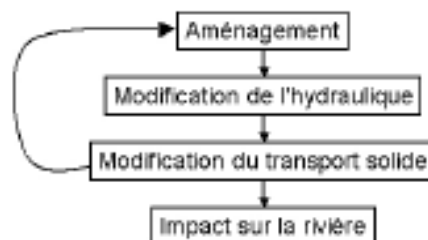


Figure 4 : Interaction aménagement - écoulement (source : Bouchard)

Impacts des aménagements sur le lit de la rivière

Les chaussées arrêtent la majorité du transport solide. A l'aval l'érosion devient importante de façon à réajuster le débit solide Q_s à la capacité de charriage de la rivière. L'érosion s'étend vers l'aval en fonction des apports intermédiaires du bassin versant et se poursuit jusqu'à l'établissement d'une pente compatible avec le transport solide disponible.

Impacts des aménagements sur les écoulements

Les chaussées construites perturbent l'écoulement des eaux. La chaussée transversale aux écoulements induit la création d'une retenue à l'amont de l'ouvrage où les écoulements deviennent lenticulaires. Les eaux stagnent, l'oxygénation n'est plus assurée et les rayons solaires réchauffent le plan d'eau ayant pour conséquence une accentuation des phénomènes d'eutrophisation.

A l'aval de l'ouvrage on retrouve une zone d'écoulement lotique, qui n'est parfois pas très longue du fait de la forte influence de l'ouvrage suivant.

Impacts des aménagements sur le transport solide

Les aménagements occasionnent une modification du transport solide. Naturellement, la rivière charrie des sédiments produits par l'altération des roches du bassin versant.

Les aménagements transversaux aux lits suscitent globalement l'interruption du transport solide. La retenue créée à l'amont des ouvrages ralentit l'écoulement des eaux et a des effets néfastes :

- à l'amont et dans la retenue, il y a accumulation de sédiments avec pour conséquence des risques d'inondation aggravés à cause de crues fréquentes,
- à l'aval, il y a appauvrissement en granulats avec pour conséquence une chenalisation, un creusement, une végétalisation du lit (risque d'inondation).

Par ailleurs la modification du débit liquide à l'aval a pour principal effet une diminution de la capacité de transport du cours d'eau et pour conséquence :

- un exhaussement des côtes de déjection (les sédiments ne sont pas repris par le cours d'eau principal créant des risques d'inondation)
- un colmatage des substrats (impact sur le milieu)
- une sclérose du milieu : impact sur la qualité du milieu

Les substrats jouent un rôle essentiel dans l'écosystème aquatique et pour la qualité de l'eau. C'est un paramètre important à prendre en compte dans l'établissement d'une politique de gestion des ouvrages.

La qualité du substrat et notamment sa granulométrie conditionne le type de faune et sa variété (faune benthique, frayère, catégorie piscicole). Les perturbations du transport solide engendrées par les chaussées et barrages causent le colmatage des fonds de graviers par des éléments fins ou la disparition complète du fond alluvial avec mise à nu de la roche mère qui est un fond pratiquement abiotique.

D'autre part, les sédiments ont un rôle important sur la qualité de l'eau, les polluants sont absorbés sur les matières en suspension (MES) et peuvent ainsi s'accumuler dans les dépôts de vase.

Impacts des aménagements sur la faune aquatique

Les ouvrages, bloquant l'écoulement des eaux empêchent la migration des espèces aquatiques notamment des poissons. En effet, toutes espèces aquatiques migrent dans le lit de la rivière à plus ou moins grande échelle pour plusieurs raisons : assurer son cycle de reproduction, se nourrir, zone de repos... Les plus grands migrateurs aquatiques mis en avant sur le bassin versant sont le brochet et l'anguille.

Les chaussées deviennent des obstacles difficilement franchissables par les poissons. Le franchissement de l'ouvrage dépend de leur capacité de saut et de nage, de la géométrie de l'ouvrage, (hauteur de chute, longueur), des conditions hydrodynamiques (vitesses, tirants d'eau, aération, turbulence). Le brochet a une capacité de franchissement avec un débit

suffisant très proche de zéro. Quant à l'anguille, le franchissement est lié à la taille des individus, à la pente et à la rugosité de l'ouvrage ainsi qu'au débit.

La retenue engendrée par l'ouvrage perturbe le régime d'écoulement des eaux ainsi que le milieu naturel, ce qui induit une perte de la diversité. De plus, elle privilégie les espèces d'eaux calmes moins exigeantes en termes de qualité de l'eau et de milieu.

II- Une réglementation ambitieuse en faveur de la restauration de la continuité écologique

Sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise, les chaussées font partie intégrante du paysage et du patrimoine et bon nombre d'activités et d'usages s'y développent. Cependant, elles influent fortement sur le cycle naturel des cours d'eau en empêchant la continuité écologique, c'est-à-dire à la libre circulation des espèces et des sédiments.

1- La loi pêche de 1984, une ébauche de la continuité écologique

La continuité écologique n'est pas une notion nouvelle. On la voit apparaître dans la loi pêche de 1984, ensuite reprise dans le code de l'environnement, art L432-6 : « *Dans les cours d'eau ou parties de cours d'eau et canaux dont la liste est fixée par décret, après avis des conseils généraux rendus dans un délai de six mois, tout ouvrage doit comporter des dispositifs assurant la libre circulation des poissons migrateurs. L'exploitant de l'ouvrage est tenu d'assurer le fonctionnement et l'entretien de ces dispositifs. Les ouvrages existants doivent être mis en conformité, sans indemnité, avec les dispositions du présent article dans un délai de cinq ans à compter de la publication d'une liste d'espèces migratrices par bassin où sous bassin fixée par le ministre de la pêche en eau douce, et le cas échéant par le ministre chargé de la mer.* »

A cette époque, les cours d'eau étaient classés en deux catégories :

- Les rivières réservées par décret du Code de l'environnement qui interdit l'implantation de toute nouvelle entreprise hydroélectrique,
- Les cours d'eau à migrateurs sur lesquels doivent exister un dispositif assurant la libre circulation des poissons migrateurs (art L432-6). Il est mentionné que le non respect de cet article L432-6 est sanctionné par une amende de 12000 euros (art L432-8).

2- L'introduction de la continuité écologique par la DCE

La restauration de la continuité écologique, dans sa globalité, est introduite dans l'annexe V de la Directive Cadre sur l'Eau de 2000. Il y est indiqué que pour les cours d'eau en très bon état "*La continuité de la rivière n'est pas perturbée par des activités anthropogéniques et permet une migration non perturbée des organismes aquatiques et le transport de sédiments*". La restauration des cours d'eau devient une des conditions pour atteindre le bon état des eaux d'ici à 2015.

Transposée en droit français par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) de 2006, la loi instaure dans le droit français, la notion de continuité écologique pour les cours d'eau qui seront classés au titre de l'article L214-17 du code de l'environnement (CE). L'article instaure le classement suivant :

- Les cours d'eau classés en rivières réservées (liste 1). Ce sont « *les cours d'eau, [...] parmi ceux qui sont en très bon état écologique ou identifiés par les schémas*

directeurs d'aménagement et de gestion des eaux comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou dans lesquels une protection complète des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée est nécessaire, sur lesquels aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique ».

- Les cours d'eau classés au titre de la continuité écologique (liste 2). Ce sont « *les cours d'eau [...] dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant* ».

3- Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux, un outil d'orientation et de gestion

Le bassin versant de la Sèvre Nantaise appartient au bassin Loire-Bretagne, l'un des cinq bassins hydrographiques français.

Sur chaque bassin, des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) sont développés tous les 5 ans. Ce sont des outils de planification et d'amélioration concertés de la politique de l'eau. Ils sont ensuite déclinés à l'échelle de bassins versants plus réduits, les Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE).

La dernière version du SDAGE Loire Bretagne, adoptée en décembre 2009 pour la période 2010-2015, prévoit deux orientations particulières concernant la continuité écologique, les ouvrages et les cours d'eau :

- Orientation 1 : repenser les aménagements des cours d'eau

Cette orientation vise, d'une part, à empêcher toute nouvelle dégradation des milieux en interdisant toute intervention dans le lit engendrant des modifications de profil en long ou en travers. D'autre part, elle concerne la restauration de la qualité physique et fonctionnelle des cours d'eau pour rétablir une dynamique fluviale en garantissant la libre circulation des espèces biologiques et le transport des sédiments.

Elle précise que « *le SAGE identifie les ouvrages qui doivent être effacés, ceux qui peuvent être arasés ou ouverts partiellement, ceux qui peuvent être aménagés avec des dispositifs de franchissement efficaces, et ceux dont la gestion doit être adaptée ou améliorée (ouverture des vannages...).* Il comprend un objectif chiffré du taux d'étagement du cours d'eau ».

- Orientation 9 : rouvrir les rivières aux poissons migrateurs.

Cette orientation a deux objectifs particuliers, qui doivent être reliés à l'orientation relative à la restauration des cours d'eau :

- Restaurer le fonctionnement des circuits de migration

Il s'agit de reconquérir les habitats les plus productifs pour le renouvellement naturel des populations et de réduire les facteurs de mortalité à la dévalaison.

Afin de reconquérir une population stable de l'anguille, seul poisson identifié comme grands migrateurs sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise, quatre cours d'eau ont été identifiés comme axes migrateurs (axe 1). Par ailleurs, les milieux naturels où les espèces peuvent accomplir leur cycle biologique sont identifiés comme étant des réservoirs biologiques. Cinq cours d'eau sur le bassin sont proposés à ce titre.

- Assurer la continuité écologique des cours d'eau

L'impact des ouvrages transversaux dans le lit peut être atténué grâce à des mesures qui doivent suivre l'ordre de priorité suivant :

1. effacement
2. arasement partiel et aménagement d'ouvertures
3. ouverture de barrages et transparence par gestion d'ouvrage
4. aménagement de dispositif de franchissement ou de rivière de contournement

4- Restaurer la continuité écologique : un axe phare du plan national de gestion de l'anguille

L'Europe, grâce à un règlement du 18 septembre 2007, met en œuvre un programme de sauvegarde de l'anguille européenne, espèce migratrice amphihaline³ menacée d'extinction. Ce règlement européen instaure des mesures de reconstitution du stock d'anguille et a ainsi imposé à chaque état membre l'élaboration d'un plan de gestion.

Le plan de gestion français, adopté le 15 février 2010, prévoit des mesures pour agir sur les causes de régression de la population.

Pour ce qui est de la restauration de la continuité écologique, le plan prévoit de :

- réduire la mortalité par pêche de 30% d'ici fin 2012 pour l'anguille jaune et l'anguille argentée
- réduire la mortalité par pêche de 40% d'ici fin 2012 pour l'anguille de moins de 12 cm
- poursuivre la réduction de la mortalité par pêche jusqu'à 60% d'ici 2015 pour tous les stades
- aménager dès 2009 et sur une période de six ans, les ouvrages identifiés dans la zone d'action prioritaire (ZAP) pour la colonisation du bassin versant.
- réduire les mortalités liées au turbinage dans les usines hydroélectriques
- améliorer la connaissance et développer les techniques de franchissement
- lutter contre les pollutions et restaurer les habitats
- mettre en œuvre des opérations de repeuplement
- lutter contre le braconnage

La révision du classement des cours d'eau implique une gestion des ouvrages prévue par la LEMA (art L214-17). La deuxième liste permet l'aménagement des ouvrages existants.

III- Une gestion locale des ouvrages largement appréhendée mais difficile à mettre en œuvre

1- L'institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Nantaise (IIBSN)

L'institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Nantaise (IIBSN) est un Etablissement Public Territorial de Bassin (EPTB) fondé en 1985 sous l'impulsion des maires riverains de la Sèvre ainsi que des quatre départements concernés : la Loire-Atlantique, la Vendée, le Maine-et-Loire, les Deux-Sèvres.

Créée pour la prévention des risques inondation et la gestion de l'eau, elle assure aujourd'hui la coordination de la gestion de l'eau sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise. De plus, elle assure la maîtrise d'ouvrage d'études d'intérêt général sur l'ensemble du bassin versant et éventuellement des travaux et assure une gestion patrimoniale des cours d'eau sur l'ensemble

³ Amphihaline : espèce migratrice qui doit obligatoirement changer de milieu au cours de leur cycle. Elle se reproduit en milieu marin et sa phase de grossissement a lieu en eau douce.

du bassin. Par ailleurs, l'institution est la structure porteuse du SAGE. Elle en assure l'animation et contribue à son évolution.

2- Les syndicats de rivière : des structures locales de mise en œuvre des actions

Afin de mettre en œuvre une politique concertée au niveau local des sous bassins versants, l'Institution s'appuie sur sept syndicats de rivière (carte en annexe 2). Elle met à leur disposition des techniciens de rivière qui vont réaliser les programmes pluriannuels de travaux de gestion et de restauration des milieux aquatiques sur le territoire des syndicats.

3- Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE)

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux est la transcription à l'échelle locale du SDAGE Loire-Bretagne. Elaboré par la Commission Locale de l'Eau (CLE), il est adopté pour la première fois en 2005. Des objectifs concernant la gestion des ouvrages apparaissent dans des fiches d'actions (annexe 3) :

- Définition de la politique d'intervention sur les ouvrages hydrauliques/mise en œuvre de l'outil d'aide à la décision (démarche participative/analyse multicritère).

Afin de déterminer sur chaque ouvrage la présence potentielle de risques et les possibilités d'obtenir un gain, une grille d'analyse multicritère a été construite. Elle a servi à décrire chaque ouvrage et son bief. Cet outil d'amélioration de la connaissance fut réalisé avec un collège d'acteurs et d'usagers de l'eau pour chaque sous-bassin versant. Il a été exploité sur tous les ouvrages du BV, avec l'ensemble des acteurs intéressés pour déterminer les intérêts et les impacts liés aux ouvrages.

- Elaboration de protocoles de gestion des systèmes hydrauliques

Ce thème fut élaboré dans le but d'améliorer la biodiversité, la qualité de l'eau, l'équilibre des usages et de réduire les conflits d'usages. Il prévoyait d'évaluer l'impact des différents modes de gestion hydrauliques grâce à des études de cas, des expérimentations, des suivis simplifiés de sites, des expériences de gestion localisés.

Aujourd'hui, l'institution possède un bon panel d'études sur les ouvrages et leur gestion grâce aux projets locaux portés par les syndicats de rivière.

- Communication, information, sensibilisation : pour une meilleure compréhension des systèmes hydrauliques et de la vie de la rivière.

Le sujet a été évoqué à de nombreuses reprises dans les documents de communication de l'Institution. Des temps d'informations ont été organisés.

- Rappels réglementaires relatifs à la gestion des ouvrages

Le but est, ici d'avoir connaissance des droits d'eau et des statuts juridiques (fondés en titre ou sur titre) associés à chaque ouvrage. Ce sujet complexe est aujourd'hui partiellement traité dans le cadre de l'inventaire du patrimoine lié aux moulins porté par l'Association de la Sèvre Nantaise et des ses Affluents (ASNA).

Dans le SAGE, la volonté de fixer une stratégie de gestion des ouvrages hydrauliques et des rivières à biefs étagés est affichée. Mais il manque des actions au vu de la nouvelle réglementation du SDAGE Loire-Bretagne, adopté début 2010.

Elaboré il y a plus de cinq ans, le SAGE de la Sèvre Nantaise doit donc être révisé en conformité avec les nouveaux objectifs du SDAGE.

La nouvelle trame de planification de l'eau prévoit de diviser les SAGE en deux parties (art L255-5-1) qui doivent intégrer des éléments concernant les ouvrages et la continuité :

- un plan d'aménagement et de gestion durable (PAGD) qui fixe les conditions de réalisation des objectifs du SAGE. Il inventorie les ouvrages hydrauliques et prévoit des actions d'amélioration
- un règlement opposable aux tiers qui peut :
 - Définir des priorités d'usage de la ressource en eau ainsi que la répartition de volumes globaux de prélèvement par usage,
 - Définir les mesures nécessaires à la restauration et à la préservation de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques,
 - Indiquer les ouvrages soumis à une obligation d'ouverture régulière de leurs vannages.

4- Le Contrat Restauration Entretien de la rivière (CRE)

Le Contrat de Restauration et d'Entretien est un outil mis en place par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne pour soutenir les actions à mener sur les cours d'eau. C'est un engagement conclu entre l'Agence, les acteurs de la gestion de l'eau (syndicats), les partenaires techniques et financiers et l'IIBSN en tant que structure coordinatrice, pour une durée de 5 ans. Une série de nouveaux CRE a été finalisé pour la période 2008-2013 sur le bassin.

L'exploitation des résultats d'une analyse multicritère a permis aux gestionnaires d'identifier les ouvrages sur lesquels une intervention est nécessaire. Une vingtaine de sites a été définie comme prioritaire. La plus grande partie des ouvrages hydrauliques de la Sèvre Nantaise et de ses affluents n'est pas inscrite dans le programme d'actions du CRE pour différentes raisons :

- impossibilité d'intervention pour la collectivité publique (opposition locale, capacité budgétaire insuffisante...),
- impact écologique faible,
- enjeux collectifs nombreux.
-

Les syndicats ont donc misé sur un ou plusieurs ouvrages devant faire l'objet d'opération de réduction d'impact dans le cadre du CRE et devant servir de sites « vitrines ».

IV- Présentation de la problématique et des axes de travail

Le travail réalisé s'inscrit dans la continuité d'une démarche déjà engagée par l'IIBSN depuis 2002 avec l'élaboration de la grille d'analyse multicritère qui s'est poursuivi par des travaux de réduction d'impact des ouvrages au sein des territoires des syndicats de rivière. Cette étude s'inscrit dans le cadre de la révision du SAGE. Elle concerne l'ensemble du parc d'ouvrage et vise à résoudre la problématique suivante :

Quelles stratégies de réduction de l'impact des ouvrages hydrauliques pour le SAGE Sèvre Nantaise ?

Au vu du contexte réglementaire rigoureux et qui se complexifie, l'IIBSN décide de mettre en œuvre des actions concrètes sur les ouvrages afin de restaurer la continuité écologique. Une telle étude a pour but principal d'identifier les ouvrages les plus impactants sur le bassin versant afin de donner tous les éléments à la Commission Locale de l'Eau pour établir une stratégie de restauration de la continuité écologique. Cette stratégie devra répondre aux objectifs suivants :

- Les objectifs à court terme
 - Connecter et améliorer les fonctionnalités des réservoirs biologiques,

- Identifier les verrous hydrauliques et diminuer leurs effets,
 - Améliorer la diversité d'écoulement et d'habitats des cours d'eau.
- Les objectifs à long terme
- Retrouver un cours naturel prenant en compte les différents usages,
 - Améliorer le flux sédimentaire d'amont en aval,
 - Reconquérir une diversité des espèces aquatiques,
 - Diminuer l'étagement du lit des cours d'eau.

Afin d'atteindre ces objectifs et d'agir de la manière la plus cohérente possible, quatre étapes s'avèrent indispensables :

- état des lieux des ouvrages et mise à jour de la base de données sur les ouvrages hydrauliques
 - connaître l'impact sur la continuité
 - connaître la situation administrative
- identifier les axes de restauration prioritaires
- identifier les ouvrages prioritaires
- définir des priorités d'actions afin d'être le plus efficace pour l'amélioration de la continuité écologique.

Une étude déclinant ces quatre étapes sur six mois pour l'ensemble du réseau hydraulique du bassin s'avère très complexe. De plus, les délais réglementaires fixés par la DCE sont relativement courts (2015 voire 2021). L'étude s'est donc focalisée sur les principaux cours d'eau du bassin versant c'est-à-dire sur la Sèvre Nantaise et ses 4 affluents : l'Ouin, la Moine, la Sanguèze et la Maine.

L'ensemble du rapport sera construit autour de ces quatre axes.



Figure 5 : La Sèvre et ses affluents : des cours d'eau assez peu mobiles - La Sèvre en aval de Monnières (IIBSN)

PARTIE II : MATERIELS ET METHODES

I- Etat des lieux des ouvrages du bassin versant

Dans un premier temps, il a été décidé d'approfondir et de mettre à jour la base de données existante sur les ouvrages. Cette base de données, issue de l'évaluation des sites hydrauliques (réalisée à partir de 2002 et mise à jour lors de l'étude préalable à la mise en place du CRE en 2007), appelée OCRE, comporte un grand nombre de critères répartis en 7 thèmes principaux :

- la stabilité
- la qualité de l'eau
- la fonction biologique
- la fonction hydraulique
- les usages privés
- les usages collectifs
- le paysage et le patrimoine

Sur l'ensemble du bassin versant, douze tronçons homogènes ont été délimités en fonction des caractéristiques physiques, des usages et de la typologie des paysages de fond de vallée. La hiérarchisation des critères définis pour analyser les sites hydrauliques révèlent les caractéristiques spécifiques de chaque tronçon. Les différents ouvrages sont donc répertoriés dans un contexte géographique précis.

Cette méthode a permis d'identifier près de 240 ouvrages et systèmes hydrauliques sur le bassin versant. Les systèmes hydrauliques (figure 6) se composent d'ouvrages associés, observés sur la Sèvre amont. Sur cette partie, une vingtaine de sites ont une configuration particulière ; des biefs artificiels en dérivation ont été creusés et sont délimités par une vanne ou un clapet.



Figure 6 : schéma d'un système hydraulique – source : IIBSN

La base de données OCRE fut conçue alors que la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques et les exigences du SDAGE n'étaient pas en vigueur. Sa mise en place n'a pas pu anticiper l'intérêt pour certains critères comme le taux d'étagement.

Aujourd'hui, elle s'avère incomplète et non à jour pour l'évaluation des impacts des ouvrages. Il faut donc intégrer de nouvelles données tout en mettant à jour celle déjà existantes. L'état des lieux permet d'identifier les critères nécessaires pour l'évaluation des impacts des ouvrages.

1- La réglementation

La réglementation sur les cours d'eau et les ouvrages est un premier moyen pour observer les ouvrages impactants et/ou prioritaires.

Les prochains classements de cours d'eau, institués par l'article L214-17 du code de l'environnement, intègre la notion de restauration de la continuité écologique dans ses propositions de listes 1 et 2. La liste 1 comprend les cours d'eau classés en « rivières réservés » où il y aura une interdiction d'établir tout nouvel ouvrage faisant obstacle à la continuité écologique. Ce sont ceux en bon état écologique ou étant des réservoirs biologiques ou protégés pour ces espèces amphihalines. La liste 2 correspond aux cours d'eau où il y aura une imposition de règles de gestion et d'équipement pour améliorer la continuité des sédiments et des migrateurs.

Actuellement, les propositions de classement sont en cours de concertation et c'est encore l'ancien classement qui prévaut. Celui-ci soumet deux catégories :

- Les rivières réservées qui interdisent l'implantation de toute nouvelle entreprise hydroélectrique
- Les cours d'eau à migrateurs sur lesquels doit exister un dispositif assurant la libre circulation des poissons migrateurs (art L432-6).

Les Zones d'Action Prioritaires pour l'anguille sont, d'ores et déjà, définies comme prioritaires pour la restauration de la continuité dans la circulaire du 25 Janvier 2010.

Le classement est simple, on notera 0 si l'ouvrage n'est pas inscrit à la réglementation et 1 s'il fait partie de la réglementation concernée. Cette notation s'applique également pour les ouvrages Grenelle et pour les études CRE.

2- Les ouvrages Grenelle

Les ouvrages Grenelle correspondent à un affichage de soutien de la part de l'Etat pour la restauration de la continuité écologique. Cette liste s'inscrit dans le cadre de la trame bleue du Grenelle de l'environnement.

3- Le taux d'étagement

Le taux d'étagement est un indicateur établi pour évaluer le niveau de fragmentation et d'artificialisation des cours d'eau. Cet indicateur fait intervenir la hauteur de chute des ouvrages et la dénivellation du cours d'eau. Grâce à ces paramètres, l'emprise des ouvrages sur le fonctionnement des rivières est facilement mesurée. En effet, le taux d'étagement correspond au rapport entre la somme des hauteurs de chute artificielles et la dénivellation naturelle (voir figure 7). Plus la note est proche de 1, alors plus le taux d'étagement est fort. La hauteur de chute d'un ouvrage, différence entre le plan d'eau amont et la ligne d'eau aval, est une dimension structurante de l'ouvrage. Elle intègre l'essentiel des pressions que génère l'ouvrage sur le fonctionnement de l'écosystème aquatique, la pente étant le vecteur essentiel du fonctionnement du cours d'eau :

- l'effet de blocage pour la circulation des poissons à la montée comme à la descente (la chute n'est autre que la projection de la pente naturelle sur la verticale c'est-à-dire la pente naturelle que le poisson doit brutalement affronter à la verticale. C'est une dépense d'énergie exacerbée par l'effet de chute),

- la perte d'habitat lotique⁴ et la suppression de la diversité de faciès (et ce que cela entraîne en terme de colmatage...),
- l'accentuation des processus de dégradation de la qualité de l'eau (réchauffement et eutrophisation).

Les hauteurs de chute ont été appréciées grâce aux connaissances de terrains des techniciens de rivières sur chaque sous-bassin versant. Elles sont ensuite comparées aux quelques données du Référentiel des Obstacles à l'Écoulement de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA).

Certaines données sont issues des études CRE réalisées sur les sous bassins versants.

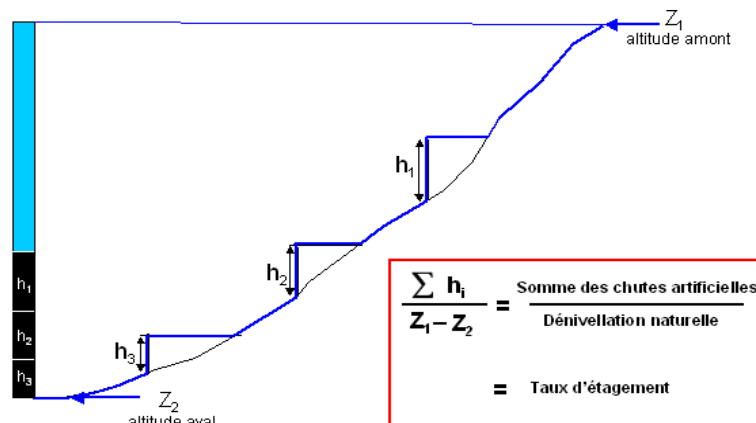


Figure 7 : Calcul du taux d'étagement (source : Steinbach)

4- La zone d'influence de l'ouvrage

La zone d'influence hydraulique longitudinale d'un ouvrage permet d'apprécier la longueur de la zone lenticule créée par le plan d'eau. En d'autres termes, on peut apprécier la longueur du bief pour laquelle il y a une perte d'habitat lotique et une accentuation des processus de dégradation de la qualité de l'eau. Ce critère est fonction de deux paramètres clés : la pente de la rivière et la hauteur de l'ouvrage (voir figure 8). La topographie de la rivière, le mode de gestion hydraulique de l'ouvrage sont quelques éléments pouvant avoir une conséquence sur cette influence hydraulique de l'ouvrage.

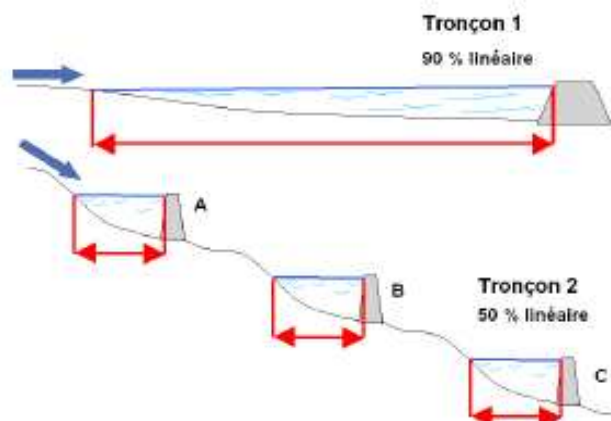


Figure 8 : Evolution de la zone d'influence avec la pente

⁴ Les systèmes lotiques sont les flux d'eau propres aux systèmes continentaux d'eaux courantes. Ils s'opposent aux systèmes lenticules qui impliquent des eaux continentales moins dynamiques (lacs, étangs).

L'influence des ouvrages, comme pour la hauteur de chute, a été largement appréciée par les connaissances des techniciens de rivières. Pour certains biefs, elle a été évaluée avec la formule suivante, sachant que l'influence dépend de la pente et de la hauteur de l'ouvrage :

$$\text{Influence (m)} = \text{hauteur de l'ouvrage (m)} / \text{pente (m/m)}$$

L'influence est aussi déterminée en pourcentage d'influence par rapport au linéaire du bief. Ainsi on détermine 5 classes :

Zone d'influence	
Niveau	Classe
0%	0
de 1 à 10%	1
>à 10% jusqu'à 40%	2
>à 40% jusqu'à 70%	3
>à 70% jusqu'à 90%	4
>à 90% jusqu'à 100%	5

Tableau 1 : Classification des valeurs de zone d'influence

5- La franchissabilité piscicole

L'analyse de la franchissabilité par les poissons s'est focalisée sur les principales espèces migratrices. Les deux espèces marquantes du bassin versant sont l'anguille pour les grandes migrations et le brochet pour les migrations plus localisées.

La franchissabilité des ouvrages par les anguilles a été estimée grâce à la méthode de Steinbach (voir annexe 4). Cette méthode prend en compte plusieurs critères : la hauteur de chute, la rugosité du plan incliné de l'ouvrage, le profil de l'ouvrage, la pente des berges, l'existence d'une voie plus facile à franchir. Chacun des critères est noté selon l'incidence qu'il aura sur le franchissement. L'addition de ces critères assigne une note de franchissabilité organisée en 5 classes (voir tableau 2) pour chaque ouvrage. A noter que les hauteurs de chute supérieures à 5 mètres obtiennent un score de +5.

	0	1	2	3	4	5
Classe	absence d'obstacle	obstacle franchissable sans difficulté apparente	obstacle franchissable mais impact temporaire	obstacle difficilement franchissable	obstacle très difficilement franchissable	obstacle totalement infranchissable
Critère obstacle	ouvrage entièrement ruiné, effacé ou sans aucun impact	la libre circulation est assurée à tout niveau de débit dans des conditions de température permettant la migration	l'ouvrage est franchissable mais il a un impact en situation hydraulique ou thermique limitante (étiage, température basse ...)	l'impact de l'ouvrage est important dans les conditions moyennes (module, température favorable ...)	l'impact de l'ouvrage est tel que le passage du poisson n'est possible qu'en situation exceptionnelle (hydraulicité > 2-3 fois le module, manœuvre exceptionnelle ...)	l'ouvrage est étanche pour la circulation du poisson, y compris en configuration exceptionnellement favorable (crue ...)
Critère dispositif	sans objet	dispositif de franchissement parfaitement efficace	dispositif de franchissement fonctionnel, mais insuffisant pour éviter les retards migratoires	dispositif de franchissement insuffisant, résultat équivalent à obstacle de classe 3	dispositif de franchissement très insuffisant, résultat équivalent à obstacle de classe 4	sans objet

Tableau 2 : Classification des valeurs issues de la franchissabilité par l'anguille (Steinbach)

Pour les autres poissons migrateurs, le brochet sert de référence au franchissement des ouvrages. En effet, le brochet est considéré comme l'espèce la plus exigeante car sa capacité de saut est très restreinte, voire nulle. L'évaluation de la franchissabilité des ouvrages par les brochets est issue de la base de données OCRE⁵.

On distingue 5 classes de franchissabilité : facile, moyen, difficile, très difficile, impossible (voir tableau 3).

Niveau	Classe
pas d'obstacles	0
facile	1
moyen	2
difficile	3
très difficile	4
impossible	5

Tableau 3 : Classification des valeurs issues de la franchissabilité par le brochet

6- Les statuts juridiques

L'usage de la force hydraulique est soumis à un droit d'usage authentifié dans un règlement d'eau ou à la preuve d'une existence ancienne. L'existence de ce règlement d'eau autorise la présence du moulin (et de la chaussée). Sinon l'ouvrage et l'éventuelle exploitation qui en est faite n'ont pas de statut juridique légal. Deux régimes juridiques sont identifiés :

- les ouvrages fondés en titre : un ouvrage fondé en titre ne nécessite pas de titre mais il peut être justifié par son existence avant 1566 ou 1789.
- les ouvrages fondés sur titre : un ouvrage fondé sur titre obtient son statut grâce à un titre (vente de bien national par exemple). Sur le bassin de la Sèvre Nantaise, on estime que près de la moitié des ouvrages hydrauliques a été réglementée au cours du 19^{ème} siècle par l'administration des Ponts et Chaussées, puis dans un second temps par les ingénieurs du service hydraulique du ministère de l'agriculture.

Dans le cadre de l'étude, la caractérisation de ce critère fait intervenir 3 classes :

Règlement d'eau	Points
présence sans règlement d'eau	5
présence : pas de trace du RE	3
présence avec règlement d'eau	1

Tableau 4 : Classes de validité du règlement d'eau

7- L'intérêt collectif

L'intérêt collectif est une note établie pour chaque ouvrage lors de l'étude préalable du CRE. Cette note sur 100 correspond à l'intérêt suscité par les usages engendrés sur le bief du fait de la présence de l'ouvrage.

Ainsi l'intérêt collectif est la somme de plusieurs critères : la stabilité et vulnérabilité du bief amont, la fonction hydraulique relatif à l'influence de l'ouvrage et aux règles de gestion de l'ouvrage, les usages collectifs (pêche, randonnée, canoë, agriculture...), le paysage et patrimoine (fréquence, tourisme, équipements).

8- Le vannage

La gestion du vannage est une stratégie pouvant apporter une solution au blocage sédimentaire si celui-ci est correctement dimensionné et facilement manœuvrable.

⁵ Nom de la base de données issue de l'étude préalable du CRE en 2007.

Néanmoins, l'absence d'entretien régulier a fortement altéré cette fonctionnalité hydraulique. On distingue alors le nombre de vannes et leur fonctionnalité, ce critère étant classé comme suit :

Fonctionnalité du vannage	Points
non fonctionnel	5
pas d'idée	3
fonctionnel	1

Tableau 5 : Classes de fonctionnalité des vannes

9- L'envasement du bief amont

Les seuils artificiels induisent des modifications plus ou moins forte en fonction de leur caractéristiques propres (hauteur, forme, implantation) sur le flux sédimentaire. Avoir une idée de l'envasement du bief amont constituerait une première approche de l'impact de l'ouvrage. Ainsi il en découle une classification suivante :

Niveau	Classe
très faible	1
faible	2
moyen	3
fort	4
très fort	5

Tableau 6 : Classes d'envasement du bief

10- Les études CRE

Les ouvrages, déjà connus comme devant faire l'objet d'une forte réduction d'impact dans les cinq prochaines années, sont inscrits dans le CRE 2008-2013. Ces ouvrages ont été choisis à la suite de l'étude préalable au CRE (2007) et de concertations locales sur l'ensemble du parc d'ouvrages. Ceux retenus vont faire l'objet, d'ici 2013, de travaux de réduction d'impact. Ils doivent donc être connus en tant que tels.

II- Détermination des axes prioritaires

1- Outils réglementaires

Le plan national pour la restauration de la continuité écologique et le SDAGE mentionnent que la restauration de la continuité écologique doit être entreprise sur les cours d'eau suivants :

- les cours d'eau actuellement classés au titre de la continuité selon l'article L.432-6 du CE ainsi que les futurs cours d'eau classés en liste 2 selon l'article L.214-17 CE.
- Les Zones d'Actions Prioritaires pour l'anguille.
- Les cours d'eau pour lesquels la restauration de la continuité écologique est nécessaire pour atteindre l'objectif de bon état

Ces cours d'eau sont identifiés dans l'état des lieux des connaissances des ouvrages grâce aux outils réglementaires.

2- Evaluation du taux d'étagement

Le SDAGE Loire-Bretagne indique que les SAGE comprennent un objectif chiffré de la valeur du taux d'étagement.

La valeur de ce taux, représentation de la hauteur de chute sur un linéaire, définit les axes prioritaires.

Les axes où le taux d'étagement est supérieur à 60% seront considérés comme prioritaires. Le taux d'étagement sera calculé sur les quatorze tronçons homogènes (figure 9) définis lors de l'évaluation des sites hydrauliques. A l'origine, dans le cadre du SAGE, seuls douze tronçons furent délimités mais il faut intégrer la Sèvre aval et séparer la Petite Maine et la Grande Maine amont.

A titre de comparaison, un calcul du taux d'étagement sur les masses d'eau sera également réalisé.

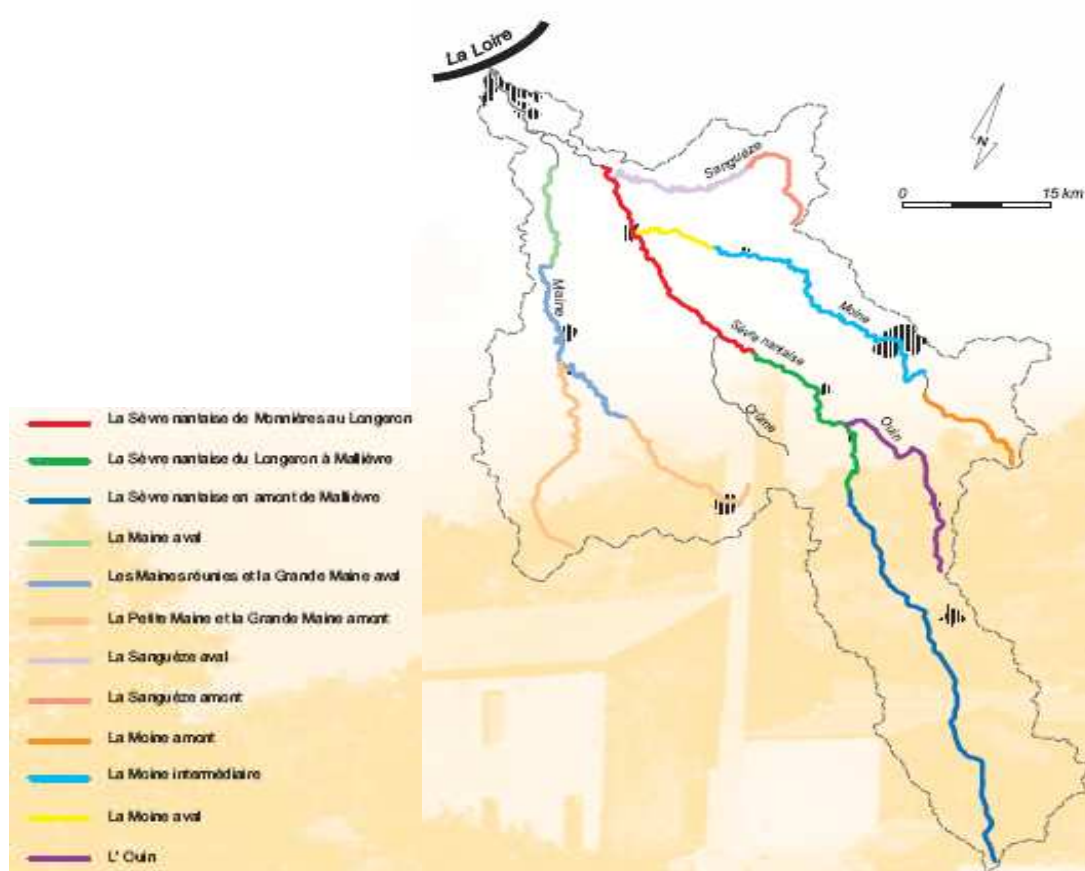


Figure 9 : Délimitation des tronçons hydrographiques homogènes

III- Détermination des ouvrages prioritaires

Au sein des axes prioritaires sélectionnés, l'étude doit permettre d'identifier des ouvrages prioritaires. Ce sont les ouvrages qui entravent fortement la continuité écologique

Trois méthodes ont été choisies dans cette étude afin d'identifier les ouvrages prioritaires :

- L'analyse multicritère qui consiste à réaliser une pondération des critères de l'état des lieux et à comparé cette note pondéré à la note d'intérêt collectif,
- l'analyse des profils longitudinaux de la ligne d'eau des cinq cours d'eau principaux,
- l'analyse statistique (k-means).

1- L'analyse multicritère

L'analyse multicritère consiste à réaliser un classement des ouvrages suite au croisement des critères impact biologique et intérêt collectif.

Dans un premier temps, on commence par identifier les critères sur lesquels seront basés l'analyse. Parmi ceux présentés auparavant, on en dénombre 11 répartis en 5 thèmes : la réglementation, le statut juridique, les poissons, les sédiments, les ouvrages (tableau 7). Puis on affecte à chaque critère un coefficient selon son importance relative.

Après avoir multiplié la note par le coefficient, on obtient alors une note sur 20 pour chaque ouvrage qui peut ainsi être comparée dans un tableau croisé dynamique avec la note d'intérêt collectif, elle même recalculée sur 20.

Thèmes	Critères	Pondération	Note
Réglementation	ZAP	0.6	0.6
	Liste 1	0.3	0.3
	Liste 2	0.6	0.6
Juridique	Statut juridique	0.1	0.5
Poissons	Franchissement anguille	0.5	2.5
	Franchissement brochet	0.5	2.5
Sédiments	Envasement	0.6	3
	Influence	0.6	3
Ouvrages	Hauteur de chute	0.7	3.5
	nombre vannage	0.3	1.5
	fonctionnalité vannage	0.4	2
	total	5.2	20

Tableau 7 : Pondération des critères de l'analyse multicritère

La connaissance de l'ensemble des critères ci-dessus répond à une logique opérationnelle de mise en œuvre du rétablissement de la continuité établie par la circulaire du 25 Janvier 2010 sur le rétablissement de la continuité écologique :

- connaître l'existence des ouvrages
- connaître l'impact sur la continuité
- connaître la situation administrative de l'ouvrage

D'autre part, l'accomplissement de ces étapes conduit à l'identification d'axes et d'ouvrages prioritaires sur lesquels il devient possible de déterminer des pistes d'intervention.

Ainsi le plan d'action pour le rétablissement de la continuité écologique décrit dans la circulaire du 25 Janvier 2010 fixe deux échelles de priorisation. La première échelle de priorisation consiste à sélectionner les cours d'eau prioritaires pour lesquels des objectifs de restauration de la continuité sont connus.

2- Le profil longitudinal de la ligne d'eau

Un profil en long d'un cours d'eau est la représentation de l'évolution de l'altitude de la ligne d'eau du cours d'eau de l'amont vers l'aval.

La réalisation de profil en long nécessite de posséder plusieurs points sur le linéaire d'un cours d'eau avec des coordonnées géographiques précises en X, Y et Z.

L'observation du profil longitudinal dégage l'influence sur le lit des travaux engagés par l'homme (figure 10) : extraction de matériaux, curage/recalibrage, barrages, seuils, rectification, dérivation/restitution d'eau...



Figure 10 : Exemple de profil en long sur le Doubs (source Rollet et Piégay, 2005)

Sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise, afin de comprendre l'influence des ouvrages sur la ligne d'eau, le profil en long représentera l'altitude des ouvrages en fonction de leurs points kilométriques pour chacun des 5 cours d'eau principaux.

En effet, les coordonnées de chaque ouvrage sont déjà connues et mesurées en système Lambert II étendu et Lambert 93. Deux étapes sont nécessaires afin de représenter le profil longitudinal de chaque cours d'eau :

- la détermination des altitudes des ouvrages
- la détermination de leurs points kilométriques (PK)

a. Détermination des altitudes

Connaissant les coordonnées géographiques (X, Y) de chaque ouvrages hydrauliques, on suppose qu'ils sont déversants en majorité. Dans ce cas, la ligne d'eau correspond donc à l'altitude des ouvrages. Pour le barrage de la Bultière qui n'a pas d'évacuation déversante, l'altitude de la ligne d'eau a été demandée au gestionnaire.

Les altitudes, pour chaque ouvrage, ont été calculées, grâce à un Modèle Numérique de Terrain (MNT, annexe 5) à un pas de 50 mètres, sous le logiciel de Système d'Information Géographique (SIG) MapInfo (version 10.5) avec le module Vertical Mapper. Ce module est une application permettant l'interpolation et la représentation d'informations tant environnementales que socio-économiques. Se basant sur les données rattachées à des points (X, Y, Z), il permet notamment le traitement des MNT.

b. Détermination des points kilométriques

Le profil longitudinal dépend de l'altitude et d'une référence métrique du linéaire du cours d'eau : c'est généralement le point kilométrique (PK). Le PK est le bornage linéaire du canal ou de la rivière, à l'origine, pour trouver facilement un lieu en cas d'incident. Ici, le bornage

des voies d'eau se fait de l'aval vers l'amont. L'exutoire a un PK égal à 0 (PK=0) alors que la source a le PK le plus élevé qui correspond également au linéaire total du cours d'eau. Le PK a été déterminé sous MAPINFO v10.5, pour chacun des 5 cours d'eau, en superposant le linéaire hydrographique et les points correspondants aux ouvrages hydrauliques. Une correction pour situer précisément l'ouvrage sur le linéaire a été apportée, si nécessaire grâce à la couche SCAN 25⁶ de l'Institut Géographique National (IGN).

Une fois que les ouvrages sont correctement placés sur le linéaire, il suffit de couper la ligne grâce aux points. A chaque point est inséré un segment perpendiculaire au linéaire qui permet de couper le linéaire en deux segments.

Une fois que chaque point définit une limite entre deux segments, il suffit d'assembler les sections entre chaque point.

La longueur de chaque segment est calculé dans l'onglet Table>Mise à jour de la table. Dans un nouveau champ créé préalablement, on insère la formule ObjectLen (km) qui calcule la longueur de l'objet en kilomètres.

Les PK sont finalement calculés sous Excel grâce à l'addition des distances entre chaque bief. Le calcul est donné par la formule ci dessous :

$$PK_n = PK_{n-1} + \text{distance bief (km)}$$

c. Tracé du profil longitudinal

Sous Excel, on insère un graphique en mettant en abscisse les points kilométriques et en ordonnée les altitudes. On obtient ainsi le profil longitudinal pour chaque cours d'eau.

3- Analyse statistique

Dans cette étude, l'analyse statistique va permettre de :

- confirmer les résultats sur l'impact des ouvrages obtenus lors de la pondération,
- confirmer par une analyse mathématique avérée les ouvrages prioritaires.

La méthode choisie est une méthode de classification : le k-means. C'est une technique de classification non supervisée qui réalise le groupement non hiérarchique par minimisation de la variance intragroupe. Il s'agit d'une méthode de partition des données qui sont, ici, les ouvrages décrits par des variables quantitatives. On précise le nombre k , k étant un entier, de classes que l'on désire obtenir au terme du groupement. Pour l'étude on fixe 5 classes qui correspondent aux 5 classes obtenues lors de l'analyse multicritère.

L'évaluation du k-means est effectuée avec XLSTAT, module statistique de Microsoft Excel. Dans le cadre de l'étude, les données étudiées comprennent tous les critères énoncés auparavant. A noter que la valeur de l'intérêt collectif est inversée pour qu'il soit contradictoire aux critères d'impact. De plus la zone influencée est défini en mètre linéaire pour plus de représentativité, sa valeur en pourcentage n'étant pas représentative de la longueur du bief. On considère également la distance à l'exutoire (la Loire) du bassin versant.

⁶ Collection d'images cartographiques numériques en couleurs à l'échelle 1 :25000 représentant des informations géographiques

PARTIE III : RESULTATS

I- Etat des lieux

1- La réglementation

Le classement des cours d'eau en liste 1 et 2 s'étend sur une grande partie du territoire (figure 11). La Sanguèze, la Sèvre, la Moine et la Maine sont inscrites dans la liste 1. La liste 2 est plus restrictive, c'est une première approche pour libérer l'accès aux réservoirs biologiques et pour retrouver un flux sédimentaire approprié aux débits des cours d'eau. Ainsi, sur les tronçons proposés pour la liste 1, la liste 2 s'étend sur la Sanguèze, la Moine, la Sèvre jusqu'à Clisson et la Maine jusqu'à la confluence avec la Petite Maine.

Ces classements restent actuellement des propositions qui s'appuient sur une logique aval/amont, sur des enjeux écologiques forts et sur une possibilité de réalisation étudiée. C'est donc l'ancien classement qui prévaut

La Zone d'Action Prioritaire pour l'anguille s'étale sur toute la zone appartenant à la région Pays de la Loire.

2- Ouvrages Grenelle

Quarante deux ouvrages ont été proposés par le Grenelle de l'environnement et globalement. Ils correspondent pour la majorité aux ouvrages inscrits dans les contrats restauration entretien. Sinon, ce sont des ouvrages jugés impactants (figure 11 et annexe 6) et pour lesquels un aménagement doit être prévu rapidement.

3- Taux d'étagement

Le taux d'étagement est précisé sur la figure 18 lors de la détermination des axes prioritaires.

4- Zone d'influence

On constate que les influences sont plus élevées à l'aval des cours d'eau (figure 12). Sur la Sèvre, la plupart des ouvrages ont une influence hydraulique supérieure à 80 % et ce jusqu'au verrou de Mallièvre. En amont, l'influence hydraulique devient plus hétérogène. La Maine est également un cours d'eau largement influencé par ses ouvrages, seuls quelques ouvrages en amont ont une influence inférieure à 80%, ce qui est déjà très élevé. Sur la Sanguèze et l'Ouin, l'influence n'atteint que, quelques biefs, plus de 60%. Sur la Moine, dans sa partie intermédiaire, les ouvrages ont une forte influence, conséquence de la hauteur importante des ouvrages.

5- La franchissabilité piscicole

Pour la plupart des poissons, la migration est contrainte par la hauteur et la structure des ouvrages. Le brochet a une capacité de saut très restreinte qui l'empêche de franchir la plupart des ouvrages (figure 13). Dans cette étude, on considère que le brochet est l'espèce de référence pour l'évaluation de la franchissabilité des ouvrages par les poissons. La plupart des cours d'eau sont très difficilement franchissables pour le brochet. L'accession à des zones propices à la reproduction restreinte aux biefs où ils vivent. De plus, notons que sur la Maine et la Moine, les ouvrages ne sont pas franchissables par le brochet.

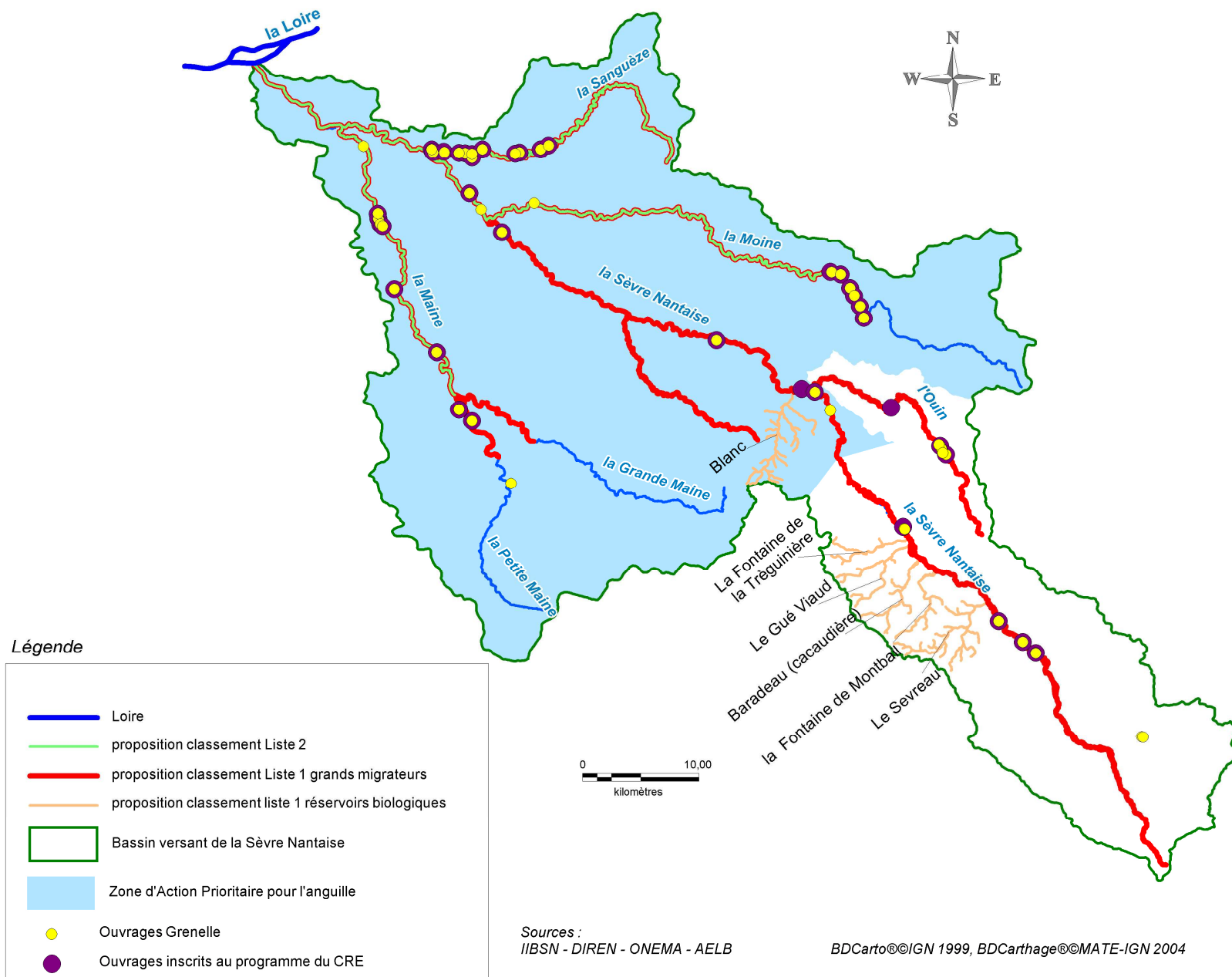


Figure 11 : Carte illustrant le zonage réglementaire actuel sur le bassin de la Sèvre Nantaise

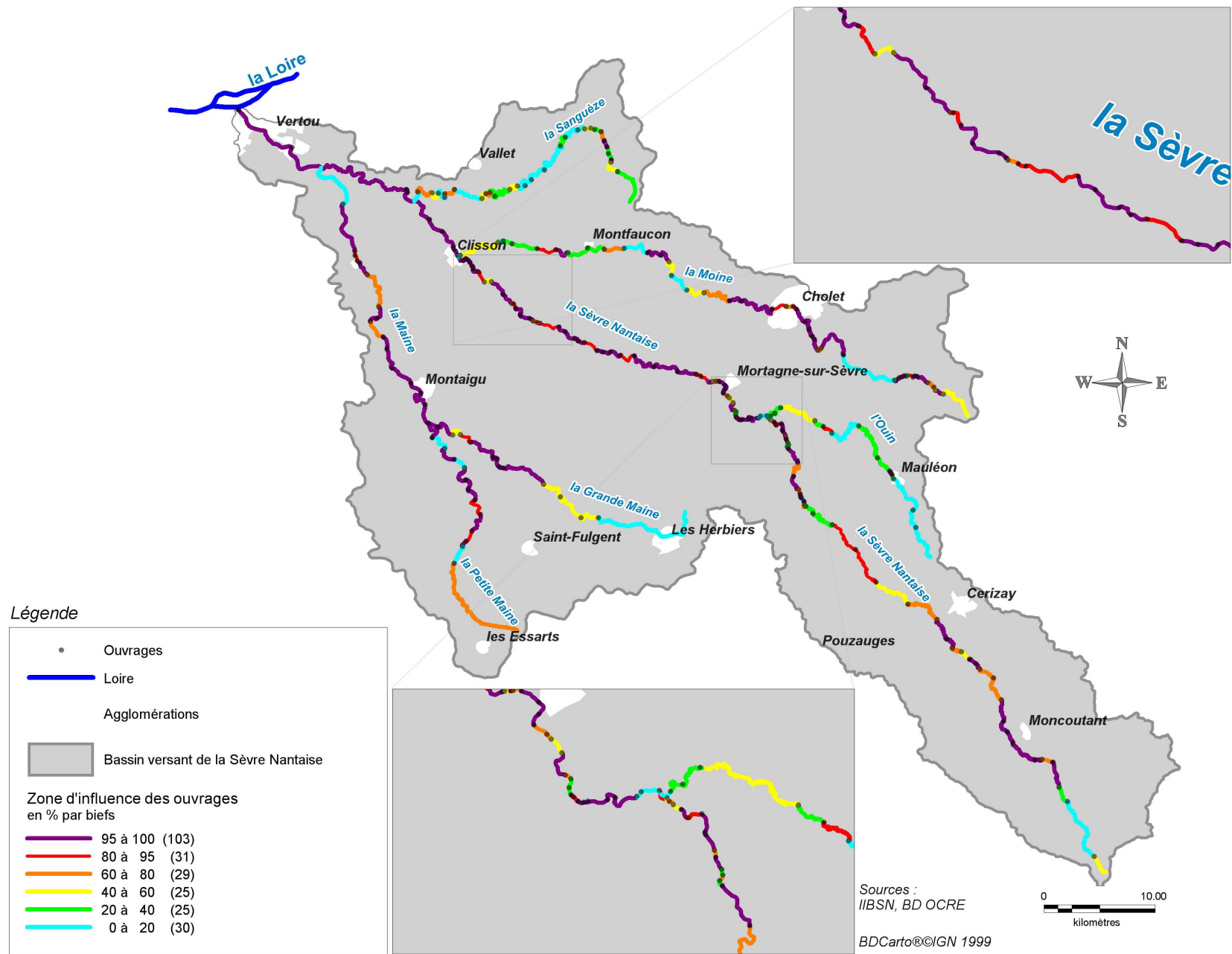


Figure 12 : Zone d'influence des ouvrages par tronçons hydrographiques homogènes

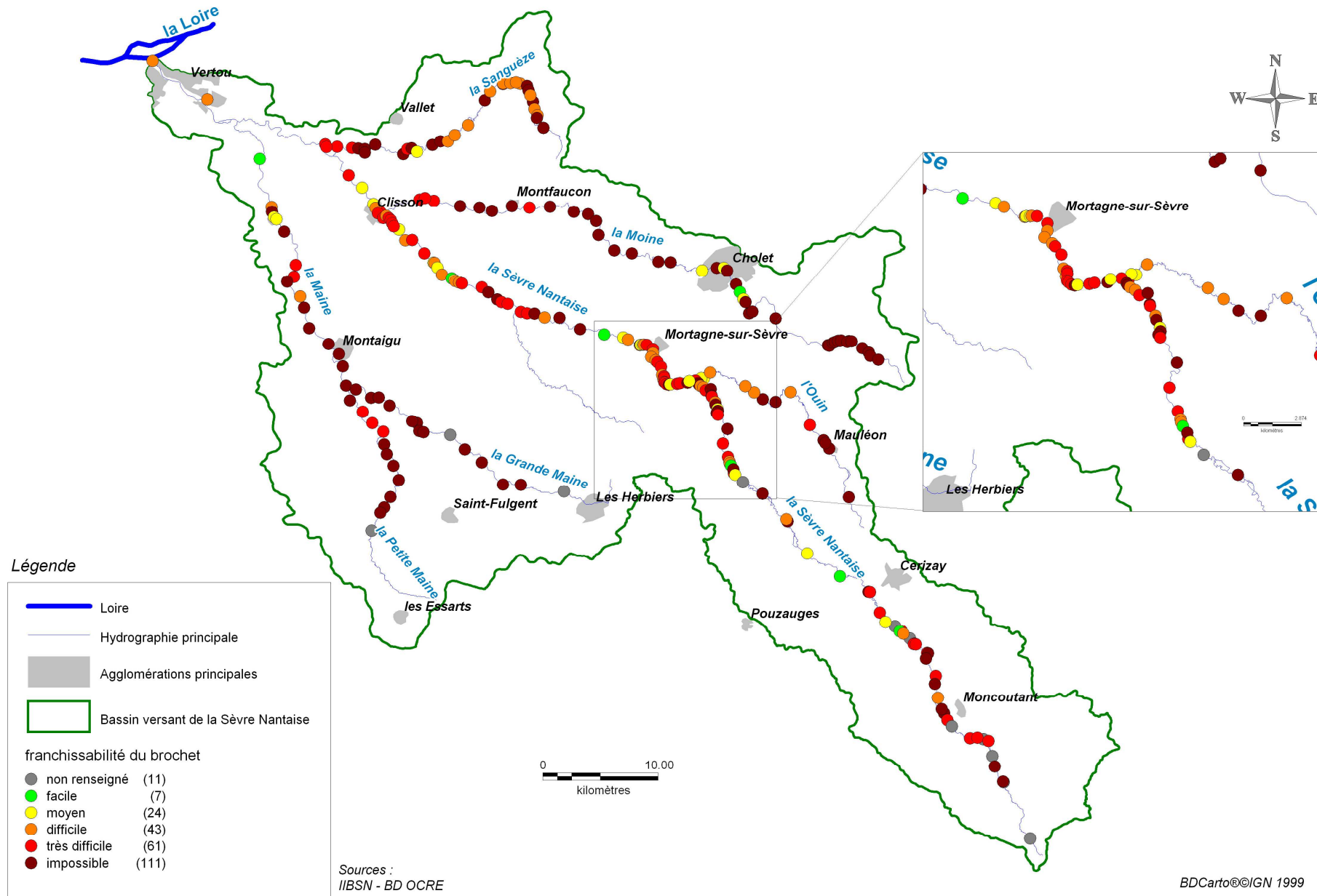


Figure 13 : Note de franchissabilité des ouvrages par le brochet

Les anguilles, s'aidant de leur capacité de reptation pour franchir les ouvrages, ont malgré tout quelques soucis de migration (figure 15). La Maine et la Moine sont encore une fois les cours d'eau les plus difficiles à franchir. Sur la Sèvre, les calculs de franchissabilité montrent que la franchissabilité n'est pas si difficile et une amélioration dépend seulement de quelques ouvrages. La Sanguèze fait bonne figure sur ce critère bien que la franchissabilité soit différente d'un ouvrage à un autre. Les zones propices à la fraie sont difficiles d'accès pour l'anguille. On notera que les travaux d'amélioration doivent se focaliser sur les verrous situés à l'aval du bassin versant et, en suivant une logique amont-aval afin de libérer les frayères.

6- Les statuts juridiques

Le statut juridique n'est pas à proprement parlé un critère significatif d'impact des ouvrages. Cependant il définit la légalité des ouvrages et donne des éléments sur la faisabilité d'intervention pour la diminution d'impact. Cette donnée, recherchée dans les archives départementales, est, en constante évolution. Un état des lieux en août 2010 est donné ci dessous :

Cours d'eau	Sèvre Nantaise	Maines	Moine	Sanguèze	Ouin
Nombre ouvrages	141	42	45	29	14
Avec règlement d'eau	58	10	14	3	0
Sans règlement d'eau	18	0	2	0	0
Fondé en titre	70	0	5	0	0
fondé sur titre	0	0	0	0	0

Tableau 8 : Situation juridique des ouvrages hydrauliques du bassin versant - Août 2010

7- L'intérêt collectif

L'intérêt collectif (figure 16) permet d'identifier les ouvrages où se développe des activités et des usages fréquents. Le linéaire de la Sanguèze est coupé par des seuils qui présentent seulement un intérêt agricole. C'est pourquoi l'intérêt collectif n'est pas très élevé (figure 12). Sur les autres cours d'eau, on remarque une répartition aléatoire des intérêts fortement liée à l'activité touristique, aux usages (pêche, canoë, randonnée, agriculture, alimentation en eau potable) et aux riverains (agrément).

8- Le vannage

Plus de la moitié des ouvrages sont fonctionnels (figure 14) mais une quantité non négligeable, soit 37%, ne permet plus l'ouverture des vannes. Ce pourcentage représente 100 ouvrages sur le bassin versant qui ne peuvent plus évacuer les eaux et les sédiments. L'état des vannes ne permet pas leurs ouvertures sans que l'on envisage de les changer.

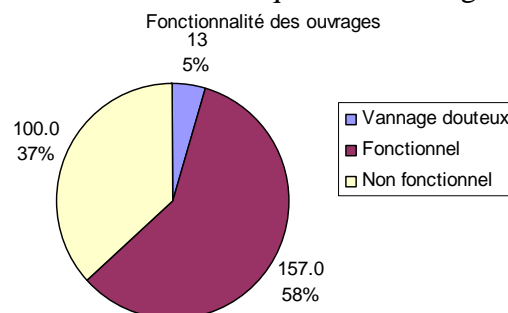


Figure 14 : Représentativité de la fonctionnalité des systèmes de vannages sur le bassin versant

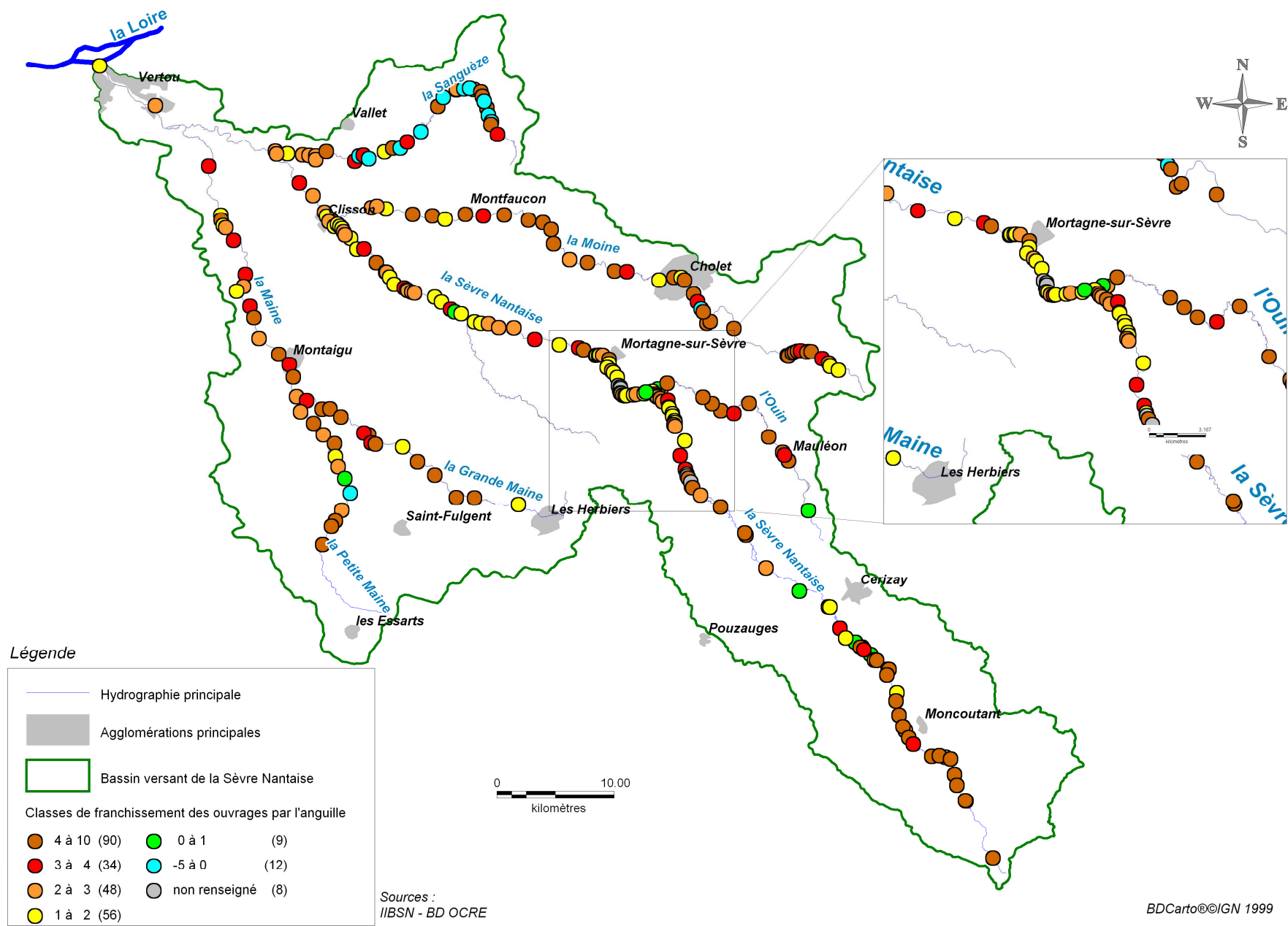


Figure 15 : Note de franchissabilité des ouvrages par l'anguille

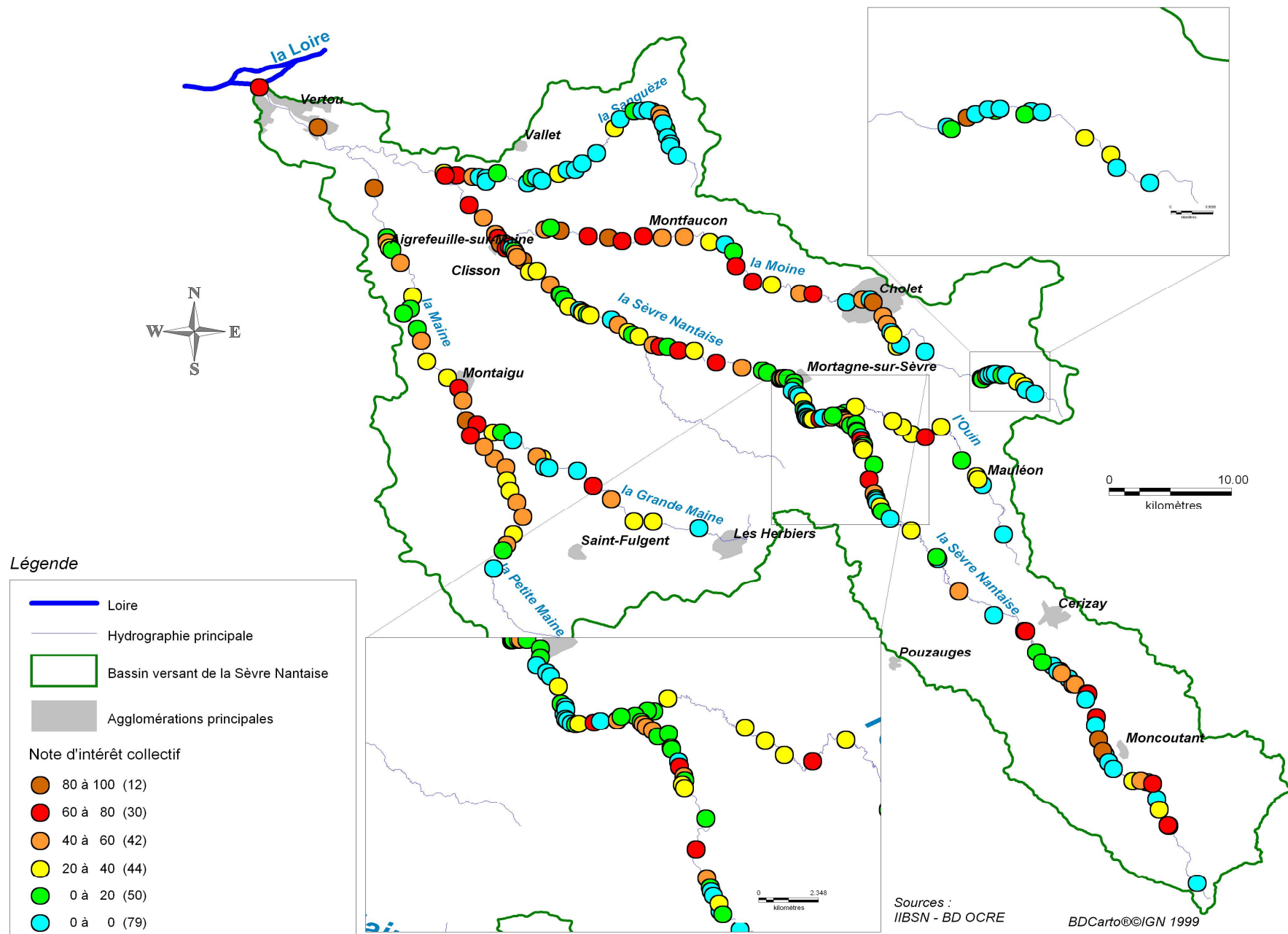


Figure 16 : Carte des notes d'intérêt collectif des ouvrages du bassin versant

9- L'envasement du bief amont

L'envasement du bief est systématique en amont lorsqu'il y a présence d'un ouvrage. Sur le bassin versant, le constat est particulier : la moitié des biefs subissent un faible envasement. La gestion régulière des vannes sur ces biefs peut expliquer ce constat. Une faible part des ouvrages induit, tout de même, un fort envasement.

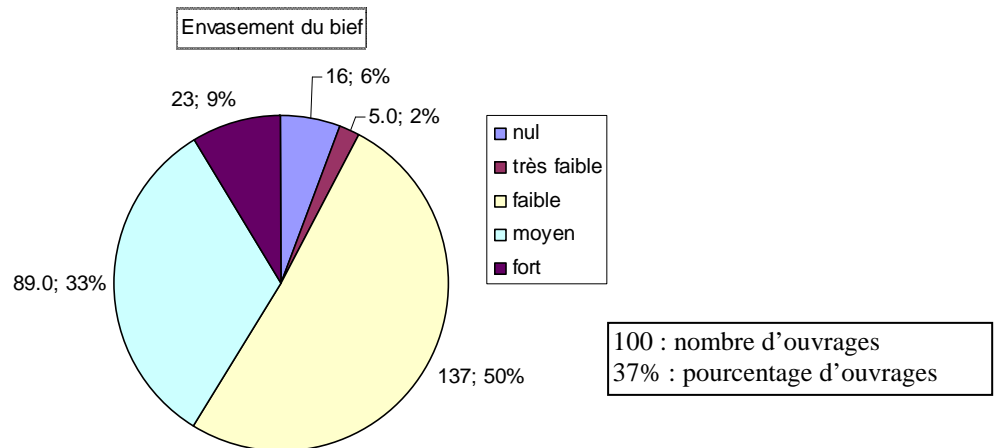


Figure 17 : Représentativité de l'envasement des biefs des ouvrages sur le bassin versant

10- Les études CRE

Quarante deux ouvrages sont inscrits au programme du CRE 2008-2013. Ces ouvrages sont choisis à cause de leur impact sur la continuité écologique mais également au vu du contexte local et de la faisabilité.

II- Détermination des axes prioritaires

1- Grâce aux outils réglementaires

Les propositions de classement en liste 2, c'est à dire les axes où les ouvrages doivent faire l'objet d'aménagement en vue d'améliorer la continuité écologique, concernent la Maine, la Sanguèze, la Moine et la Sèvre aval. La ZAP anguilles est délimitée sur les zones aval et intermédiaire du bassin versant. Ces secteurs doivent être définis comme prioritaires en terme de stratégies de gestion des ouvrages.

2- Evaluation et signification du taux d'étagement

Le taux d'étagement est calculé à deux niveaux de précisions : au niveau des masses d'eau et au niveau des tronçons hydrographiques homogènes (figure 14). A ce niveau, le taux d'étagement permet l'analyse précise des pressions hydromorphologiques et biologique subit par l'écosystème aquatique. Les tableaux suivants indiquent le taux d'étagement par masses d'eau (tableau 9) et par tronçons hydrographiques homogènes (tableau 10).

a. Taux d'étagement des masses d'eau

A première vue, les taux d'étagement les plus élevés sont observés dans les parties aval des cours d'eau, là où la section du lit est beaucoup plus importante et la pente plus faible. Les chaussées atteignent des hauteurs de chutes importantes ce qui amplifie leur influence hydraulique et sédimentaire.

Outre les parties aval, les masses d'eau les plus étagées, avec plus de 60% de taux d'étagement, sont :

- la Sèvre Nantaise depuis Mallièvre jusqu'à sa confluence avec la Moine,
- La Grande Maine et ses affluents de la retenue de la Bultière jusqu'à sa confluence avec la Petite Maine,
- La Moine et ses affluents du complexe de moulin Ribou jusqu'à sa confluence avec la Sèvre Nantaise.

Sur ces masses d'eau, les ouvrages sont présents en très grand nombre.

ME	code ME	alt amont (m)	alt aval (m)	dénivelé	somme HC	étagement (TE)	TE %
La Sèvre Nantaise de la source à Mallièvre	FRGR0543	211,5	127,5	84,0	32,25	0,384	38,393
La Sèvre Nantaise depuis Mallièvre jusqu'à sa confluence avec la Moine	FRGR0544	127,5	15,6	111,9	92,1	0,823	82,342
La Sèvre Nantaise depuis la confluence avec la Moine jusqu'à la confluence avec la Loire	FRGR0545	15,6	3,8	11,8	10,02	0,849	84,915
La Sanguèze	FRGR0548	105,0	4,6	100,4	29,1	0,290	28,984
L'Ouin	FRGR0546	203,7	104,0	99,7	11,2	0,112	11,234
La Maine depuis St Georges de Montaigu jusqu'à sa confluence avec la Sèvre	FRGR0550	30,0	3,2	26,8	25,9	0,966	96,642
La Grande Maine depuis sa source jusqu'à la retenue de la Bultière	FRGR0549a	163,0	60,0	103,0	8,3	0,081	8,058
La Grande Maine et ses affluents de la retenue de la Bultière jusqu'à sa confluence avec la petite Maine	FRGR0549c	45,0	30,0	15,0	12,6	0,840	84,000
La Petite Maine et ses affluents de la source jusqu'à sa confluence avec la Maine	FRGR0551	95,0	30,0	65,0	17,1	0,263	26,308
La Moine et ses affluents depuis la source jusqu'à la retenue du moulin Ribou	FRGR1540	169,0	90,0	79,0	44,6	0,565	56,456
La Moine et ses affluents du complexe de moulin Ribou jusqu'à sa confluence avec la Sèvre Nantaise	FRGR0547b	77,0	11,4	65,6	41,9	0,639	63,894

Tableau 9 : Taux d'étagement des masses d'eau principales du bassin de la Sèvre Nantaise.

b. Taux d'étagement des tronçons hydrographiques

Quand on augmente la précision au niveau des tronçons hydrographiques, le constat est quasiment le même. La figure 18 illustre ce taux à l'échelle des tronçons :

- Les parties aval des cours tronçons sont les plus étagées. La Sèvre aval et la Maine aval sont les deux exemples de cette constatation avec respectivement 95% et 83% de taux d'étagement. Sur ces tronçons, peu d'ouvrages subsistent mais la pente naturelle reste très faible ce qui rend le taux d'étagement encore plus fort.
- Les linéaires très étagés au niveau des masses d'eau apparaissent de nouveau au niveau des tronçons hydrographiques :
 - Les Maines réunies et la Grande Maine aval : 99 %
 - La Sèvre de Monnières au Longeron : 95 %
 - La Moine intermédiaire : 82 %

On remarque sur la figure 18 que les densités d'ouvrages par kilomètre sur les tronçons n'expliquent pas forcément les forts taux d'étagement. Ils dépendent de la présence d'une chute et de la variation de l'altitude.

L'exemple de la Sèvre aval est le plus significatif : une seule chaussée est présente avec une hauteur de chute de 2 mètres sur un linéaire de plus de 21 km. Le fort taux observé s'explique donc essentiellement par l'absence d'une pente suffisamment élevée.

Tronçons	Altitude amont (m)	Altitude aval (m)	Dénivellé	Somme HC (m)	TE	TE%	Linéaire (km)	Nb ouvrages	Densité
La Sèvre de Monnières au Longeron	56,000	4,270	51,730	46,650	0,902	90,180	34,533	36	1,042
La Sèvre de Longeron à Mallièvre	134,500	56,000	78,500	58,300	0,743	74,268	28,219	50	1,772
La Sèvre en amont de Mallièvre	211,500	134,500	77,000	26,750	0,347	34,740	79,960	24	0,300
La Sèvre en aval de Monnières	4,270	2,200	2,070	1,970	0,952	95,169	21,900	2	0,091
La Maine aval	19,500	3,200	16,300	13,500	0,828	82,822	18,400	7	0,380
Les Maines réunies et la Grande Maine aval	61,200	19,500	41,700	41,400	0,993	99,281	29,600	17	0,574
La Grande Maine amont	178,000	61,200	116,800	7,250	0,062	6,207	20,300	4	0,197
La Petite Maine	95,000	29,000	66,000	16,400	0,248	24,848	32,329	13	0,402
La Sanguèze aval	53,000	4,600	48,400	15,200	0,314	31,405	28,500	15	0,526
La Sanguèze amont	100,250	53,000	47,250	13,900	0,294	29,418	15,390	13	0,845
La Moine aval	29,200	12,000	17,200	8,200	0,477	47,674	10,500	5	0,476
La Moine intermédiaire	103,500	29,200	74,300	61,250	0,824	82,436	48,424	24	0,496
La Moine amont	170,002	103,500	66,502	22,300	0,335	33,533	9,472	14	1,478
L'Ouin	203,756	104,000	99,756	11,200	0,112	11,227	33,963	13	0,383
Total	-	-	-	-	-	-	164,613	237	1,440

Tableau 10 : Taux d'étagement des tronçons hydrographiques homogènes du bassin de la Sèvre Nantaise.

3- Conclusion

La réglementation et le taux d'étagement se superposent parfaitement ce qui permet d'identifier les axes prioritaires. Les axes où le taux d'étagement est supérieur à 60% s'ajoute aux constats réglementaires. Ainsi on peut distinguer comme prioritaires, les axes suivants :

- la Sèvre de Longeron à Mallièvre
- la Sèvre de Monnières au Longeron
- la Sèvre en aval de Monnières
- les Maines réunies et la Grande Maine aval
- la Maine aval
- la Moine intermédiaire

C'est donc sur-ceux ci que l'on pourra réfléchir en priorité à la mise en place d'actions de réduction de l'impact.

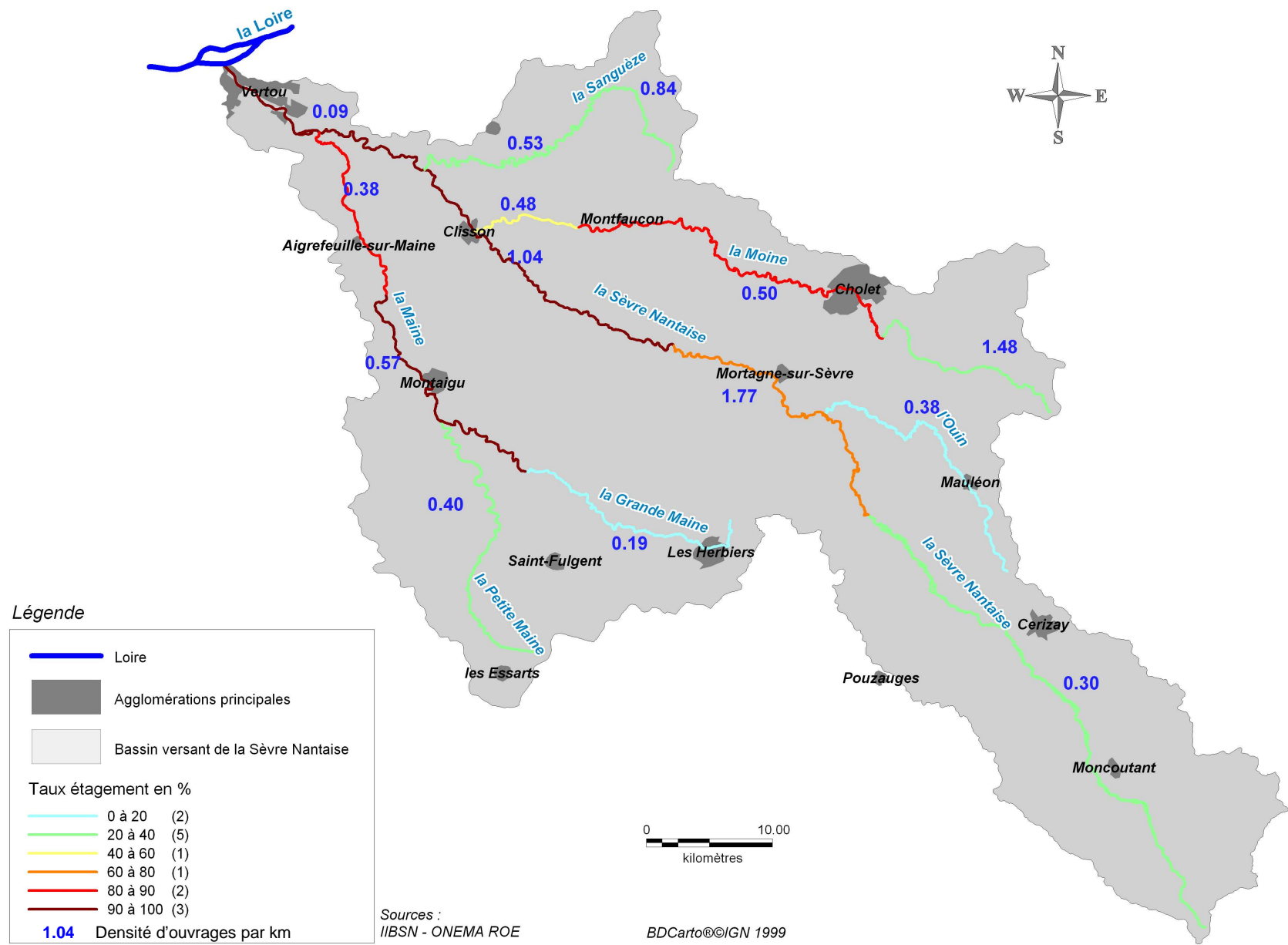


Figure 18 : Taux d'étagement par tronçons hydrographiques homogènes

III- Détermination des ouvrages prioritaires

On sait maintenant quels sont les axes les plus dégradés. Au sein de ces axes, les ouvrages prioritaires doivent être déterminés afin de fixer des stratégies de gestion pour diminuer la continuité écologique. L'étude développe trois méthodes complémentaires pour identifier les ouvrages prioritaires. Bien que l'on s'intéresse principalement aux axes inscrits dans la réglementation et ayant un taux d'étagement supérieur à 60%, il est intéressant de vérifier l'ensemble des cours d'eau afin d'identifier tous les verrous hydrauliques.

1- L'analyse multicritère

Les résultats de l'analyse multicritère comparent l'impact biologique et l'intérêt collectif des ouvrages hydrauliques sur les cinq cours d'eau principaux du bassin versant. Le croisement des deux notes d'impact biologique et d'intérêt collectif est visualisé par un graphique à barres et un tableau croisé dynamique. Grâce à ce tableau, on devine cinq grandes classes exposées ci dessous:

Nombre d'ouvrages	Impact				Total
Classe d'intérêt collectif	15 à 20	10 à 14.9	5 à 9.9	0 à 4.9	
0 à 4.9					
5 à 9.9					
10 à 14.9					
15 à 20					
Total					

Classe 1 : impact biologique fort

Classe 4 : impact biologique et intérêt collectif faible à moyen

Classe 2 : intérêt collectif et impact biologique fort

Classe 3 : intérêt collectif et impact biologique moyen à fort

Classe 5 : intérêt collectif fort

Tableau 11 : Détermination des classes issues du croisement intérêt collectif/impact biologique

Il est possible de rapprocher ces cinq grandes classes des grandes orientations prévues dans le SDAGE et le plan national pour la restauration de la continuité écologique (*Circulaire du 25 Janvier 2010*)

1. Les ouvrages ayant un fort impact biologique pour lesquels un objectif d'effacement de l'impact peut être étudié en priorité.
2. Les ouvrages qui ont un impact biologique et un intérêt collectif forts. Ce sont généralement les barrages d'alimentation en eau potable pour lesquels l'intérêt est tel qu'il n'est pas possible d'améliorer grandement la continuité écologique. Il est par contre possible d'installer des passes à poissons comme sur le barrage de Ribou, équipé d'une passe à anguilles. Dans cette classe, on repère également d'anciennes chaussées relativement importante qui devront faire l'objet d'études approfondies pour entreprendre des mesures de diminution de l'impact. Sur ces chaussées, les usages sont tellement développés qu'il n'est pas envisageable de réaliser des travaux d'arasement ou d'effacement de l'ouvrage, il reste donc plus approprié de mettre en œuvre un protocole d'ouvertures des vannes et/ou des aménagements pour la circulation des poissons.
3. Les ouvrages ayant un intérêt collectif et un impact biologique moyens à forts pour lesquels une étude approfondie au cas pas cas doit être établie.
4. Les ouvrages où l'intérêt collectif et l'impact biologique sont faibles. Ces ouvrages ont peu d'impact sur l'écosystème aquatique mais leur succession peut poser problème. Il

s'agit généralement de petits seuils ou clapets à usages agricoles. Leur intérêt n'est plus particulièrement justifié, c'est pourquoi leur présence pourrait être remise en question sachant que le coût des travaux de restauration du lit serait probablement peu élevé.

5. Les ouvrages ayant un intérêt collectif fort pour lesquels il peut être envisagé la conservation lorsque l'intégration au paysage, le développement d'activités et d'usages ne sont pas remis en question. Dans ces cas, il ne faut pas négliger la mise en œuvre de possibles mesures compensatoires : aménagements de passes, gestion des vannages ainsi que des mesures de suivi temporel de l'état morphologique et biologique des écosystèmes aquatiques.

Observons les résultats du croisement de l'intérêt collectif et de l'impact biologique sur l'ensemble du bassin versant.

Nombre d'ouvrages	Impact biologique				Total
	15 à 20	10 à 14.9	5 à 9.9	0 à 4.9	
Intérêt Collectif					
0 à 4.9	2	72	56	11	141
5 à 9.9	4	50	5		59
10 à 14.9	3	34	5		42
15 à 20	5	20	2		27
Total	14	176	68	11	269

Tableau 12 : Classes issues du croisement intérêt collectif/impact biologique pour les 5 principaux cours d'eau du BV

Le croisement des critères d'impact et d'intérêt sur les 269 ouvrages jonchant le linéaire des cinq cours d'eau principaux (tableau 12) se traduit par le classement suivant :

- classe 1 : 128 ouvrages
- classe 2 : 5 ouvrages
- classe 3 : 57 ouvrages
- classe 4 : 72 ouvrages
- classe 5 : 7 ouvrages

On remarque que plus de 65% des ouvrages ont un impact situé entre 10 et 14.9 et parmi ceux-ci 41% ont un intérêt collectif inférieur à 5. Sur les ouvrages de la deuxième classe, il faut réussir à concilier l'intérêt qui est primordial et des aménagements tout aussi fondamentaux. Sept ouvrages (chaussée du Plessis sur la Moine, clapet de la Loubrie, moulin de Richer, moulin du Guy, petit déversoir du Château, moulin de la Roche sur la Sèvre, parc de la Mignauderie sur l'Ouin) ont un intérêt collectif important sans que les ouvrages ne soient hautement nuisibles. Ce sont des ouvrages fréquentés pour la pêche, pour la randonnée. Certains sont utilisés pour un usage agricole (abreuvement, irrigation) alors que d'autres constituent un agrément primordial pour le paysage et le patrimoine du bassin versant de la Sèvre Nantaise.

D'autres ouvrages présentent un intérêt particulier mais ils sont également la conséquence d'impact non négligeable, ce sont les ouvrages de la classe 3.

La classe 4 contient des ouvrages très hétérogènes, clapets, chaussées, seuils à usages agricoles. Ces ouvrages ne présentent pas d'impact considérable et leur intérêt n'est pas très marqué. On sait pourtant que certains n'ont plus d'usages primordiaux, ce sont les clapets et usages qu'il faudrait observer plus précisément pour présager leur avenir. Les chaussées d'anciens moulins restent, quant à elles, un atout paysager et culturel sur le bassin versant.

La classe 1 comporte le plus d'ouvrages dont 76 qui n'ont qu'un faible intérêt. Les deux ouvrages ayant un impact biologique élevé et un intérêt inférieur à 5 peuvent être considérés comme les deux ouvrages prioritaires du bassin versant, il s'agit du barrage de l'Etang sur la

Moine et de la chaussée d'Ecomard sur la Maine. Ces ouvrages ne sont pas les plus impactants mais leur faible valeur d'intérêt permet d'expliquer ce constat.

Quatre autres ouvrages sont dans la même classe d'impact, seulement leur intérêt est légèrement plus élevé :

- la retenue du Plessis avec sa hauteur de chute supérieure à 1.5 mètres qui bloque considérablement les écoulements et les sédiments dans la partie amont de la Sanguèze Cette retenue accueille une diversité biologique attirant les pêcheurs et les promeneurs
- Clopin sur la Moine possède une hauteur de chute de 2.4 mètres ce qui entraîne une longue zone d'influence de 80% sur ce bief de près de 1700 mètres
- L'Aigault et Moulin Gros sur la Maine. Ils ont les mêmes caractéristiques que la chaussée de Clopin : une hauteur de chute de plus de 2 m, des biefs respectivement de 1800 et 1400 tous deux influencés à 100%.

Sur ces six ouvrages, les vannages sont fonctionnels sauf pour la chaussée d'Ecomard et le moulin de Clopin. La franchissabilité pour les poissons est très difficile voire quasiment impossible. Ces ouvrages, situés dans les parties intermédiaire ou amont des cours d'eau, bloquent les transferts de sédiments et la migration des poissons.

Cependant, d'autres ouvrages à l'aval verrouillent probablement la continuité écologique. Les graphiques suivants illustrent les impacts et les intérêts de chacun des ouvrages par cours d'eau. Ils permettent de reconnaître les verrous hydrauliques et les ouvrages intéressants.

a. La Sèvre Nantaise

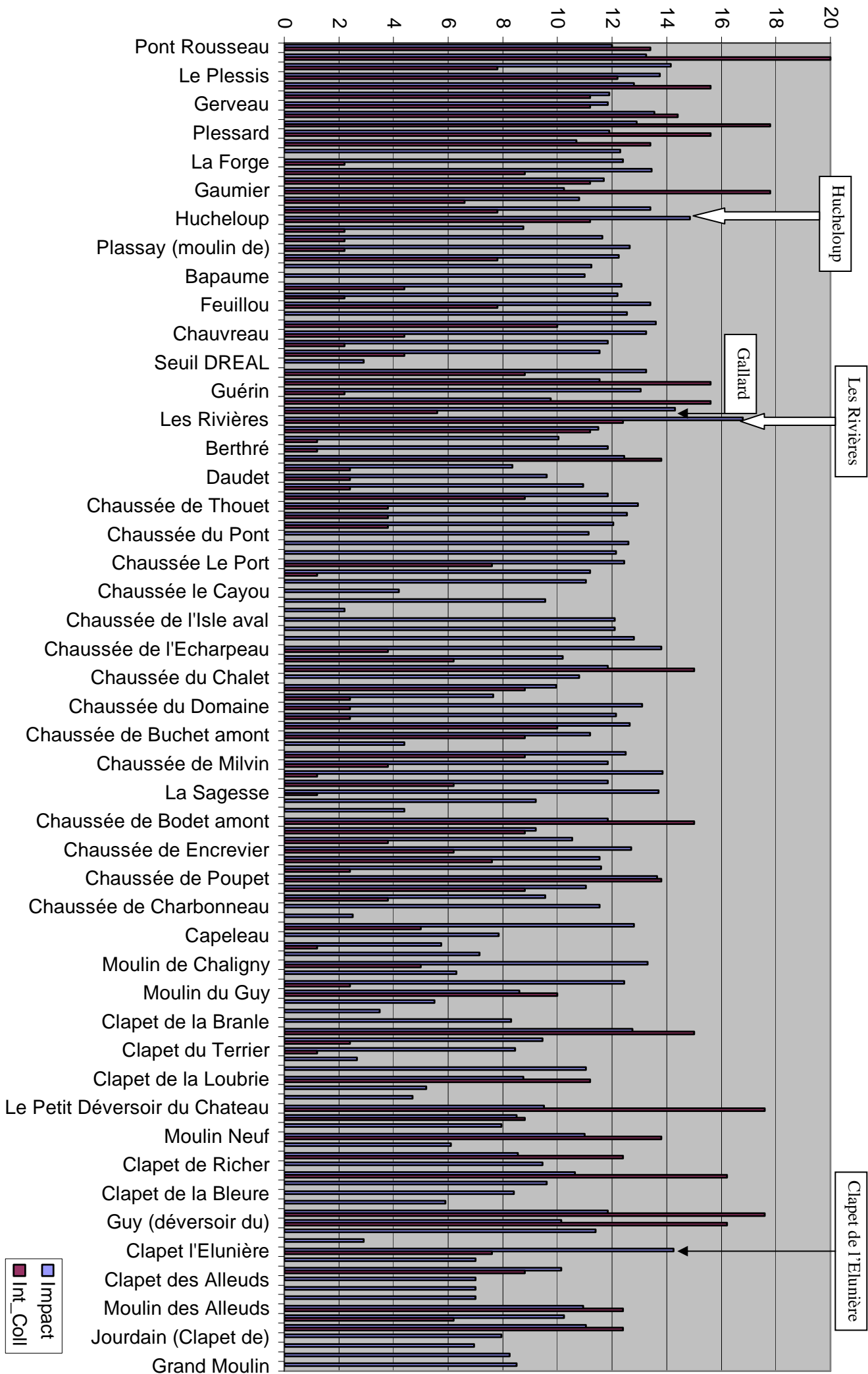
Sur la Sèvre (figure 19), les ouvrages ne sont pas très fortement impactant. En revanche, on remarque que les ouvrages situés en amont sont globalement moins impactant que ceux à l'aval. Ceci s'explique peut être par une plus faible pente en amont. Les ouvrages les plus impactants sont :

- les chaussées de Hucheloup, de Gallard et des Rivières sur la Sèvre moyenne. Cette dernière est un barrage de production d'eau potable (1 500 000 m³/an) bien que d'autres activités et usages y soient attachés : la randonnée, la pêche, l'irrigation et l'abreuvement.
- le clapet de l'Elunière sur la Sèvre amont dont l'usage principal est la pêche. Sa pente verticale empêche tout transfert sédimentaire et biologique. Par ailleurs, il s'avère qu'il est également utilisé pour l'abreuvement et l'irrigation grâce à deux prélèvements.

On identifie également des ouvrages avec un attrait important (intérêt supérieur à 15) comme :

- la Chaussée des Moines à l'aval, partie navigable de la Sèvre
- le pont de Clisson pour la randonnée et l'agrément du site
- la chaussée de Gaumier
- le petit déversoir du château, le moulin de Claveau, le moulin de la Bleure et le déversoir du Guy dans la partie Deux Sévriennes qui sont fréquentés pour la pêche, la randonnée et l'agrément du site

Figure 19 : Histogramme groupé de l'intérêt collectif et de l'impact biologique des ouvrages de la Sèvre



b. L'Ouin

Même si, globalement, les ouvrages de l'Ouin ne sont pas très impactants, quelques ouvrages se démarquent par l'impact non négligeable qu'ils entretiennent sur la continuité écologique. En effet, ce sont, majoritairement, des vannes déversoirs ou des clapets verticaux par rapport à la ligne d'eau. Un ouvrage se démarque par son intérêt collectif, il s'agit du parc de la Mignauderie dont le principal usage est la promenade. L'usage d'agrément y est donc prépondérant et dépend du niveau d'eau et de la qualité du cours d'eau en période estivale.

La figure 20 ci-après montre bien l'homogénéité de l'impact des ouvrages de l'Ouin dont la moyenne est proche de 10. L'intérêt collectif est globalement faible mise à part quelques ouvrages dont les usages sont plus nombreux : irrigation, abreuvement, agrément... (Mignauderie, Piançon, Pont d'Ouin et moulin de la Voie). A noter que sur quelques ouvrages dont l'usage principal est l'irrigation, il existe des possibilités de substitution (exemple : clapet de la Roche Sainte Thérèse).

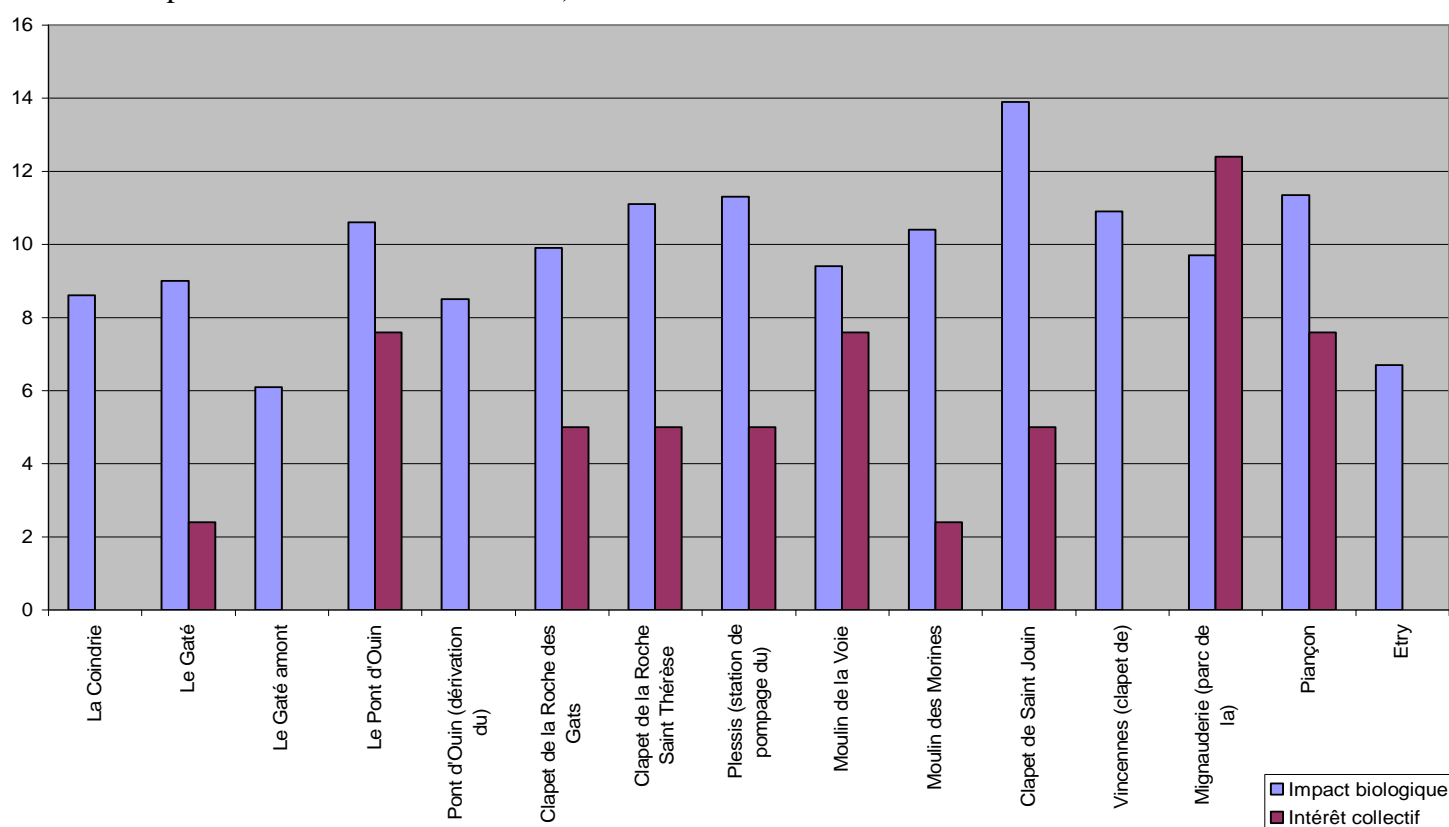


Figure 20 : Histogramme groupé de l'intérêt collectif et de l'impact biologique des ouvrages de l'Ouin

c. La Sanguèze

Comme sur l'Ouin, les ouvrages ne sont pas très fortement défavorables à la continuité écologique mais certains ne sont pas à négliger. On discerne notamment 11 ouvrages qui sont des chaussées d'anciens moulins (Moulin Pichon, Moulin Grondin, Rolet, Moulin de Sanguèze), des clapets (Canal du bourg, clapet de la Motte) ou des retenues en amont (le Plessis, la Thévinère). Ces derniers ont des hauteurs de chute supérieures à 1.5 mètres qui empêchent le transfert des sédiments et des espèces aquatiques.

D'autres ouvrages ayant un impact aussi élevé s'avèrent plus délicats à traiter car ils sont liés à des usages fréquents : la pêche, passage de randonnée, abreuvement. Quatre ouvrages se distinguent : le système hydraulique de la Normandière, le moulin de Bois Chaudeau et celui

de la Scierie tout à fait en aval de la Sanguèze. Ceux-ci constituent, par ailleurs, des agréments dans le patrimoine et le paysage du bassin versant.

L'impact moyen des ouvrages de la Sanguèze peut être vérifié par la figure 21 ci-dessous.

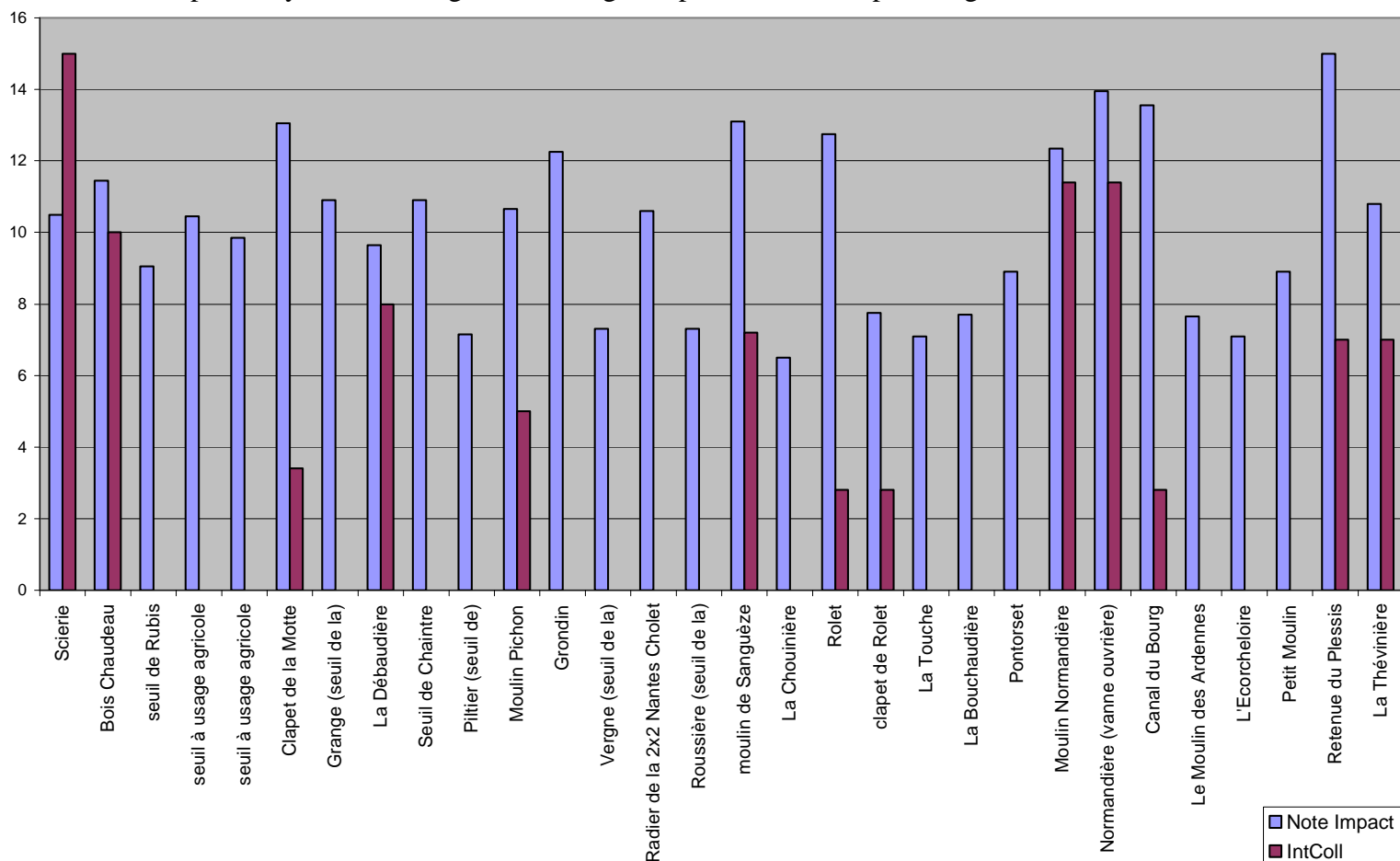


Figure 21 : Histogramme groupé de l'intérêt collectif et de l'impact biologique des ouvrages de la Sanguèze

d. La Moine

Sur ce cours d'eau, il y a des variations notables de l'intérêt et de l'impact d'un ouvrage à un autre. Deux ouvrages se distinguent par leur fort impact. Il s'agit du barrage de l'Etang et de Clopin, où peu d'usage y sont pratiqués. Leur hauteur de chute atteint respectivement 1,4 mètres et 2,5 mètres.

Cinq ouvrages ont un impact et un intérêt similaires. Deux d'entre eux correspondent aux barrages d'alimentation en eau potable (AEP) de Verdon et Ribou (5 400 000 m³/an) dans l'agglomération choletaise. Ce sont des ouvrages imposants (plus de 9 m) et très influents. Les deux autres sont des moulins dont un où le minotier, encore en activité, utilise l'énergie hydraulique (moulin Bodin, Gaudu et Pont de Moine). Ces cinq ouvrages doivent être considérés comme prioritaires tout en valorisant leur taux d'intérêt collectif particuliers.

Sur la Moine et dans le secteur de Cholet, des projets d'effacement d'ouvrages ont vu le jour dans ce contexte très urbanisé. Ils permettent de diversifier les écoulements et d'améliorer la continuité écologique dans un contexte largement anthropisé.

On remarque sur la figure 22 que la pratique d'activités et d'usage sur la Moine se manifeste plus particulièrement à l'aval qu'à l'amont.

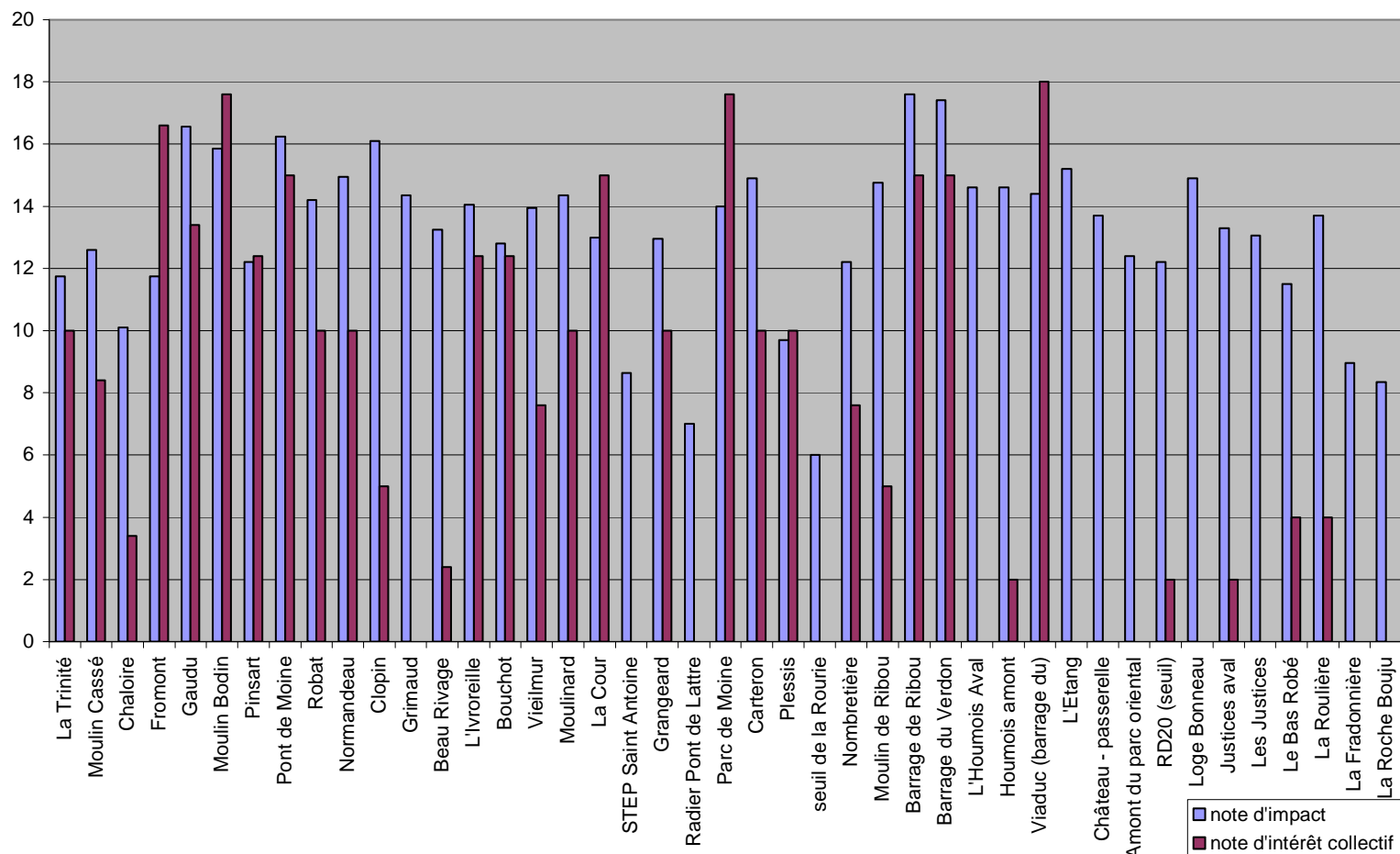


Figure 22 : Histogramme groupé de l'intérêt collectif et de l'impact biologique des ouvrages de la Moine

e. Les Maines vendéennes

La Maine est un cours d'eau évoluant dans un système contraint en aval. Pour retenir des quantités suffisantes à l'utilisation de la force motrice, les chaussées ont été construites avec de grandes hauteurs ce qui explique probablement les forts impacts observés sur ses ouvrages. Cinq ouvrages possèdent ces caractéristiques : Les Epinettes, Ecomard, Moulin Gros, l'Aigault et le barrage de la Bultière.

Les activités et usages se sont largement développés sur la Maine, comme sur la Sèvre, avec un sentier de randonnée (GR Sèvre et Maine), système AEP avec le barrage de la Bultière (4 000 000 m³/an), pêche, irrigation. De plus, son substrat sablo vaseux alterné de blocs granitiques, représente des milieux propices à de multiples espèces aquatiques.

On retrouve ainsi des ouvrages homogènes quant à leur impact biologique mais très différents par rapport à l'intérêt collectif (figure 23).

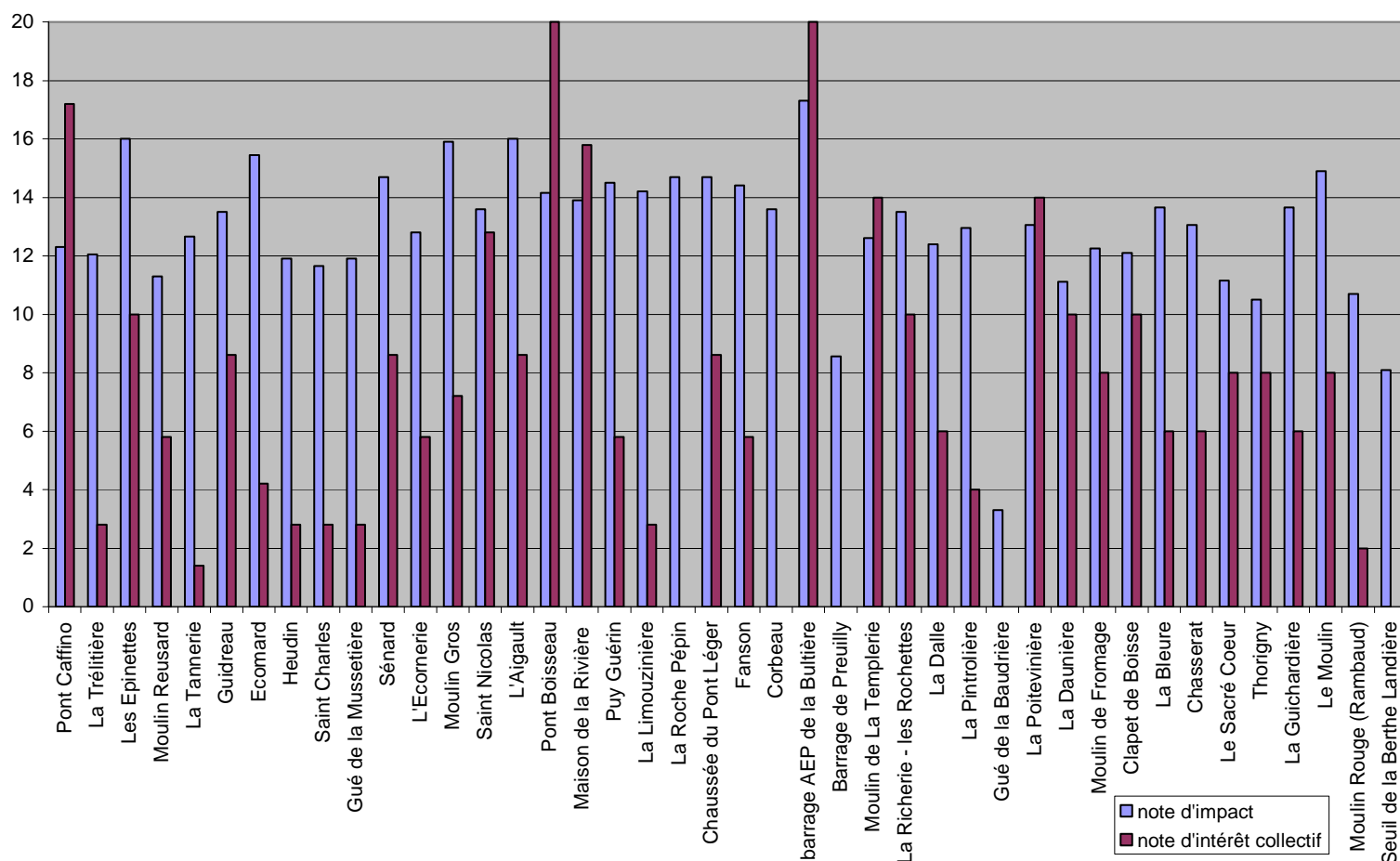


Figure 23 : Histogramme groupé de l'intérêt collectif et de l'impact biologique des ouvrages des Maine

Au travers de cette analyse, il est montré l'impact des ouvrages ainsi que leur intérêt. L'association des deux critères permet de distinguer des pistes pour la priorisation des ouvrages.

2- Profil longitudinal

L'analyse des profils de la ligne permet d'identifier les ouvrages qui constituent des verrous hydrauliques.

a. La Sèvre Nantaise

La Sèvre est le cours d'eau qui a le taux d'étagement le plus élevé sur le bassin Loire Bretagne. Pour illustrer ce propos, il suffit d'observer les profils de la ligne d'eau.

L'axe Exutoire – Le Longeron représenté par le graphique ci dessous (figure 24) est largement impacté par les ouvrages. On repère 13 verrous principaux qui sont dans l'ordre aval/amont :

1. la chaussée des Moines (hauteur de chute (HC) : 1,97 m, Zone d'influence (ZI) :100%),
2. la chaussée du Pé de Vignard (HC : 1,4 m, ZI : 100%),
3. la Forge (HC : 2 m, ZI : 100%),
4. la chaussée de Terbin (HC : 1,6 m, ZI : 100%),

5. la chaussée de Gaumier (HC : 1,5 m ; ZI : 90%),
6. la chaussée de Hucheloup (HC : 1,4 m, ZI : 95%),
7. le moulin de Plassay (HC : 1,5 m, ZI : 95%),
8. la chaussée de Rousselin (HC : 1,5 m, ZI : 95%),
9. la chaussée de Chaudron (HC : 1,1 m, ZI : 95%),
10. la chaussée de la Grossière (HC : 1,5 m, ZI : 100%),
11. le moulin Vieux (HC : 1,3, ZI : 100%),
12. la chaussée de Guérin (HC : 1,3 m, ZI : 100%),
13. la chaussée de Gallard (HC : 3,3 m, ZI : 100%).

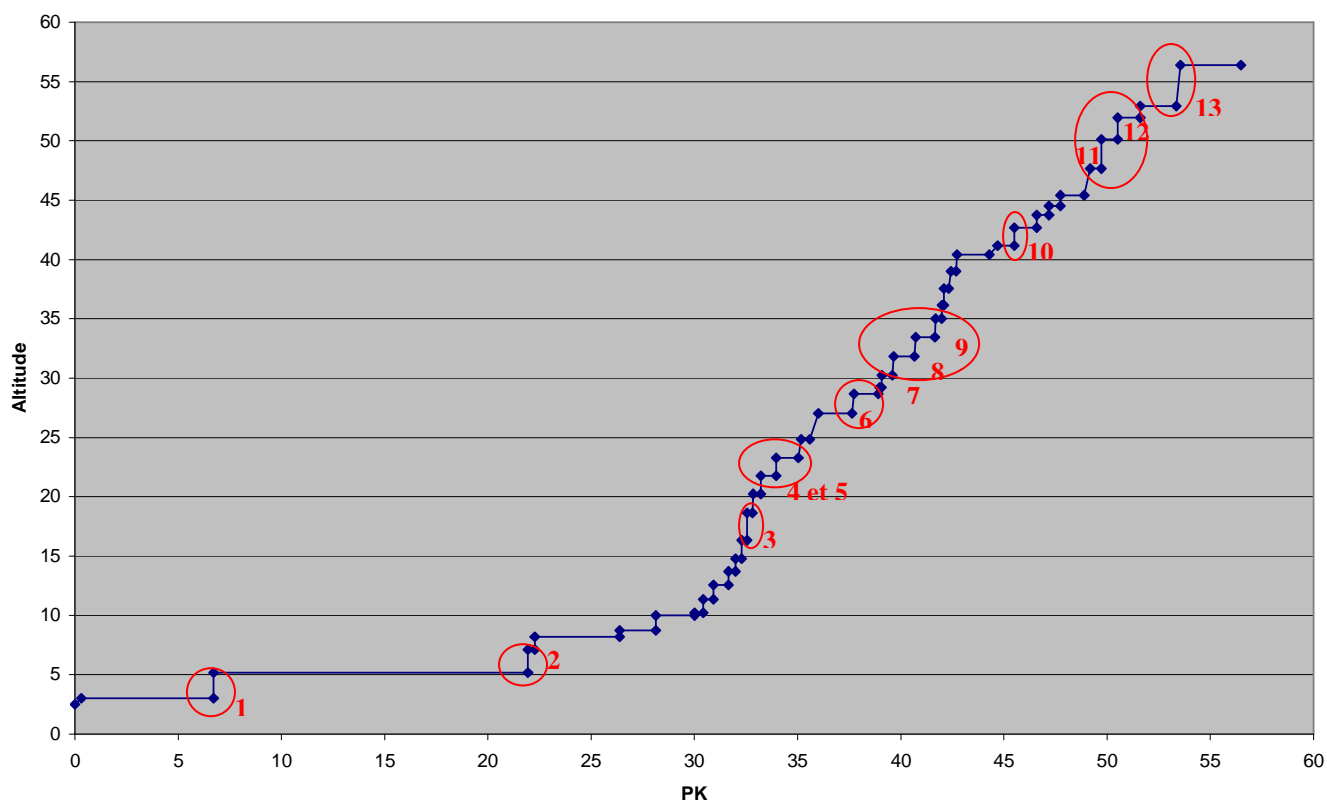


Figure 24 : Profil en long de la ligne d'eau de la Sèvre Nantaise de la confluence avec la Loire jusqu'au Longeron

Les deux axes plus en amont sur la Sèvre, à partir du Longeron jusqu'à la source, sont nettement moins soumis à l'étagement. Sur le tronçon du Longeron à Mallièvre (figure 25), les zones d'influence des ouvrages sont moins importantes. Quatre successions d'ouvrages se distinguent principalement par de fortes zones d'influence :

1. Chaussée des Rivières (HC : 3 m, ZI : 100%)
2. Chaussée le Port (HC : 1,5 m, ZI : 95%)
3. Chaussée de l'Echarpeau (HC : 3 m, ZI : 100%)
4. Chaussée de Milvin et chaussée de Chaussac dont les zones d'influence sont respectivement 1500 et 1130 mètres
5. Chaussées de Plassard et de Chambon avec une zone d'influence de 1170 mètres
6. chaussée de Mallièvre (HC : 1 mètre, ZI : 60%)

Sur le dernier tronçon de la Sèvre Nantaise, la pente est plus forte et les ouvrages moins nombreux. On observe sur la figure 26 que l'étagement est bien plus faible par rapport au linéaire aval. Un voire deux ouvrages se distinguent, il s'agit :

1. le moulin de la Guierche
2. le Petit déversoir du Château (HC : 1,80 m)
3. le moulin de Claveau (HC : 1,60 m)
4. le moulin de Braud (HC : 1 m)
5. le clapet de l'Elunière (HC : 1,55 m)
6. le moulin des Alleuds (HC : 1,5 m)

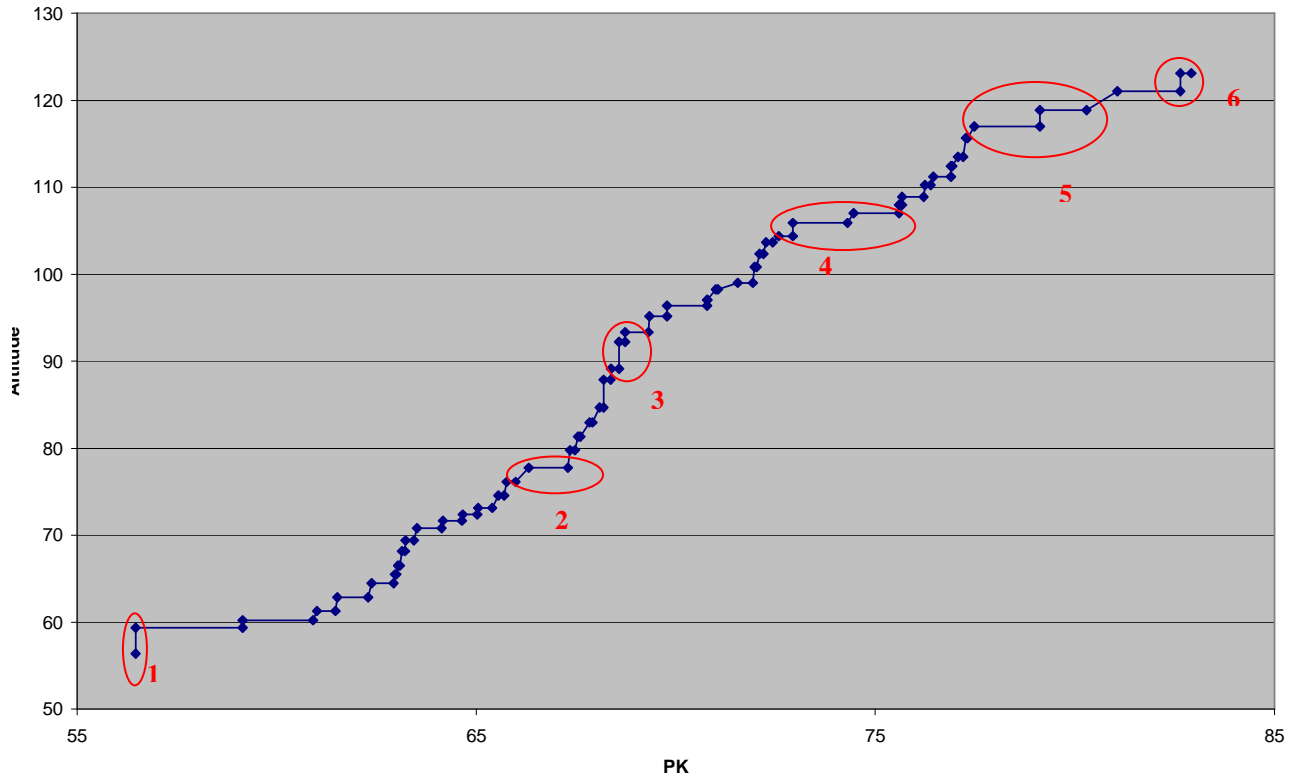


Figure 25 : Profil en long de la ligne d'eau de la Sèvre Nantaise entre le Longeron et Mallièvre

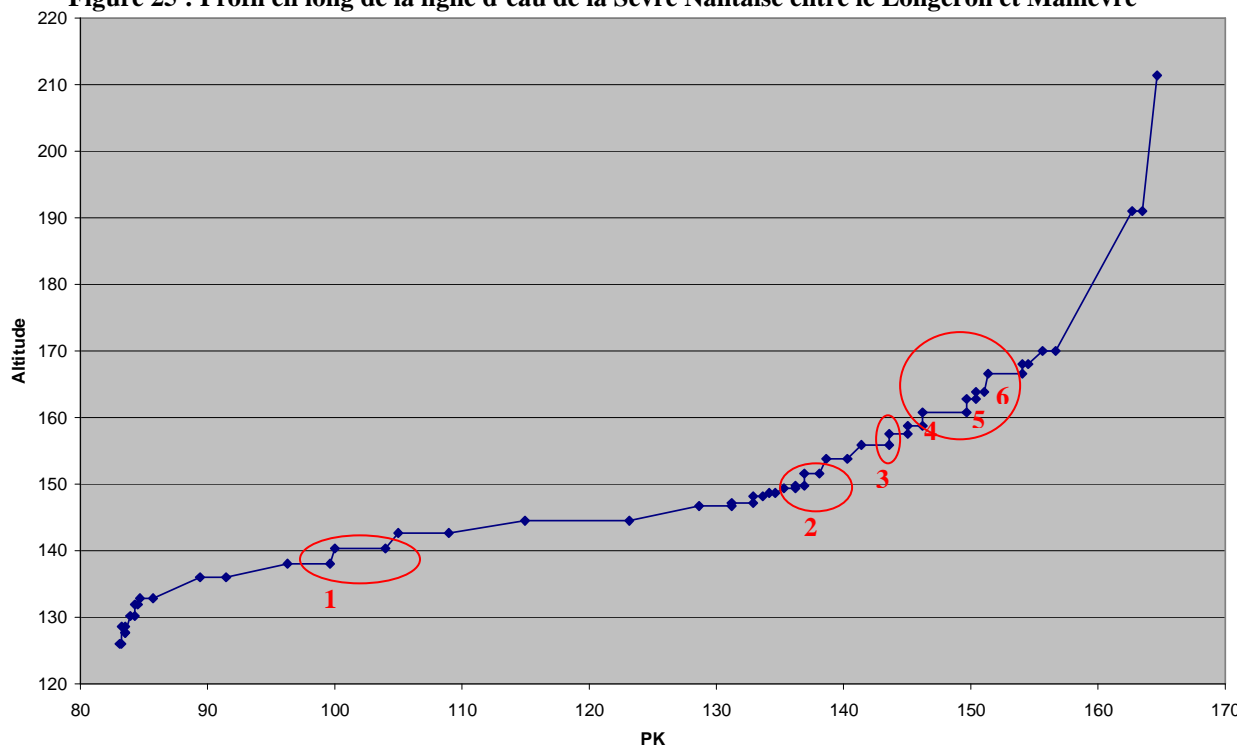


Figure 26 : Profil en long de la ligne d'eau de la Sèvre Nantaise entre Mallièvre et sa source

b. L'Ouin

L'Ouin est un cours d'eau à faible taux d'étagement et la ligne d'eau suit une pente relativement régulière. On peut tout de même remarquer quelques irrégularités qui peuvent être améliorée par une ouverture de vannes ou un démantèlement s'il s'avère que l'ouvrage n'a plus réellement d'utilité.

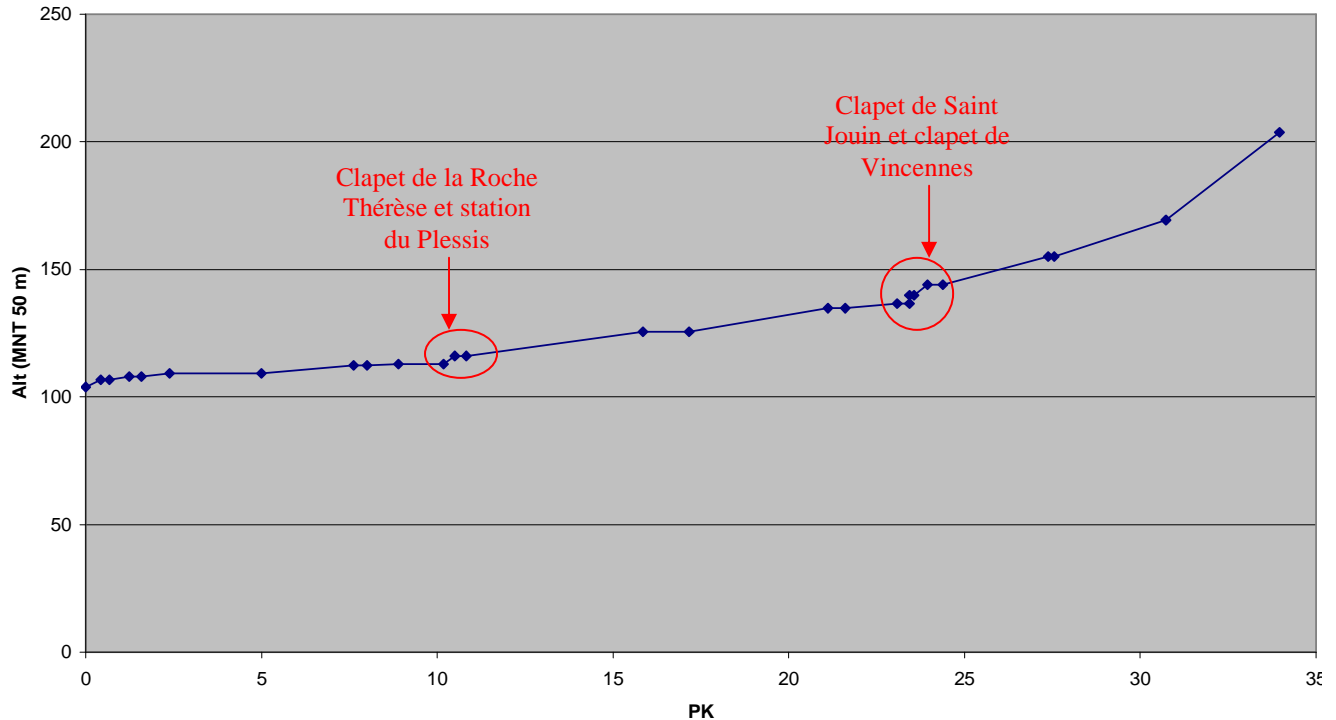


Figure 27 : Profil en long de la ligne d'eau de l'Ouin

c. La Moine

La Moine est un cours d'eau avec une pente relativement élevée en amont et où les ouvrages ont donc une influence mineure dans cette partie. Pourtant les hauteurs de chute des ouvrages atteignent régulièrement plus de 2 mètres. En aval, les ouvrages ont une influence hydraulique forte ce qui occasionne une superposition de biefs étagés. Il faut intervenir sur ces ouvrages pour rétablir un flux sédimentaire, sachant, en outre que la pente est relativement faible.

Sur ce cours d'eau et comme le démontre le taux d'étagement, il faut considérer la partie intermédiaire comme le linéaire le plus altéré. Le linéaire est interrompu par 2 barrages AEP (n°5 sur la figure 28), aux alentours de pk50, ce qui explique le taux d'étagement soutenu de la Moine intermédiaire. Les ouvrages en aval des barrages AEP sont inscrits dans le programme du CRE donc une évolution certaine de cette partie est prévisible.

Enfin, les ouvrages bloquants pour la circulation piscicole sont facilement constatés par la différence d'altitude de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval. Ainsi on distingue d'aval en amont :

1. le moulin de Normandeu
2. le moulin de la Cour
3. le barrage de l'Ile
4. la Roche Bouju

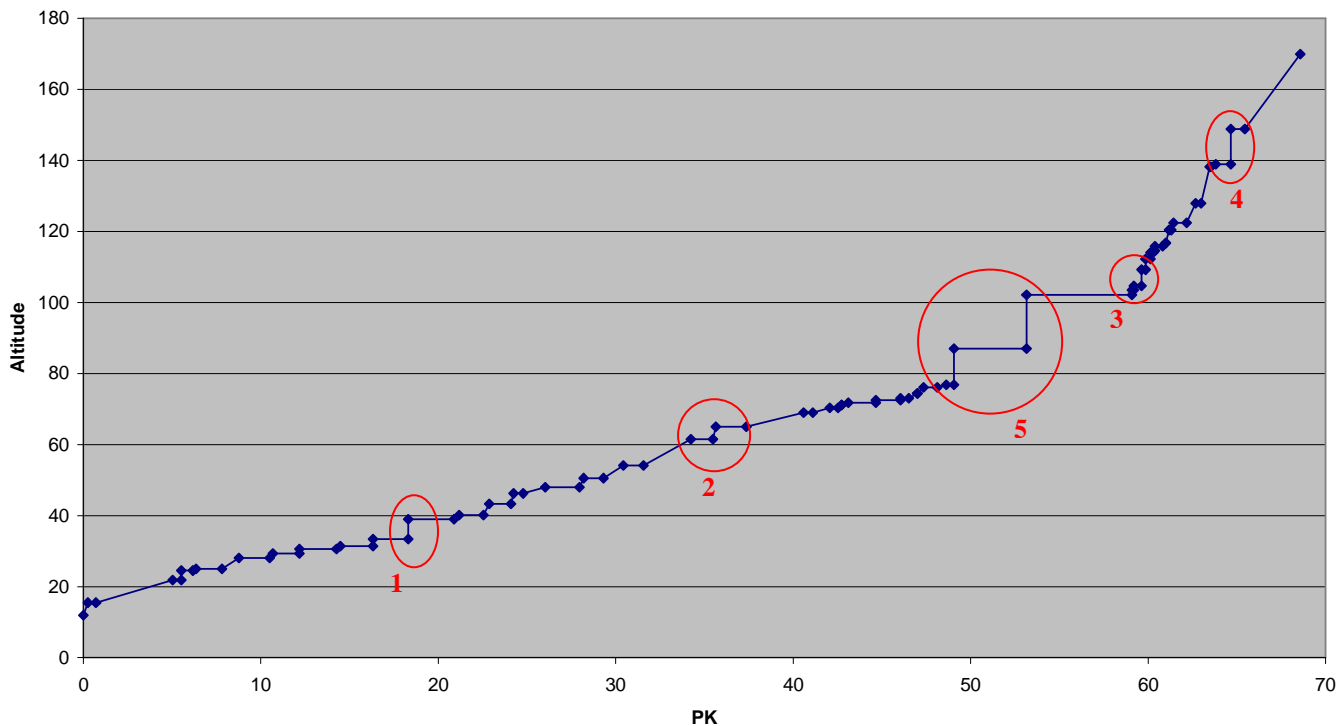


Figure 28 : Profil en long de la ligne d'eau de la Moine

d. La Sanguèze

Les ouvrages de la Sanguèze sont peu influents sur la ligne d'eau. Celle ci garde une pente quelques peu constante (figure 29), caractéristique particulière expliquée par la faible influence des ouvrages. Visuellement, un seul ouvrage impose une contrainte sur la ligne d'eau, c'est le canal du Bourg (1.5 m de hauteur de chute).

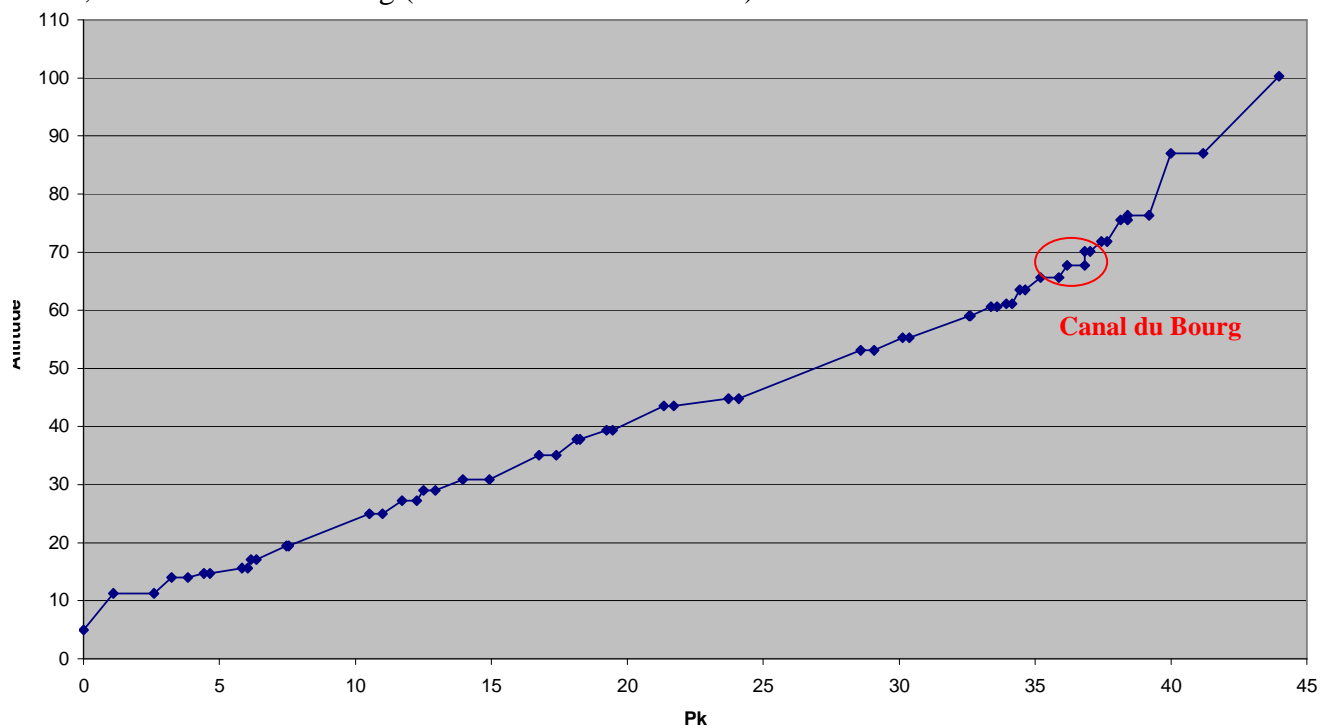


Figure 29 : Profil en long de la ligne d'eau de la Sanguèze

e. La Maine

Le tracé de la ligne d'eau de la Maine est entrecoupé d'un ouvrage AEP : le barrage de la Bultière (20m) qui dessine un obstacle de taille. Il est important de se focaliser sur l'aval de ce barrage.

Sur la Maine aval, on distingue notamment :

1. la chaussée des Epinettes (figure 30) qui correspond à un mur vertical d'environ 3 m de hauteur avec une chute mesurée à 2,4 mètres (SUSSET, août 2009)
2. la chaussée de Guidreau, ouvrage très imposant restauré il y a une dizaine d'années.



Figure 30 : Chaussée des Epinettes sur la Maine

Ces deux ouvrages appartiennent à des propriétaires privés sur la Maine aval.

Entre le PK22 et le PK35, les ouvrages totalement influents sur la ligne d'eau engendrent une succession de biefs étagés (figure 31, n°3). Il s'agit de : Sénard, L'Ecornerie, moulin Gros, Saint Nicolas, L'Aigault, Pont Boisseau, Maison de la Rivière, Puy Guérin.

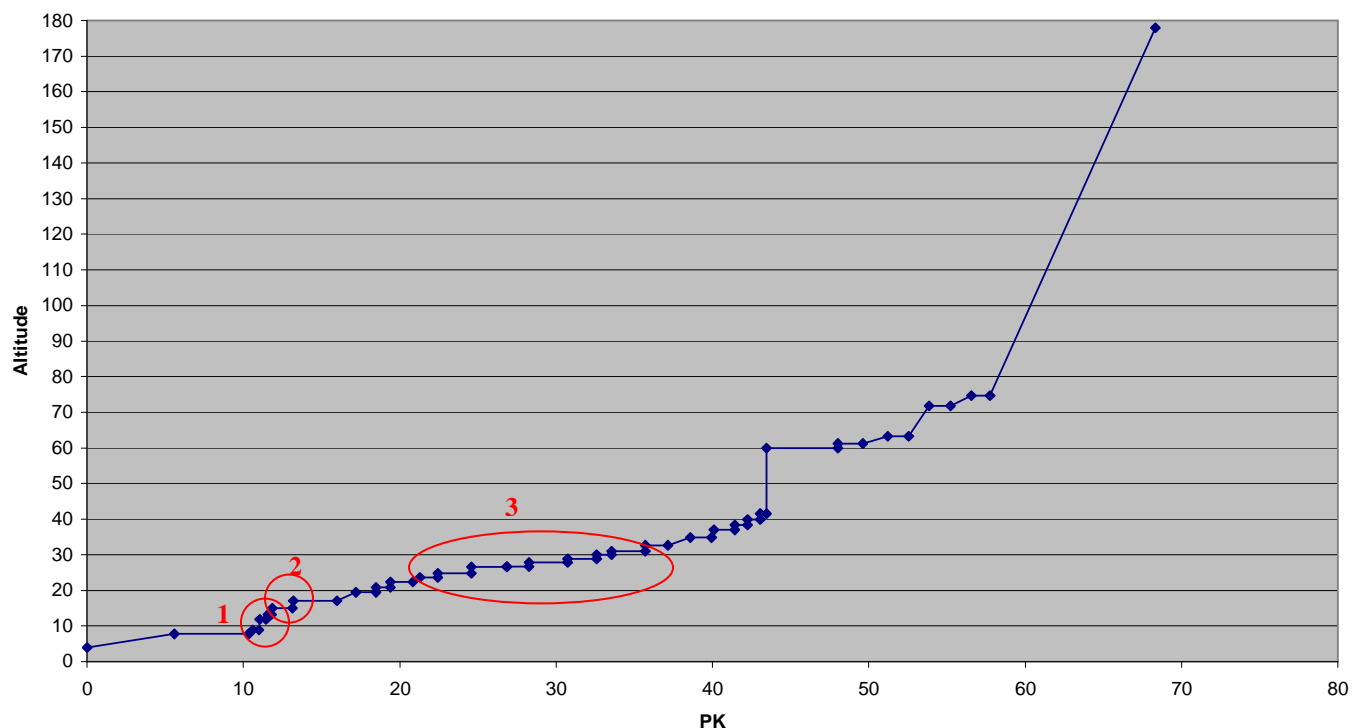


Figure 31 : Profil en long de la ligne d'eau de la Maine et de la grande Maine

La Petite Maine (figure 32) suit une ligne d'eau contrainte par des ouvrages relativement homogènes et de hauteur de chute supérieure à 1 mètre. Les ouvrages ont une forte influence et c'est peut être sur ceux là qu'il faut travailler. Il s'agit d'un groupe d'ouvrages situé entre PK 5 et PK 15 :

1. le moulin de Fromage
1. le clapet de la Boisse
2. le moulin de la Bleure
3. le moulin de Chasserat
4. le moulin du Sacré Cœur

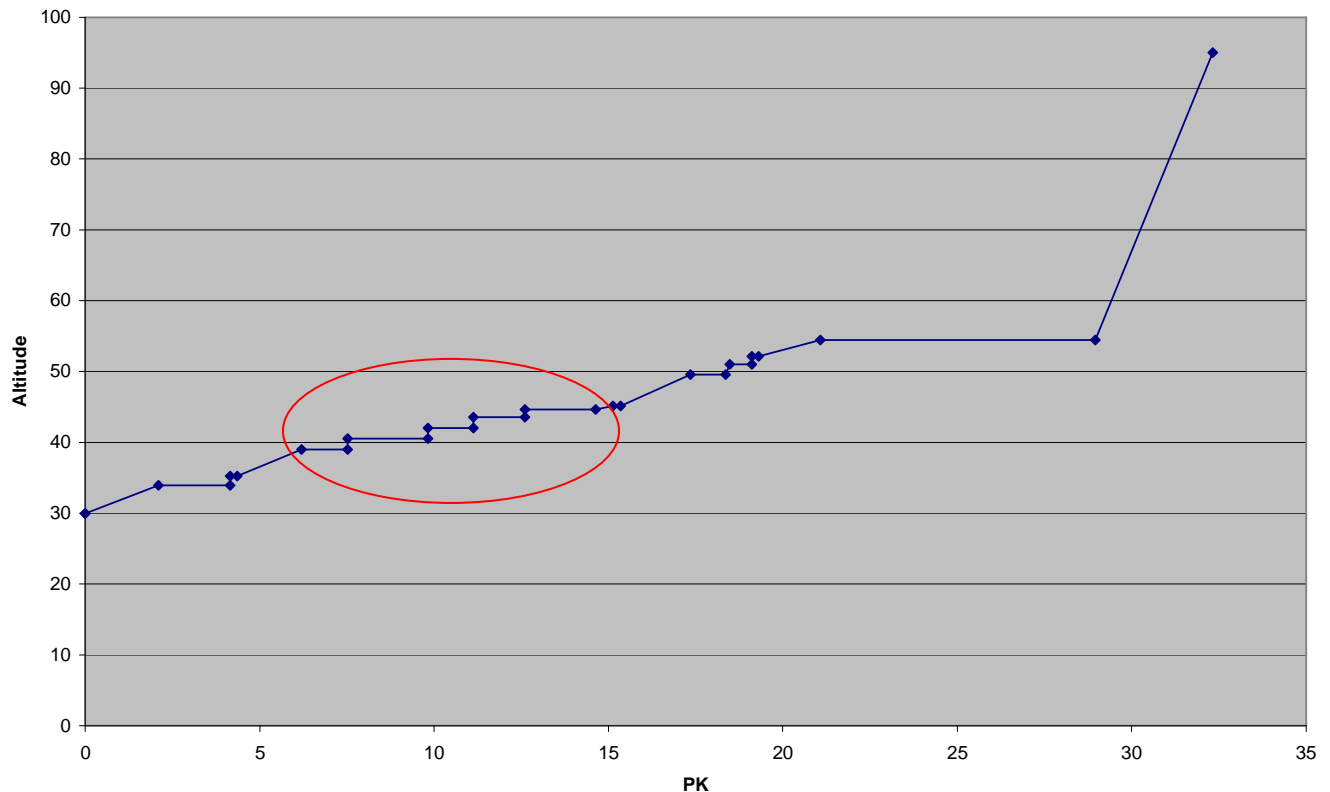


Figure 32 : Profil en long de la ligne d'eau de la Petite Maine

f. Conclusion

L'analyse des profils en long de la ligne d'eau des cours d'eau permet de d'identifier l'effet des ouvrages sur la ligne d'eau. Grâce à cette analyse, il est clair que la densité d'ouvrages, la hauteur des chaussées et leur influence sont trois facteurs largement conséquents pour la morphologie de la rivière et les espèces aquatiques.

Une précision et une justification sur les ouvrages prioritaires est apportée grâce à une méthode statistique de classification : la méthode du k-means.

3- Confirmation des ouvrages bloquants par une analyse statistique : la méthode du k-means

Les calculs statistiques s'opèrent sur les 270 ouvrages du bassin versant. La technique du k-means permet la partition des ouvrages en plusieurs classes. Les classes sont déterminées de façon à minimiser la somme de la variance intra classe⁷.

Grâce à cette analyse, il est possible de vérifier et de confirmer les résultats obtenus lors de l'analyse multicritère et avec l'observation des profils longitudinaux.

Les calculs définissent 5 classes totalement hétérogènes en nombre d'individus. La variance intra classe montre une tendance croissante caractérisant les différences entre les ouvrages. Le tableau suivant présente les caractéristiques principales du classement :

Classe	1	2	3	4	5
Objets	79	59	88	16	28
Somme des poids	79	59	88	16	28
Variance intra-classe	709.244	282.237	328.533	690.915	172.371
Distance minimale au barycentre	3.967	2.723	3.815	5.778	3.985
Distance moyenne au barycentre	24.506	15.304	16.987	22.802	11.012
Distance maximale au barycentre	57.475	41.984	34.307	49.670	31.600

Tableau 13 : Résultats de l'analyse k-means par classe

Pour mieux comprendre le classement des ouvrages, il faut observer le tableau suivant qui présente les barycentres⁸ des classes pour chacun des critères :

Classe	Pk	HC	ZoneInfrkm	franch_ang	franch_brochet	Van_Nbr	Van_Fonct	ErvasBiefAm	RE	ZAP	Liste1	Liste2	CRE	Grenelle	IntColl
1	45.079	2.093	1.634	2.994	4.177	1.595	2.089	2.684	2.722	1.000	0.924	0.519	0.228	0.253	40.494
2	40.329	1.157	0.775	2.212	3.712	1.034	3.339	2.186	2.695	1.000	0.915	0.508	0.203	0.203	89.119
3	77.438	1.135	0.504	2.313	3.716	1.250	2.977	2.398	2.318	0.727	0.818	0.125	0.057	0.068	88.557
4	134.443	1.203	1.307	2.313	3.938	2.188	1.500	2.500	2.250	0.062	0.062	0.000	0.188	0.063	34.250
5	142.678	0.861	0.468	2.107	2.393	0.714	1.571	1.643	2.714	0.000	0.000	0.000	0.036	0.107	98.250

Tableau 14 : Barycentres des classes pour chaque critère

La classe 1 correspond aux ouvrages les plus impactants. Les plus grands ouvrages comme les barrages d'alimentation en eau potable (Ribou, Verdon, La Bultière, les Rivières) y sont inscrits. La première classe regroupe également de nombreux ouvrages dont les critères impactants sont largement connus. Ainsi on distingue :

- le moulin de la Templerie
- les Epinettes avec sa hauteur de chute de 2,4 mètres
- la chaussée de Poupet
- le moulin de la Scierie sur la Sanguèze qui peut être identifié comme l'un des principaux verrous du cours d'eau

On note que ces ouvrages sont, en majorité, inscrits dans les programmes de CRE ainsi que dans les propositions de classement de cours d'eau et dans la ZAP anguille. L'intérêt collectif des ouvrages présents dans cette classe est relativement hétérogène.

Les ouvrages sont parmi les plus proches de l'exutoire, critère qui permettrait de réfléchir selon une logique aval-amont.

⁷ Dans une analyse de variance, la variance résiduelle, ou *variance intra-classes* est la moyenne pondérée des variances de chaque classe.

⁸ Le barycentre correspond en statistiques à la notion de moyenne

La deuxième classe contient 59 ouvrages très hétérogènes. Plusieurs critères les rassemblent :

- leur distance à l'exutoire est comprise entre 30 et 60 km. Il semblerait que ce soit ce critère qui rassemble les ouvrages
- ils sont inscrits à la ZAP et la plupart font partie de la liste 1.
- l'intérêt collectif est faible, il ne dépasse pas 25/100

Les autres critères sont très diversifiés. Quelques ouvrages apparaissent comme des exceptions dans cette classe (Clopin, Gallard, Grimaud, La Roche Pépin, Fanson) car ils possèdent des critères plus impactants que les autres ouvrages. Cela dit on peut estimer qu'il s'agit d'une classe intermédiaire dont les ouvrages sont moyennement impactants et peu fréquentés.

La classe 3 est la plus abondante. Elle est très similaire à la deuxième classe. Cependant les ouvrages sont beaucoup plus éloignés de l'exutoire.

Les critères d'impact sont très ressemblants à la deuxième classe : les hauteurs de chute sont comprises en moyenne vers 1.1m, le franchissement des poissons est moyen, les vannages ne sont pas correctement fonctionnels, l'envasement est moyen à fort et l'intérêt collectif est faible. On observe également que la zone d'influence est peu élevée mais les biefs de ces ouvrages ne sont pas très longs. Cependant, peu de ces ouvrages sont listés dans la ZAP, dans la liste 2, dans les ouvrages grenelle et dans les programme du CRE. On peut considérer que ce ne sont pas des ouvrages prioritaires à court terme. Cependant un effort d'aménagement pourrait être réalisé à long terme sur certains d'entre eux les plus impactants.

La classe 4, la moins nombreuse comprend à première vue des ouvrages situés en amont sur le linéaires de l'Ouin (la Mignauderie), de la Moine (barrage du Viaduc) et de la Sèvre. Bien qu'ils ne soient pas cités dans la réglementation, on remarque des valeurs moyennes pour les critères d'impacts. Les valeurs de la zone d'influence s'expliquent par la longueur importante des biefs. La similitude qui les rassemble est l'intérêt collectif plutôt conséquent (autour de 60 en moyenne).

La classe 5 comprend les ouvrages situés les plus en amont et dont les critères d'impacts sont les plus faibles. De plus l'intérêt collectif est quasiment nul pour l'ensemble des ouvrages. Malgré tout il faut noter qu'un peu plus de 10% d'entre eux sont cités par le Grenelle de l'environnement.

4- Conclusion générale de la partie

La priorisation des ouvrages permettra est un outil qui permet de justifier l'élaboration de stratégies de gestion pour restaurer la continuité écologique. Les trois analyses définissent des ouvrages prioritaires, selon des protocoles différents, sans négliger les activités et usages développés sur certains. Maintenant il convient de regarder si l'on observe les mêmes ouvrages sur les tronçons prioritaires.

PARTIE IV : DISCUSSION

I- Etat des lieux de l'impact des ouvrages

L'état des lieux a complété la base de données sur les ouvrages dans le but d'approfondir la connaissance sur leur impact vis-à-vis de la continuité écologique des rivières. Les critères d'impact étudiés ont été validés en comité de pilotage. Ceux retenus sont les plus représentatifs.

Des critères particuliers tels que le taux d'étagement, la hauteur de chute, la distance à l'exutoire, l'altitude des ouvrages sont pris en compte. Ils permettent d'enrichir les connaissances sur l'impact des ouvrages.

L'état des lieux satisfait plusieurs objectifs. Il participe à la connaissance de l'impact des ouvrages. Il s'intègre aussi aux méthodes de définition des stratégies de gestion des ouvrages. Dans la base OCRE (base de données développée lors de la mise en œuvre du CRE en 2007) initiale, certains paramètres de l'impact des ouvrages ne sont pas intégrés, comme le taux d'étagement, ou mal renseigné. Lors de l'élaboration de cette base en 2007, le besoin cette donnée n'existait pas. Aujourd'hui, le SDAGE demande explicitement que les CLE fixent des objectifs en termes de taux d'étagement. D'où l'intérêt de renseigner correctement tous ces critères.

Les critères ont été renseignés grâce aux connaissances des techniciens de rivières et grâce à des données exploitées avec des systèmes d'information géographique. Un pourcentage d'erreur existe probablement car les données n'ont pas pu être toutes vérifiées sur le terrain. Certaines sont donc imprécises mais, faute de temps et de matériels, la vérification ne s'est pas avérée possible. Toutefois, cela n'entache pas la pertinence des résultats car l'étude se base sur une échelle de travail global du bassin versant.

L'état des lieux fait référence à des critères basés strictement sur la morphologie et la biologie des cours d'eau. Celui-ci aurait pu être complété par d'autres critères décrivant plus l'intérêt ou l'impact éventuels d'un ouvrage sur le fonctionnement des milieux associés aux cours d'eau.

L'état des lieux sera intégré à la base de données OCRE de l'IIBSN. Cette dernière pourra alors constituer un outil de travail pour les techniciens de rivière avec :

- une visualisation cartographique de l'impact des ouvrages, comme le taux d'étagement,
- une visualisation des profils

La possibilité de pouvoir modifier directement les critères dans la base de données suite à des aménagements est étudiée. Ce principe présente un intérêt : l'actualisation, en temps réel, en fonction de l'évolution de l'état des ouvrages sur le terrain (si dégradation, actions d'un syndicat,...).

II- Détermination des axes prioritaires

Les axes prioritaires ont été déterminés grâce à deux méthodes : la réglementation et le taux d'étagement. Dans cette étude, le taux d'étagement est calculé à l'échelle des tronçons hydrographiques homogènes, préalablement identifiés dans le cadre du SAGE. Grâce à cette échelle, on a une vision d'ensemble plus fine, sur le bassin versant, qu'à l'échelle des masses d'eau, utilisée pour quantifier l'état des eaux dans le cadre de la DCE. Cependant, les résultats du taux d'étagement peuvent être faussés par la longueur du tronçon. Sur un grand tronçon, prenons l'exemple de la Sèvre amont (figure 18), le taux mesuré est situé entre 20 et 40 %

d'étagement car en moyenne, il y a peu de densité d'ouvrages sur l'ensemble du linéaire. Mais si on détaille le calcul sur de plus petits linéaires, le taux d'étagement augmente jusqu'à atteindre plus de 80%. Il serait donc envisageable de calculer le taux d'étagement à une échelle encore plus précise pour identifier tous les linéaires fortement influencés. Cette démarche semble tout à fait envisageable à partir des données existantes, moyennant un travail complémentaire sur des systèmes d'information géographique (SIG).

L'association de ces deux méthodes s'inspire des principes développés par le plan national de restauration de la continuité écologique. Les résultats montrent que ce protocole permet d'obtenir des résultats cohérents à l'échelle du bassin versant qui privilégie une logique aval-amont. Cette logique est également mise en avant par les services de l'Etat

III- Détermination des ouvrages prioritaires

Au sein des axes définis comme prioritaires, une analyse basée sur trois méthodes complémentaires a permis de déterminer les ouvrages prioritaires. Ces trois méthodes, utilisées dans l'élaboration de choix stratégiques d'intervention, sont développées à partir de compétences très différentes :

- l'analyse multicritère est une méthode de calcul stratégique
- l'observation des profils longitudinaux de la ligne d'eau est une méthode illustrative
- le k-means est une méthode statistique de partition

Chacune se basant sur des critères différents, l'association de ces trois méthodes permet de diminuer le pourcentage d'erreur. De plus elles sont complètement différentes et ne font pas intervenir les mêmes domaines de compétences. Ceci permet d'enrichir l'analyse.

1- L'analyse multicritère

L'analyse multicritère est un outil d'évaluation qui a permis de donner un jugement comparatif entre l'impact et l'intérêt des ouvrages sur l'ensemble du bassin versant. Cette méthode apparaît pertinente puisqu'elle permet de faire ressortir des ouvrages prioritaires. L'analyse multicritère est une méthode simple d'utilisation mais les étapes de sa mise en œuvre peuvent être discutées.

a. Identification et sélection des critères de jugement

Cette étape est centrale dans l'analyse multicritère et elle respecte une règle de base pour la définition des critères : les critères ont été définis avant de réaliser l'analyse. Ceux-ci ne sont pas redondants et forment un ensemble cohérent qui aboutit à des résultats plausibles.

b. Détermination du poids relatifs de chaque critère

La pondération a été établie de façon très précise selon l'importance relative des critères sur l'impact biologique des ouvrages, qui reste le point central étudié dans le cadre de l'étude. Logiquement certains critères peuvent avoir une importance telle qu'ils ne peuvent pas être traités de la même manière que les autres. C'est le cas des critères correspondant à des exigences réglementaires, et pour lesquels peut s'appliquer la notion de seuil de veto. Pour la présente étude, l'aspect réglementaire est pris en compte sous une forme numérique déterminée, au même titre que le statut juridique, afin de pouvoir les intégrer dans le calcul.

c. Agrégation des jugements

C'est un point crucial de l'analyse mais difficile à réussir car il faut s'assurer que la pondération soit globalement homogène. Ici les différents tests sur la pondération des critères aboutit à des résultats similaires (l'ouvrage classé premier dans une grille n'est pas dernier dans une autre si l'on change une échelle sur un paramètre).

L'agrégation des critères a été réalisée par l'addition des valeurs pondérée. La somme fournit une note sur vingt pour chaque ouvrage qui devient ainsi comparable à la note de l'intérêt collectif, déjà existante. Les autres méthodes d'agrégation par le produit pondéré ou l'approche par surclassement sont moins adaptés cadre de cette étude car elles ne sont pas comparable à la note d'intérêt collectif.

Finalement la méthode a permis de simplifier une situation qui pouvait apparaître complexe au premier abord : les ouvrages ont pu être classés et comparé selon leur intérêt collectif et leur impact biologique. L'avantage de cette méthode est sa simplicité d'application, sa facile compréhension et reproduction. Il s'avère, également que cette méthode constitue un outil de négociation utile aux débats entre les usagers de l'eau.

Toutefois, la limite réside dans le fait que le choix des critères et de la pondération sont difficiles à établir. Une pondération mal choisie peut donc fausser les résultats. Dans ce cas, l'analyse multicritère peut être considérée comme une approche subjective.

2- La détermination des profils en long de la ligne d'eau

Cette méthode s'appuie sur des données géographiques et hydromorphologiques. Elle permet de visualiser l'évolution de la ligne d'eau des cours d'eau de l'amont vers l'aval. L'influence des ouvrages a également pu être déterminée.

Cette méthode propose l'avantage d'être simple à réaliser et à analyser. Cependant la mise en œuvre de cette technique nécessite de posséder des points cotés sur un long linéaire ainsi que des données d'altitudes sur un grand territoire. Dans le cadre de cette étude, les points cotés matérialisent les ouvrages et l'altitude a été déterminée grâce à un Modèle Numérique de Terrain utilisé au pas de 50 mètres. Cette échelle a pu poser quelques problèmes dans la détermination des altitudes. Dans les vallées fortement encaissées, les variations d'altitudes sont rapprochées. Les erreurs de précision des coordonnées X et Y ont pu détériorer la situation géographique du point par rapport au cours d'eau, et entraîner des imprécisions dans le calcul de l'altitude.

Par ailleurs, l'application de cette technique suscite la possession et les connaissances d'utilisation d'un logiciel SIG et de son module altimétrique.

3- La détermination par les statistiques : le k-means

L'analyse statistique par la méthode du k-means est une technique particulièrement efficace pour la classification. Les algorithmes des méthodes k-means sont simples et compréhensibles. Ils sont applicables à des données de grande taille comme dans le cas de l'étude.

La méthode des k-means est une méthode facile à implanter qui n'a nécessité que peu de transformations sur les données pour les rendre exploitables. La distance à l'exutoire, la hauteur de chute et la zone influencée (en km) n'ont pas été normalisées contrairement aux autres données. Ces critères s'avèrent plus représentatifs de l'impact lorsque ce sont des

valeurs numériques. Ces trois critères, exploités au format numériques, ont d'ailleurs, montré de meilleur résultat sur la priorisation des ouvrages.

Il semble que ce soit la méthode la plus juste dans son classement car on remarque un classement ayant des similitudes avec le classement établi par l'analyse multicritère.

La méthode est sensible au choix des paramètres, en particulier, le nombre k de groupes à constituer. Des calculs avec plusieurs nombres k de groupes ont été réalisés. Pour des valeurs de k égales à 3, 4 ou 5, on observe les mêmes orientations de classement. Cependant, seule la valeur 5 permet d'observer de nettes différences. Pour cette analyse, la partition en cinq classes apparaît donc comme la plus appropriée pour l'identification des ouvrages devant faire l'objet d'une attention particulière en termes de continuité écologique.

IV- Synthèse des résultats de priorisation

L'association de ces trois techniques d'analyse des ouvrages prioritaires permet de distinguer des priorités d'actions sur le bassin versant pour la restauration de la continuité écologique.

Les résultats obtenus avec chacune des méthodes sont comparés (tableau 15).

Nous pouvons remarquer que les trois méthodes fournissent des résultats très différents. Le nombre d'ouvrage défini comme prioritaire varie selon la méthode. L'analyse multicritère fournit un nombre d'ouvrages globalement moins nombreux que les deux autres. La méthode des profils en long identifient les verrous hydrauliques. Enfin la méthode statistique par le k-means cible un nombre beaucoup plus important d'ouvrages prioritaires sur chaque tronçon. Les variations de nombre d'ouvrages identifiés comme prioritaires s'expliquent par la différence de poids que prend l'intérêt collectif dans les deux méthodes (analyse multicritère et k-means). En effet, dans la méthode statistique (k-means), l'intérêt collectif n'a pas le même poids que l'impact biologique. L'intérêt collectif est représenté par une seule note alors que l'impact est décrit grâce à quatorze critères. Dans la méthode d'analyse multicritère, l'intérêt collectif est, par contre, comparé à une moyenne des critères d'impact. Cette différence de poids explique donc les variations que l'on peut observer sur un tronçon en fonction des différentes méthodes.

Au vu de la comparaison des trois méthodes, les ouvrages devant être pris en compte de manière prioritaire sont appréciés lorsque ceux-ci apparaissent en résultats dans au moins deux méthodes. Sur la Sèvre de Monnières au Longeron, la méthode d'analyse multicritère identifie Hucheloup et Gallard. La méthode des profils en long identifie également ces deux chaussées. Tandis que dans la troisième méthode du k-means, la chaussée de Gallard n'apparaît plus. L'ouvrage est défini comme prioritaires par deux des trois méthodes et peut donc être considéré comme devant être mis en avant dans cadre des stratégies de gestion des ouvrages.

Certains ouvrages n'apparaissent, au contraire, qu'une seule fois au sein des trois méthodes. Pour ceux-ci, le choix de la priorisation est plus difficile. Généralement, ce sont des ouvrages impactant mais les usages sont probablement bien développés autour de ceux-ci. Le choix de la priorisation dépend des contextes local (activité, CRE, statut juridique) et réglementaire (liste 1, liste 2, ZAP) auxquels ces ouvrages sont soumis.

L'analyse des 3 méthodes permet de dénombrer 28 ouvrages devant faire l'objet d'une attention particulière en termes de continuité écologique (figure 34). Les résultats dessinent une logique d'intervention amont aval en cohérence avec les orientations du SDAGE. En accord avec la réglementation bientôt en vigueur (propositions de classement des cours d'eau), les priorités d'intervention s'orientent vers une volonté de :

- reconquête d'un maximum de linéaires jusqu'aux prochains obstacles limitant,
- reconquête de surface d'habitats favorables à la reproduction ou l'alimentation de l'anguille et du brochet et des autres espèces migratrices potentiellement présentes,
- de gain en habitats lotiques
- de diminution des linéaires sous l'emprise des obstacles

Mis à part cinq ouvrages (Pé de Vignard, Terbin, Les Epinettes, Moulin Gros, Carteron), les ouvrages prioritaires ne sont pas inscrits aux programmes d'intervention des Contrats Restauration Entretien.

Les types d'intervention qui peuvent être faites sur les ouvrages pour restaurer la continuité écologique d'une manière plus ou moins complète sont développés dans le SDAGE et le plan national pour la restauration de la continuité écologique (circulaire du 25 janvier 2010).

Les mesures de restauration, pour le franchissement de ces obstacles doivent suivre l'ordre de priorité suivant :

1. effacement
2. arasement partiel et aménagement d'ouvertures
3. ouverture de barrages et transparence par gestion d'ouvrage
4. aménagement de dispositif de franchissement ou de rivière de contournement

La faisabilité des interventions dépend souvent de la remise en cause ou non de la présence de l'ouvrage et de son usage.

Lorsque la présence de l'ouvrage et son usage sont remis en cause, on privilégiera :

- l'effacement jusqu'à remise en état du site
Cette méthode est la seule permettant une restauration complète de la continuité écologique. La remise en état du site doit être prévue de façon à ce qu'aucune atteinte ne puisse être portée à l'objectif de gestion équilibrée de la ressource en eau. La procédure de démantèlement de l'obstacle dépend de l'importance de l'ouvrage et de l'impact des travaux sur la sécurité publique et les milieux aquatiques.
- la modification partielle avec maintien d'une partie de l'ouvrage
Pour des raisons liées à la sécurité, à la préservation du patrimoine, au coût des travaux, à l'intérêt pour des usages identifiés, l'effacement total peut ne pas être pertinent. Il peut alors être envisagé un démantèlement partiel avec maintien d'une partie de l'ouvrage qui doit être justifié.

Dans ces cas, les travaux de démolition et de remise en état du cours d'eau peuvent être soumis à deux types de procédures : la déclaration et l'autorisation, en fonction de l'importance des travaux et des modifications apportées. Dès lors que les travaux peuvent présenter un danger, de forts impacts sur la sécurité publique et les milieux aquatiques..., une autorisation au titre de la police de l'eau peut être nécessaire.

Les travaux d'intervention sur ouvrages dans le lit mineur provoquent des changements brutaux de l'écosystème en place. La remise en état du site doit minimiser ces effets par la mise en place de pêches de sauvegarde avant et pendant les opérations, un confortement des berges et la reconstruction du lit avec un substrat adapté.

Des plus, des précautions particulières doivent être prises afin de limiter les impacts environnementaux et de se prémunir contre les risques de pollution lors des travaux, par :

- la récupération des eaux de ruissellement,
- le stockage des déchets,
- le stockage des huiles et hydrocarbures,
- la limitation du déboisement et du débroussaillage au strict nécessaire.

Des mesures de surveillance et de contrôle doivent être définies avant le début des travaux. La qualité physico-chimique des eaux à l'amont et à l'aval du barrage doivent être assurées. Un suivi du repeuplement piscicole permettra de s'assurer de la reconquête du milieu par les espèces aquatiques.

Lorsque la présence et l'exploitation de l'ouvrage ne peuvent pas être remises en cause, il faut considérer des perspectives d'aménagement et de gestion adaptée afin d'assurer le rétablissement de la continuité écologique. Dans ce cas, les prescriptions sont relatives à l'aménagement des ouvrages (passe, rivière de contournement) ou à des modalités de gestion particulières des ouvrages (ouverture des vannes)

Au travers cette discussion, il a été montré que l'élaboration d'une priorisation d'actions est primordiale pour pouvoir déterminer des typologies d'actions. Les résultats de cette étude s'appuient sur des données théoriques et statistiques qui essaient refléter au mieux l'impact des obstacles sur la continuité écologique. Ces résultats permettront de donner des éléments à la Commission Locale de l'Eau pour la définition de stratégies de gestion des ouvrages hydrauliques. Cependant ce ne sont pas des éléments figés, les stratégies de gestion peuvent être élaborées en fonction d'autres critères :

- le contexte local
- le contexte politique
- la faisabilité du projet

Ainsi, d'autres obstacles peuvent être privilégiés si une opportunité se dégage. De plus des actions peuvent être définies sur les verrous hydrauliques qui bloquent l'ensemble du linéaire situé à l'amont. Aujourd'hui les interventions sur ouvrages doivent être entrevues comme des opportunités d'amélioration de la qualité physique et biologique des cours d'eau d'un bassin versant. Le choix sur les priorités d'intervention doit être décidé en concertation avec l'ensemble des acteurs du bassin versant et en accord avec les usages et les activités.



Figure 33 : Evolution du site après l'abaissement du clapet de la Motte sur la Sanguèze à Mouzillon (IIBSN)

Tronçons prioritaires	Réglementation	Taux étagement %	Axes prioritaires	Nombre d'ouvrages prioritaires		
				Analyse multicritère	Profils en long	K-means
La Sèvre en aval de Monnières	L1, L2, ZAP	95.169	oui	Chaussée des Moines Pé de Vignard	Chaussée des Moines Pé de Vignard	Pont Rousseau, Chaussée des Moines Pé de Vignard
La Sèvre de Monnières au Longeron	L1, L2, ZAP	90.180	oui	Hucheloup Gallard	La Forge, Terbin, Gaumier, Hucheloup, Plassay, Rousselin, Chaudron, Grossière, moulin Vieux , Guérin, Gallard	Moulin des Ronces, Angreviers, Le Liveau, Gerveaux, Nid d'Oie, Pont de Clisson, Plessard, La Feuillée; Moulin Neuf, Terbin, Gaumier, Fradet, Hucheloup, Rousselin, Feuillou, La Grossière, La Vallée, le Moulin Vieux, Les Roches
La Sèvre de Longeron à Mallièvre	L1, ZAP	74.268	oui	Les Rivières	Les Rivières, Le Port, L'Echarpeau, Milvin, Chaussac, Plassard, Chambon, Mallièvre	Les Rivières, Grenon, Gazeau, Pilet, Le Guy, Barbin aval, Etourneau, Buchet amont, Charruau, Bodet amont, Poupet
La Maine aval	L1, L2, ZAP	82.822	oui	Les Epinettes	Les Epinettes Guidreau	Pont Caffineau, Les Epinettes, Guidreau
Les Maines réunies et la Grande Maine aval	L1, L2, ZAP	99.281	oui	Ecomard, Moulin Gros, L'Aigault, Puy Guérin, Limouzinière, Roche Pépin, Pont Léger, Fanson barrage AEP de la bultière	Sénard, L'Ecornerie, moulin Gros, Saint Nicolas, L'Aigault, Pont Boisseau, Maison de la Rivière, Puy Guérin barrage AEP de la Bultière	Sénard, Moulin Gros, Saint Nicolas, L'Aigault, Pont Boisseau, Maison de la Rivière, Chaussée du Pont Léger barrage AEP de la Bultière,
La Moine intermédiaire	L1, L2, ZAP	82.436	oui	Pont de Moine, Robot, Clopin, Grimaud, Ivroville, Moulinard, Carteron, Moulin de Ribou, Barrage de Ribou, Barrage de Verdon	Normandeu, La Cour, Barrage de Ribou, Barrage de Verdon	Moulin Bodin, Pinsart, Pont de Moine, Robot, Normandeu, L'Ivroville, Bouchot, Vieilmur, Moulinard, La Cour, Grangeard, Parc de Moine, Carteron, Plessis, Barrage de Ribou, Barrage de Verdon

Tableau 15 : Comparaison des trois méthodes de sélection des ouvrages prioritaires

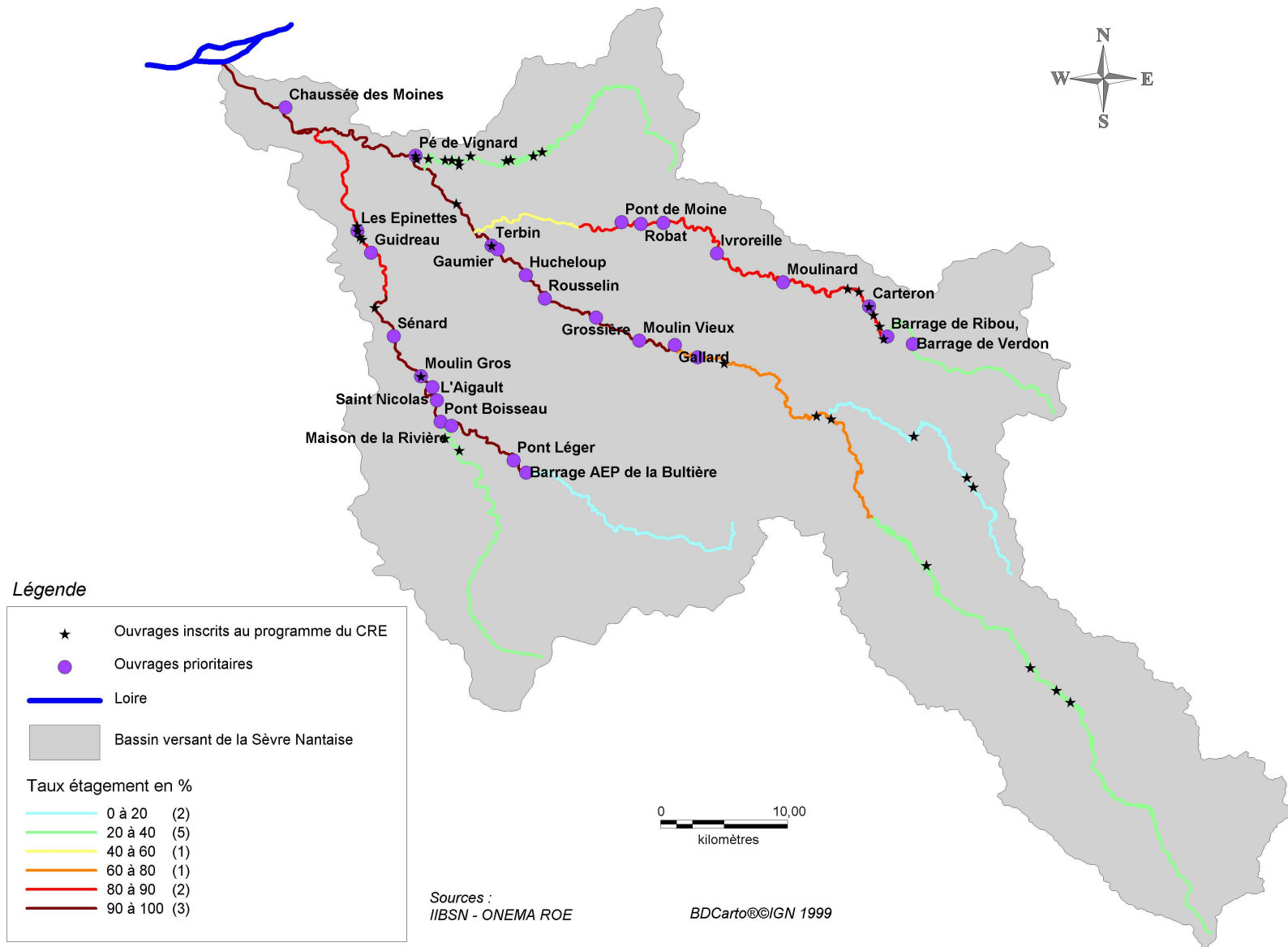


Figure 34 : Position des ouvrages définis comme prioritaires

CONCLUSION

Sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise, les nombreux obstacles contraignent la continuité écologique et constituent un frein à l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau d'ici 2015 fixés par la Directive Cadre sur l'Eau.

L'objectif de cette étude était de définir des stratégies de gestion des ouvrages hydrauliques en vue de rétablir la continuité écologique. La résolution de la problématique a permis de montrer que :

- la bonne connaissance des impacts des ouvrages est primordiale avant toute volonté d'intervention
- la définition des axes prioritaires permet d'engager une stratégie orientée de l'aval vers l'amont pour la reconquête de milieux et de faciès dégradés
- l'association de plusieurs méthodes pour la priorisation des ouvrages est favorable à de meilleurs résultats.
- l'analyse de ces résultats a permis d'identifier des éléments de stratégies pour l'amélioration de la continuité écologique.
- les résultats suivent un constat sur l'impact des ouvrages : la diminution de la dégradation de la qualité physique et biologique des cours d'eau peut être entreprise à l'échelle de tout le bassin versant.

Les résultats ont mis en évidence six axes prioritaires au sein desquels on peut identifier 28 ouvrages pouvant être pris en compte de manière prioritaires.

Aujourd'hui la gestion des cours d'eau est bien encadrée par la réglementation. La mise en œuvre effective d'actions de restauration de la continuité écologique reste, elle, à la charge des acteurs locaux. La Commission Locale de l'Eau, en tant que parlement de l'eau va pouvoir s'approprier les éléments de l'étude pour définir des actions concrètes de restauration de la continuité écologique. Une concertation avec les acteurs locaux sera ensuite fondamentale pour le mettre en œuvre.

Le rétablissement de la continuité est, toutefois, dépendant de la volonté des acteurs locaux. La restauration de la continuité suppose d'accomplir des travaux souvent complexes et financièrement importants alors que les maitres d'ouvrages ont des budgets limités. On comprend donc l'intérêt d'une réflexion, bien en amont des projets d'intervention, à l'échelle d'un bassin versant, légitime pour la CLE. La réflexion doit, ensuite, être accompagnée d'une concertation à une échelle plus locale. La position d'acteurs défavorables à l'aménagement des obstacles La peur de perdre un patrimoine et un paysage particuliers repousse l'engagement vers de telles opérations.

Avec les retours d'expériences, on connaît le gain écologique importants en termes de diversité d'écoulement, de diversité des espèces faunistiques et floristiques, de diminution de l'envasement et des processus de dégradation de la qualité de l'eau (stabilisation de la température et atténuation des mécanismes d'eutrophisation). De plus il apparaît, pour les projets d'effacement déjà réalisés sur le bassin versant, que la population est généralement plus satisfaite des résultats obtenus que de la situation antérieure. Il existe donc des perspectives de progrès sur bien d'autres sites dégradés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

OUVRAGES ET PUBLICATIONS

ANGELIER E, 2000, Ecologie des eaux courantes, TEC & DOC

AGENCE DE L'EAU LOIRE BRETAGNE, 1999, La gestion des rivières – Transport solide et atterrissements, Les études de l'Agence de l'Eau n°65

AGENCE DE L'EAU LOIRE BRETAGNE, 2009, Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) du bassin Loire-Bretagne 2010-2015, Agence de l'eau Loire-Bretagne, DREAL Centre

BACCHI M, La continuité écologique des cours d'eau, Diaporama RIVE

BAISEZ A, DAHIREL D, Mise en place d'actions visant à améliorer les habitats et la population d'anguilles au sein des SAGE, Tableau de bord anguille

BARREAU R, 2006, Vers un « tiers paysage » ? Géographie paysagère des fonds de vallée sud armoricaines – Héritages, évolution, adaptation, Thèse, Université de Nantes

BARREAU R, 2009, la mise en œuvre de la gestion physique des cours d'eau : le cas des seuils, retour d'expérience – bassins de la Sèvre Nantaise et du Thouet, rapport final, Université de Nantes

BESSE T, Novembre 2009, Paroles d'anguilles : lettre d'information du tableau de bord Anguille du Bassin Loire, des côtiers Vendéens et de la Sèvre Niortaise, n°15, LOGRAMI

BOUCHARD JP, JADEAU M, 2008, Sédimentologie en milieu fluvial et en retenue, supports de cours, LHNE – EDF, 61 p.

BOUZIN E, CUIF M, LEVINSON E, PASSERIN C, SUAREZ P, 2007, Etat des lieux des ouvrages et de leur gestion sur la Nièvre d'Arzembouy : élaboration d'outils pour une gestion concertée, rapport d'initiation à l'ingénierie de projet, Agro Paris Tech, Paris

CHARRIER A, SAVINAUD S, 2008, La Sèvre Nantaise et ses affluents : vers des rivières vivantes – les contrats de restauration et d'entretien, IIBSN

CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE, 3^{ème} et 4^{ème} trimestre 1998, Bulletin français de la pêche et de la protection des milieux aquatiques – facteurs de l'environnement et biologie des poissons, n°350-351

CONSEIL DE L'UNION EUROPEENNE, 2007, Règlement CE n°1100/2007 du Conseil du 18 septembre 2007 instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguilles européennes, Journal officiel de l'Union Européenne, n°214 du 22 septembre 2007, pp. 17-23.

CROZE O, 2008, Impact des seuils et barrages sur la migration anadrome du saumon atlantique (*Salma Salar L.*) : caractérisation et modélisation des processus de franchissement, Thèse, université de Toulouse

CROZE O., LARINIER M., 2001, Libre circulation des poissons migrateurs et seuils en rivière, Guide technique n°4, Agence de l'eau RMC

DAGREVE D., 2005. Impact des barrages sur la répartition de deux espèces de migrateurs amphibiotiques en Bretagne : le saumon atlantique (*Salmo salar*) et l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*). . ONEMA.

DENIER-PASQUIER F, 2007, continuités écologiques des cours d'eau : aspects juridiques, présentation avril 2007.

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET VENDEE, Les plans d'eau : règles et conseils, Service Eau DDAF Vendée

EPTB LOIRE, SR CONSULTANT, 2009, Effacement du barrage de Fatou, Restauration du milieu naturel, plaquette de présentation, EPTB Loire

FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT, 2006, Les dossiers du réseau eau : barrages et modifications morphologiques des cours d'eau, Réseau Eau France Nature Environnement

GARNIER CC, 2010, continuité écologique et outils réglementaires associés, présentation bureau des milieux aquatique MEDDM

HOFFMANN M, Novembre 2010, Paroles de migrateurs : lettre d'information du tableau de bord « Saumon, Aloses, Lamproie et Truite de mer » du bassin Loire, n° 2, LOGRAMI

IIBSN, 2004, Soyons Sage pour que l'eau vive, document de programmation du SAGE, IIBSN

IIBSN, 2003, Ouvrages hydrauliques du bassin versant de la Sèvre Nantaise, Milieux, paysages, usages : pour une gestion intégrée, IIBSN

LARINIER M, PORCHER J.P, TRAVADE F, GOSSET C, 2002, Passes à poissons : expertise, conception des ouvrages des ouvrages de franchissement, Collection mise au point, France

LAGUIONIE P, 2008, Transfert de sédiment dans la Vilaine : variations dans l'espace et le temps, 10^{ème} carrefour des gestions locales de l'eau 27-28 janvier 2008, Rennes

LEFEBVRE S, LE BRETON M, 2007, La continuité écologique des cours d'eau : un enjeu majeur du bassin Artois Picardie pour 2015, FDAAPPMA 62

LENOIR JC, 2009, Avis du Conseil Supérieur de l'Energie,
MALAVOI J.R., 2003, Stratégies d'intervention de l'agence de l'eau sur les seuils en rivières, Agence de l'eau Loire-Bretagne, France

MICHEL PM, 2008, Réduction de l'impact des ouvrages hydrauliques : bassin de la Sèvre Nantaise, Mémoire d'école d'ingénieurs en Agriculture ESITPA, Rouen

MICHEL PM, 2008, Suivi de l'expérimentation (2004-2008) d'abaissement du clapet de la Motte, IIBSN

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DE L'ENERGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER, circulaire du 25 janvier 2010, mise en œuvre par l'Etat et ses établissements publics d'un plan d'action pour la restauration de la continuité écologique, 49 p.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT ET DE L'AMENAGEMENT DURABLES, MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE, 2008, Plan de gestion anguille : Bassin de la Loire, des côtiers vendéens et de la Sèvre niortaise

NEAUX A, 2008, Le statut juridique des ouvrages hydrauliques, Mémoire, Université de Tours

SCE, 1996, La Sèvre Nantaise de Cerizay à Clisson : description des chaussées, Syndicat Hydraulique de la Sèvre aux Menhirs Roulants.

SCE-IIBSN, 1998-2000, Contrat de restauration et d'entretien du bassin versant de la Sèvre Nantaise, étude préalable au programme d'actions, Nantes, IIBSN

SOURICEAU, 2004, abaissement du clapet de la Motte, Mémoire d'école d'ingénieurs en Agriculture ESITPA, Rouen

STEINBACH P, 2009, Projet de SDAGE Loire-Bretagne : Questions relatives aux obstacles à l'écoulement : hydromorphologie et continuité écologique, ONEMA Dir Centre Poitou Charente

UNIVERSITE DE SAVOIE - LABORATOIRE D'ECOLOGIE FONDAMENTALE ET APPLIQUEE, 1993. Impact des aménagements des rivières sur les capacités auto-épuratrices des cours d'eau. Etude inter-agences n°24. Agence de l'eau Seine-Normandie.

VALADOU B, 2010, Stratégie Nationale de gestion des ouvrages dans le cadre du plan de gestion anguille, présentation du 26/01/2010, ONEMA

WASSON, J.G., MALAVOI, J.R., MARIDET, L., SOUCHON, Y., & PAULIN, L., 1998, Impacts écologiques de la chenalisation des rivières, Cemagref éditions, coll. Etudes, série Gestion des Milieux Aquatiques n°14, 158 p.

WEINGERTNER F, ROUSSEL C, 2010, Pourquoi rétablir la continuité écologique des cours d'eau, Journée d'information du 5 Mai 2010, ONEMA

REFERENCES INTERNET

ONEMA, Référentiel des obstacles à l'écoulement [en ligne]. Disponible sur <http://carmen.carmencarto.fr/66/ROE.map> (consulté le 26/04/2010)

GEOREZO, Le portail francophone de la géomatique [en ligne]. Disponible sur <http://georezo.net/> (plusieurs forums consultés d'avril à août 2010)

MICROSOFT, Comment faire une classification avec la méthode des nuées dynamiques ? [en ligne]. Disponible sur <http://www.xlstat.com/fr/support/tutorials/cluster2.htm> (consulté en août 2010)

COMMISSION EUROPEENNE, L'analyse multicritère [en ligne]. Disponible sur http://ec.europa.eu/europeaid/evaluation/methodology/examples/too_cri_res_fr.pdf (consulté le 22/08/2010)

GROUPE DE RECHERCHE SUR L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE, Chapitre 3 : Fouille de données [en ligne]. Disponible sur <http://www.grappa.univ-lille3.fr/polys/fouille/sortie005.html> (consulté le 24/08/2010)

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Constitution d'une chaussée (source : CEMAGREF)	6
Figure 2 : Clapet de l'Elunière sur la Sèvre amont (source : IIBSN).....	6
Figure 3 : Minoterie de la Guierche, St Amand sur Sèvre (source : IIBSN).....	7
Figure 4 : Interaction aménagement - écoulement (source : Bouchard).....	7
Figure 5 : La Sèvre et ses affluents : des cours d'eau assez peu mobiles - La Sèvre en aval de Monnières (IIBSN)	14
Figure 6 : schéma d'un système hydraulique – source : IIBSN	15
Figure 7 : Calcul du taux d'étagement (source : Steinbach)	17
Figure 8 : Evolution de la zone d'influence avec la pente	17
Figure 9 : Délimitation des tronçons hydrographiques homogènes	21
Figure 10 : Exemple de profil en long sur le Doubs (source Rollet et Piégay, 2005)	23
Figure 11 : Carte illustrant le zonage réglementaire actuel sur le bassin de la Sèvre Nantaise.....	26
Figure 12 : Zone d'influence des ouvrages par tronçons hydrographiques homogènes.....	27
Figure 13 : Note de franchissabilité des ouvrages par le brochet.....	28
Figure 14 : Représentativité de la fonctionnalité des systèmes de vannages sur le bassin versant	29
Figure 15 : Note de franchissabilité des ouvrages par l'anguille	30
Figure 16 : Carte des notes d'intérêt collectif des ouvrages du bassin versant	31
Figure 17 : Représentativité de l'envasement des biefs des ouvrages sur le bassin versant.....	32
Figure 18 : Taux d'étagement par tronçons hydrographiques homogènes	35
Figure 19 : Histogramme groupé de l'intérêt collectif et de l'impact biologique des ouvrages de la Sèvre	39
Figure 20 : Histogramme groupé de l'intérêt collectif et de l'impact biologique des ouvrages de l'Ouin.....	40
Figure 21 : Histogramme groupé de l'intérêt collectif et de l'impact biologique des ouvrages de la Sanguèze...	41
Figure 22 : Histogramme groupé de l'intérêt collectif et de l'impact biologique des ouvrages de la Moine.....	42
Figure 23 : Histogramme groupé de l'intérêt collectif et de l'impact biologique des ouvrages des Maines.....	43
Figure 24 : Profil en long de la ligne d'eau de la Sèvre Nantaise de la confluence avec la Loire jusqu'au Longeron.....	44
Figure 25 : Profil en long de la ligne d'eau de la Sèvre Nantaise entre le Longeron et Mallièvre.....	45
Figure 26 : Profil en long de la ligne d'eau de la Sèvre Nantaise entre Mallièvre et sa source.....	45
Figure 27 : Profil en long de la ligne d'eau de l'Ouin.....	46
Figure 28 : Profil en long de la ligne d'eau de la Moine.....	47
Figure 29 : Profil en long de la ligne d'eau de la Sanguèze	47
Figure 30 : Chaussée des Epinettes sur la Maine	48
Figure 31 : Profil en long de la ligne d'eau de la Maine et de la grande Maine.....	48
Figure 32 : Profil en long de la ligne d'eau de la Petite Maine	49
Figure 33 : Evolution du site après l'abaissement du clapet de la Motte sur la Sanguèze à Mouzillon (IIBSN)...	57
Figure 34 : Position des ouvrages définis comme prioritaires.....	59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification des valeurs de zone d'influence	18
Tableau 2 : Classification des valeurs issues de la franchissabilité par l'anguille (Steinbach).....	18
Tableau 3 : Classification des valeurs issues de la franchissabilité par le brochet.....	19
Tableau 4 : Classes de validité du règlement d'eau	19
Tableau 5 : Classes de fonctionnalité des vannes.....	20
Tableau 6 : Classes d'envasement du bief	20
Tableau 7 : Pondération des critères de l'analyse multicritère	22
Tableau 8 : Situation juridique des ouvrages hydrauliques du bassin versant - Août 2010	29
Tableau 9 : Taux d'étagement des masses d'eau principales du bassin de la Sèvre Nantaise.....	33
Tableau 10 : Taux d'étagement des tronçons hydrographiques homogènes du bassin de la Sèvre Nantaise.....	34
Tableau 11 : Détermination des classes issues du croisement intérêt collectif/impact biologique.....	36
Tableau 12 : Classes issues du croisement intérêt collectif/impact biologique pour les 5 principaux cours d'eau du BV	37
Tableau 13 : Résultats de l'analyse k-means par classe.....	50
Tableau 14 : Barycentres des classes pour chaque critère.....	50
Tableau 15 : Comparaison des trois méthodes de sélection des ouvrages prioritaires	58

ANNEXES

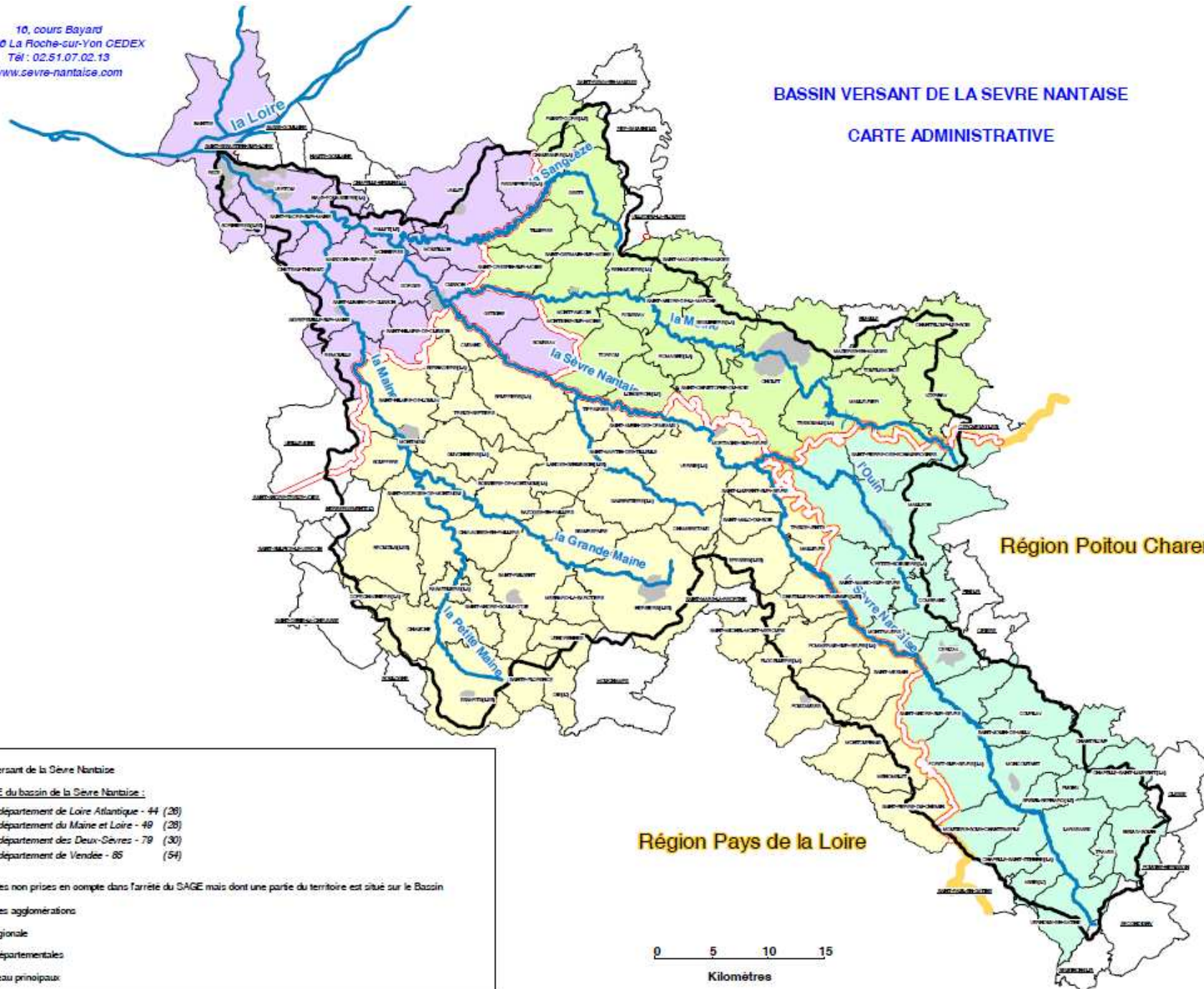
Annexe 1 : Carte de situation géographique du bassin versant de la Sèvre	I
Annexe 2 : Carte de situations administratives des communes et des syndicats de rivière du bassin versant de la Sèvre Nantaise	II
Annexe 3 : Fiches d'actions du SAGE de la Sèvre Nantaise concernant les ouvrages hydrauliques	III
Annexe 4 : Définition des valeurs pour l'évaluation de la franchissabilité des ouvrages par l'anguille – Exemple sur la Vienne (Steinbach)	IV
Annexe 5 : Modèle numérique de terrain du bassin de la Sèvre nantaise au pas de 50 mètres	V
Annexe 6 : Liste des ouvrages proposés par le Grenelle de l'environnement sur le bassin de la Sèvre Nantaise	VI
Annexe 7 : Définition et programmation des étapes de la mission	VII

ANNEXE 1 : CARTE DE SITUATION ADMINISTRATIVE DU BASSIN VERSANT DE LA SEVRE
NANTAISE



BASSIN VERSANT DE LA SEVRE NANTAISE

CARTE ADMINISTRATIVE



Légende

	Bassin versant de la Sèvre Nantaise
Communes du SAGE du bassin de la Sèvre Nantaise :	
	Communes du département de Loire Atlantique - 44 (28)
	Communes du département du Maine et Loire - 49 (28)
	Communes du département des Deux-Sèvres - 79 (30)
	Communes du département de Vendée - 85 (54)
	Communes non prises en compte dans l'arrêté du SAGE mais dont une partie du territoire est situé sur le Bassin
	Principales agglomérations
	Limite régionale
	Limites départementales
	Cours d'eau principaux

ANNEXE 2 : CARTE DE SITUATIONS ADMINISTRATIVES DES COMMUNES ET DES SYNDICATS DE
RIVIERE DU BASSIN VERSANT DE LA SEVRE NANTAISE

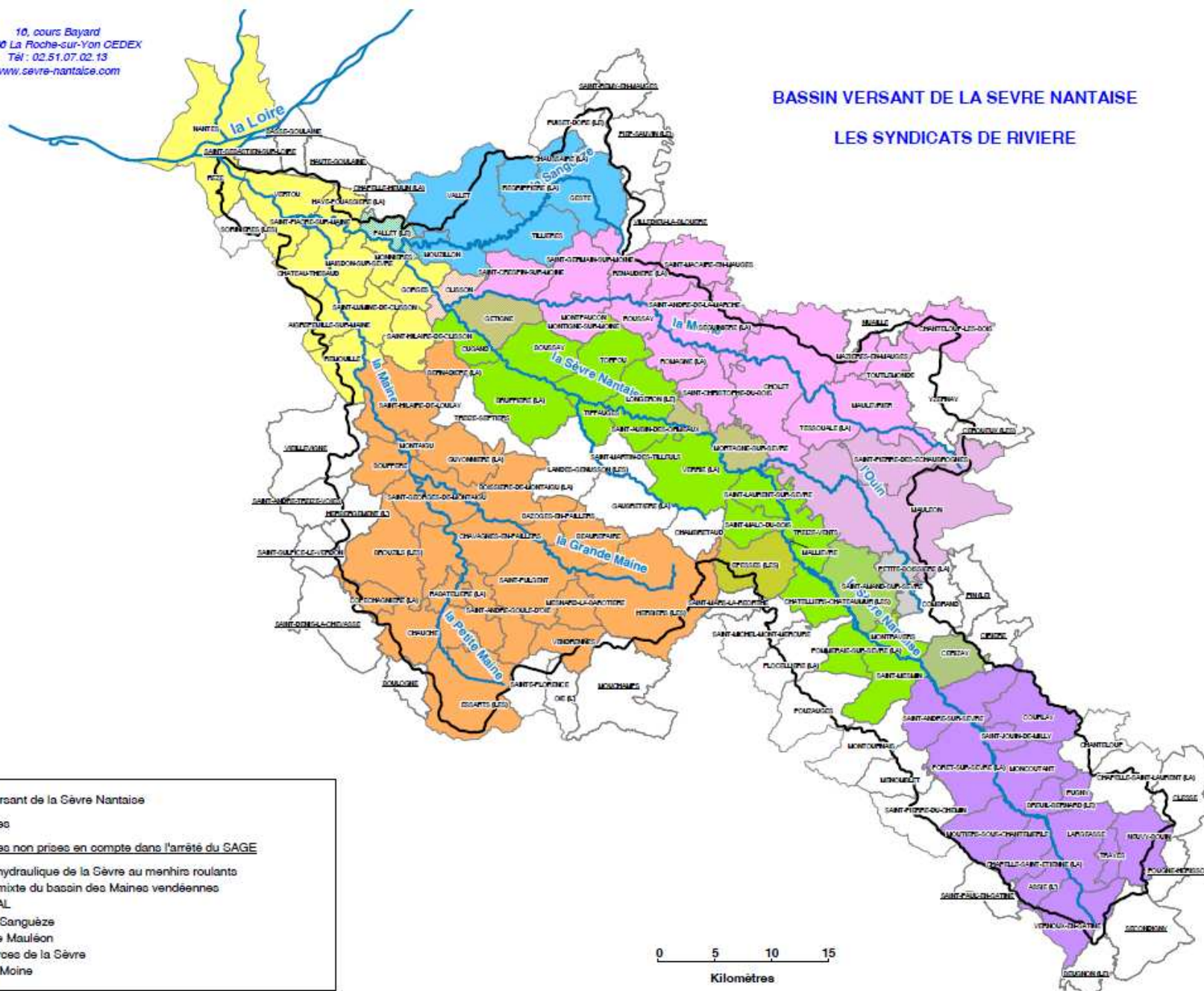


10, cours Bayard
85 030 La Roche-sur-Yon CEDEX
Tél : 02.51.07.02.13
www.sevre-nantaise.com

janvier 2009



BASSIN VERSANT DE LA SEVRE NANTAISE LES SYNDICATS DE RIVIERE



- Bassin versant de la Sevre Nantaise
- Communes
- Communes non prises en compte dans l'arrêté du SAGE
- Syndicat hydraulique de la Sevre au menhirs roulants
- Syndicat mixte du bassin des Maine vendéennes
- SEVRAVAL
- SIA de la Sanguèze
- SIVOM de Mauléon
- SMC sources de la Sevre
- SIA de la Moine

0 5 10 15
Kilomètres

**ANNEXE 3 : EXTRAIT DU PROGRAMME D'APPLICATION DU SAGE DE LA SEVRE NANTAISE -
FICHES D'ACTIONS SUR LES OUVRAGES HYDRAULIQUES**

Fiche n° II.8

Type : Technique

Définition de la politique d'intervention sur les ouvrages hydrauliques
- Mise en œuvre de l'outil d'aide à la décision (démarche participative /
analyse multicritère

Objectif principal : *Maintenir, préserver, développer la diversité des milieux aquatiques, du patrimoine biologique et du patrimoine bâti lié à l'eau*

Autres objectifs concernés : Favoriser la concertation autour des sites touristiques (équilibre entre les différents usages) / Maintenir, préserver, développer la diversité de la ressource en eau (qualité, quantité, continuité hydraulique – aspect qualité)

Thème spécifiques : qualité écologique du cours d'eau, paysage et patrimoine

Objectifs spécifiques / Gain attendu :

- Gestion intégrée : Rétablissement d'un paysage de fond de vallée fonctionnel (écologie, usages...)
- Préservation des sites à fort intérêt patrimonial

Description :

L'IIBSN, les syndicats de rivière disposent d'un outil d'aide à la décision, produit d'une réflexion collective (grille d'analyse multicritère, base de données géoréférencée) permettant de redéfinir les modalités et les types d'interventions à réaliser sur les ouvrages hydrauliques du bassin versant (chaussées, clapets, seuils, biefs artificiels / vannages-déversoirs). Il s'agit de définir l'intérêt du système hydraulique et son impact sur le milieu. L'analyse s'opère en trois phases principales :

- un état des lieux à l'échelle du bassin versant (analyse en interne – évaluation de l'ensemble des ouvrages dans le cadre d'un observatoire des ouvrages hydrauliques)
- une hiérarchisation des critères étudiés à l'échelle des tronçons homogènes
- une évaluation collective de l'ensemble des sites hydrauliques et du linéaire influence, co-animée par l'IIBSN et les syndicats de rivière (voir calendrier)

Localisation / déclinaison spécifique par sous-bassin versant (et justification) :

L'ensemble du réseau hydrographique est concerné par la démarche (forte densité d'ouvrages)

Modalités d'applications :

- maître d'ouvrage : IIBSN / syndicat de rivière / expertise disponible pour tous les maîtres d'ouvrage susceptible d'intervenir sur les chaussées, clapets, seuils...
- composition des groupes d'évaluation collective :
 - le(s) propriétaire(s)
 - association d'amis des moulins (1 représentant)
 - fédération de pêche (1 représentant)
 - association locale de pêche (1 représentant)
 - CSP (1 représentant)
 - police de l'eau (DDAF / DDE / SMN, 1 représentant)
 - club de randonnée nautique (1 représentant)
 - élus (1 ou 2 en fonction de la géographie des sites)
 - syndicat de rivière (1 représentant)
 - IIBSN (1 représentant)
- autres partenaires techniques : agence de l'eau, DIREN, FDMF / FFAM

Estimation financière :

- Observatoire des ouvrages hydrauliques (gestion et exploitation SIG) : Ingénieur SIG (1/5 à 1/4 de temps)
- Suivi de terrain / Animation – concertation / rédaction des dossiers d'évaluation : technicien de rivière (10 jours / an / techniciens)
- Réalisation des travaux : enveloppe globale de 250 k€ / an / syndicat de rivière (coût très variable selon capacité financière des syndicats et types d'interventions à réaliser)
- Etudes de cas / suivi : dans le but de mieux évaluer l'impact des ouvrages sur le plan écologique en fonction de leur typologie, de leur contexte géographique et des modalités de gestions diverses dont ils font l'objet, il est envisager d'étudier 3 à 4 ouvrages distincts à partir de l'année 2003 (partenariat technique : CSP, fédération de pêche, tech. Rivière, DIREN, autre. Estimation : 15 jours techniciens)
- Bilan biannuel en groupe « ouvrages » : 5 jours animateur SAGE
- Coût total : 15 600 000 euros

Financements actuels / envisageables :

- Restauration patrimoniale : voir modalités Contrat Restauration Entretien
- Aménagements alternatifs (incluant franchissement poisson) :
- Projets d'effacements (renaturation) :

Calendrier :

- Observatoire permanent des ouvrages hydrauliques : première évaluation interne et production d'une analyse à l'échelle du bassin versant pour fin 2003

- Evaluation collective : ensemble des ouvrages en 2005 / 50% des sites pour le premier trimestre 2004

Evaluation :

- Indicateurs d'actions : nombre d'ouvrages / an étudiés en évaluation collective, travaux réalisés, coûts annuels, typologie des travaux
- Indicateurs de résultats : Suivi des sites / enquête auprès des usagers / mesures régulière qualité de l'eau

Conséquences et mesures compensatoires éventuelles :

Exemple : modification d'un ouvrage ayant pour conséquence un abaissement sensible de la ligne d'eau moyenne : définition d'une ligne d'eau minimum ou d'une surface « plan d'eau » minimum (usage pêche, randonnée nautique) / création de micro-seuils.

Fiche n° II.9.

Type : Technique

Elaboration de protocoles de gestion des systèmes hydrauliques

Objectif principal : *Maintenir, préserver, développer la diversité des milieux aquatiques, du patrimoine biologique et du patrimoine bâti lié à l'eau*

Autre objectif concerné : Favoriser la concertation autour des sites touristiques (équilibre entre les différents usages) / Maintenir, préserver, développer la diversité de la ressource en eau (qualité, quantité, continuité hydraulique – aspect qualité)

Thèmes spécifiques : qualité écologique du cours d'eau, paysage et patrimoine

Objectifs spécifiques / Gain attendu

- Gestion hydraulique intégrée (amélioration / préservation de la biodiversité, qualité de l'eau, équilibre des usages - réduire les conflits)

Description :

Actuellement seulement 30% des ouvrages sont fonctionnels sur le plan hydraulique et très peu sont effectivement gérés selon des règles précises intégrant des objectifs écologiques et d'équilibrage des usages. Le non-usage (déclin de l'activité artisanale et industrielle) associé au déficit d'entretien des ouvrages explique cet état de fait. Il ne s'agit pas de revenir en arrière, mais de véritablement réinventer une gestion plus adéquate, en phase avec les objectifs cités ci-dessus. Les règlements d'eau et les dossiers constitués à l'époque par l'administration des ponts et chaussées constituent une mine d'informations sur lesquelles on peut s'appuyer. Des propriétaires d'ouvrages peuvent faire valoir leur droit d'eau pour gérer leur ouvrage, dans la mesure où les diverses prescriptions réglementaires anciennes et plus récentes sont respectées (voir fiche «rappels réglementaires relatifs à la gestion des ouvrages»). Les gestionnaires du bassin et les partenaires techniques pourront le cas échéant **proposer** quelques aménagements à ce droit d'usage (la rivière a changé ainsi que les usages...).

L'élaboration de protocole(s) de gestion des vannages s'appuiera en premier lieu sur :

- Une mise en évidence des modes de gestion anciens / actuels
- Une définition précise des cotes actuelles (NGF) des ouvrages (établissement de corrélations avec les cotes anciennes consignées dans les règlements d'eau)

Ensuite il conviendra d'évaluer l'impact des différents modes de gestion

- Etudes de cas, expérimentations (sites, protocole de suivi à définir)
- Suivis simplifiés de sites (bief plein, écoulement libre, règlement d'eau...)
- Expériences de gestion localisées
- Expériences de gestion et suivis plus complets sur des séries de sites

Localisation / déclinaison spécifique par sous-bassin versant (et justification) :

L'ensemble du réseau hydrographique est concerné par la démarche (forte densité d'ouvrages)
– les préconisations sont aussi à élaborer en fonction des travaux du groupe milieux naturels.

- Des orientations de gestion plus fines à l'échelle des tronçons homogènes
Exemple : Ouverture permanente des vannages (en cas de non-usage...)
- Des règles de manœuvre spécifiques à chaque ouvrage (**règlement d'eau**, caractéristiques du bief amont, usages...)
Exemple : Gestion fine des vannages en relation avec la fonctionnalité d'une frayère

Modalités d'applications :

- Maître d'ouvrage : IBSN / syndicats de rivière / propriétaires d'ouvrages
- Partenariat technique : CSP, fédérations de pêche, clubs CK, représentants des propriétaires de moulins, DIREN, services de la police de l'eau...

Estimation financière :

60 000 euros

Financements actuels / envisageables :

Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Conseils Régionaux

Calendrier :

- Etat des lieux des modes de gestions : fin 2003
- Relevé des cotes NGF / tableau de corrélation cotés anciennes : maîtrise d'ouvrage, modalité de mise en œuvre non définies à ce jour
- Etudes de cas, expérimentations : mise en place courant 2003 des suivis de sites simplifiés. Mise en œuvre d'expériences locales de gestion : été 2003 / 2004. La mise en œuvre d'expérience de gestion à l'échelle de séries d'ouvrages nécessitera la mise en place d'un groupe de pilotage technique (sélection des sites, définitions de protocoles de suivi...)

Evaluation :

- Résultats des études de suivis
- Enquête auprès des usagers

Conséquences et mesures compensatoires éventuelles :

Nota :

Plusieurs études sont en cours (études « seuils » de l'Agence de l'eau Loire Bretagne, rapport du groupe « petite hydraulique et environnement), d'autres devraient être lancées par des établissements para-publics. Les résultats de ces travaux devraient nous permettre d'étayer notre réflexion.

Fiche n° II.10

Type : communication

Communication, information, sensibilisation : pour une meilleure compréhension des systèmes hydrauliques et de la vie de la rivière

Objectif principal : Favoriser la concertation

Autres objectifs concernés : Maintenir, préserver, développer la diversité des milieux aquatiques, du patrimoine biologique et du patrimoine bâti lié à l'eau / Maintenir, préserver, développer la diversité de la ressource en eau (qualité, quantité, continuité hydraulique – aspect qualité)

Thème spécifique : La gestion des ouvrages hydrauliques

Objectifs spécifiques / gains attendus :

- Démarche participative
- Eviter les conflits d'usages / objectif général de gestion intégrée
- Impliquer les propriétaires dans le processus d'aide à la décision
- Sensibiliser les élus et les usagers

Description :

70% des ouvrages hydrauliques qui étagent la Sèvre et ses affluents sont privés. Toutefois les implications de leurs modalités de gestion, de leur maintien, abandon, suppression ou modification relèvent de l'intérêt général. C'est pourquoi l'BSN a lancé une réflexion collective et concertée sur cette thématique en 2001. Un outil d'aide à la décision a été élaboré mais il convient d'expliquer plus largement sa portée, son intérêt et son utilisation.

- Invitation systématique des propriétaires d'ouvrages et / ou d'un représentant associatif lors des évaluations collectives sur le terrain
- L'analyse produite sera transmise au propriétaire pour information
- Edition d'un guide d'utilisation de l'outil d'aide à la décision (partenaires techniques, association de propriétaires, collectivités locales)
- Elaboration et diffusion d'une lettre spéciale SAGE sur la problématique du devenir des ouvrages hydraulique et des paysages associés
- Réalisation et diffusion des actes du colloque «ouvrages hydrauliques, milieux, paysages, usages » (diffusion juin 2003 / + mise en ligne des articles et des débats)
- Diffusion de la cassette (VHS) du documentaire conçu par l'IIBSN et réalisé par Ouest Audiovisuel dans toutes les communes du bassin versant
- Réunions biennuelles du groupe « ouvrages » : synthèse des résultats obtenus (observatoire des ouvrages / évaluations collectives)
- Visite de sites destinée à la sensibilisation des élus (bief plein / écoulement libre...)

Localisation / Déclinaison spécifique par sous-bassin versant (et justification) :

L'ensemble du bassin versant est concerné. L'organisation des évaluations collectives est prise en charge par les syndicats de rivière.

Modalités d'applications :

- Maître d'ouvrage : IBSN / syndicats de rivière
- Partenariat technique : Agence de l'eau, CSP, fédérations de pêche, association de propriétaires de moulins...

Estimation financière :

20 000 euros

Financements actuels / envisageables :

Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Conseils Régionaux

Calendrier :

Guide d'utilisation de l'outil d'aide à la décision : fin 2003

Réalisation d'une lettre spéciale SAGE sur la problématique « ouvrages » :

Organisation d'une visite de site destinée à la sensibilisation des élus :

Fiche n° II.11

Type : réglementaire

Rappels réglementaires relatifs à la gestion des ouvrages

Cette fiche pourra être complétée en collaboration avec les services de police de l'eau, les associations de propriétaires...

La plupart des ouvrages hydrauliques qui jalonnent le cours de la Sèvre nantaise relève d'un statut juridique hérité de l'ancien régime. Le droit d'usage de l'eau (moulin, irrigation, autres prélèvements) a été rénové au 19^{ème} siècle. On trouve sur le bassin versant des ouvrages fondés en titre et des ouvrages fondés sur titre.

On estime que près de la moitié des ouvrages hydrauliques sont fondés sur titre sur la Sèvre nantaise et ses affluents.

Quelques ouvrages récents ont un statut juridique très flou qu'il conviendrait de clarifier (clapets automatiques).

Sur les cours d'eau non domaniaux, le titulaire d'un « droit d'eau fondé en titre » doit apporter la preuve que l'exercice de ce droit est antérieur à août 1790. Ce droit est un droit d'usage comme l'est d'ailleurs le droit fondé sur titre qui est associé à un acte administratif. Les limites de ces droits font l'objet d'une importante jurisprudence.

Les ouvrages fondés sur titre ont été réglementés au 19^{ème} siècle par les Ponts - et - Chaussées, leur consistance légale a été clairement définie à l'issue d'une procédure parfois très longue (jusqu'à 15 ans de mise en place). Les inventaires réalisés par les Ponts et Chaussées, puis les ingénieurs du service hydraulique du ministère de l'Agriculture peuvent nous renseigner sur les caractéristiques de ces moulins au 19^{ème} siècle et au cours du 20^{ème} siècle.

Indépendamment des dispositions de la loi du 16 octobre 1919, les autres dispositions réglementaires s'appliquent à ces ouvrages : ainsi, les dispositions de l'article 109 du code rural demeurent inchangées après la publication de la loi sur l'eau de 1992 (art. L. 215-10 du Code de l'Environnement). A ce titre, le règlement d'eau peut être abrogé ou modifié pour des questions motivées d'intérêt général par l'utilisation des dispositions des articles L.214-4 et L. 215-10 du Code de l'Environnement. Toutefois, ils ne peuvent pas être mis en échec par des droits attribués postérieurement par le Code civil.

Des arrêtés complémentaires (art. 42 et 43 du décret du 29 mars 1993) peuvent imposer des mesures aux installations fondées en titre, en vue de protéger les éléments cités à l'article L. 221-1 du Code de l'Environnement ou pour les rendre compatible avec un SDAGE ou un SAGE sous réserve que ces prescriptions n'entraînent pas de modifications susceptibles de remettre en cause l'activité ou l'usage de l'ouvrage.

En résumé :

- En terme de droit d'eau, il est important dans une succession ou lors d'un projet (hydroélectrique notamment) de prouver ses droits fondés en titre ou de détenir l'acte administratif pour les ouvrages fondés sur titre.
- Le règlement d'eau est lié à un partage des usages, ce règlement est modifiable en fonction de l'évolution de ces usages ou du non-usage, et en fonction de l'intérêt général.
- La police de l'eau s'applique à l'ensemble des ouvrages.

ANNEXE 4 : DEFINITION DES VALEURS POUR L'EVALUATION DE LA FRANCHISSABILITE DES
OUVRAGES PAR L'ANGUILLE – EXEMPLE SUR LA VIENNE (STEINBACH)

Diagnostic franchissabilité

		Date : 26/09/06
Avis d'expert classe : ANG = 4		Observateur : P. STEINBACH
ALA = 4 LPM = 4		
Critère	Contribution/réduction d'impact	Score
Hauteur chute	≤ 0.5m	+1
	≤ 1 m	+2
	1.97 m ≤ 2 m	+3
	>2 m	+4
Profil	Partie verticale ≥ 5H/1L et/ou rupture de pente très marquée	+1
	Partie très pentue 5H/1L à 3H/2L et/ou rupture de pente marquée	+0.5
	Face aval inclinée 2H/3L à 1H/5L	-0.5
	Face aval en pente très douce ≤ 1H/5L	-1
Rugosité	Matériaux étanche et lisse	+1
	Parement aval très rugueux (enroché, végétalisé ou dépareillé)	-1
	Parement aval rugueux (jointoiment creux, mousses)	-0.5
Effet berge	Pendage latéral favorable	-0.5
Diversité	Existence d'une voie beaucoup plus facile	-1
	Existence d'une voie plus facile	-0.5
Observations		Total : 5
<ul style="list-style-type: none"> - pied d'ouvrage noyé par le barrage précédent (Bonneuil) - effet d'écharpe insuffisant au niveau de l'ancrage rive gauche (ANG) 		

ANNEXE 5 : MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN DU BASSIN DE LA SEVRE NANTAISE AU PAS DE 50 METRES



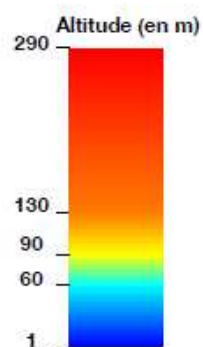
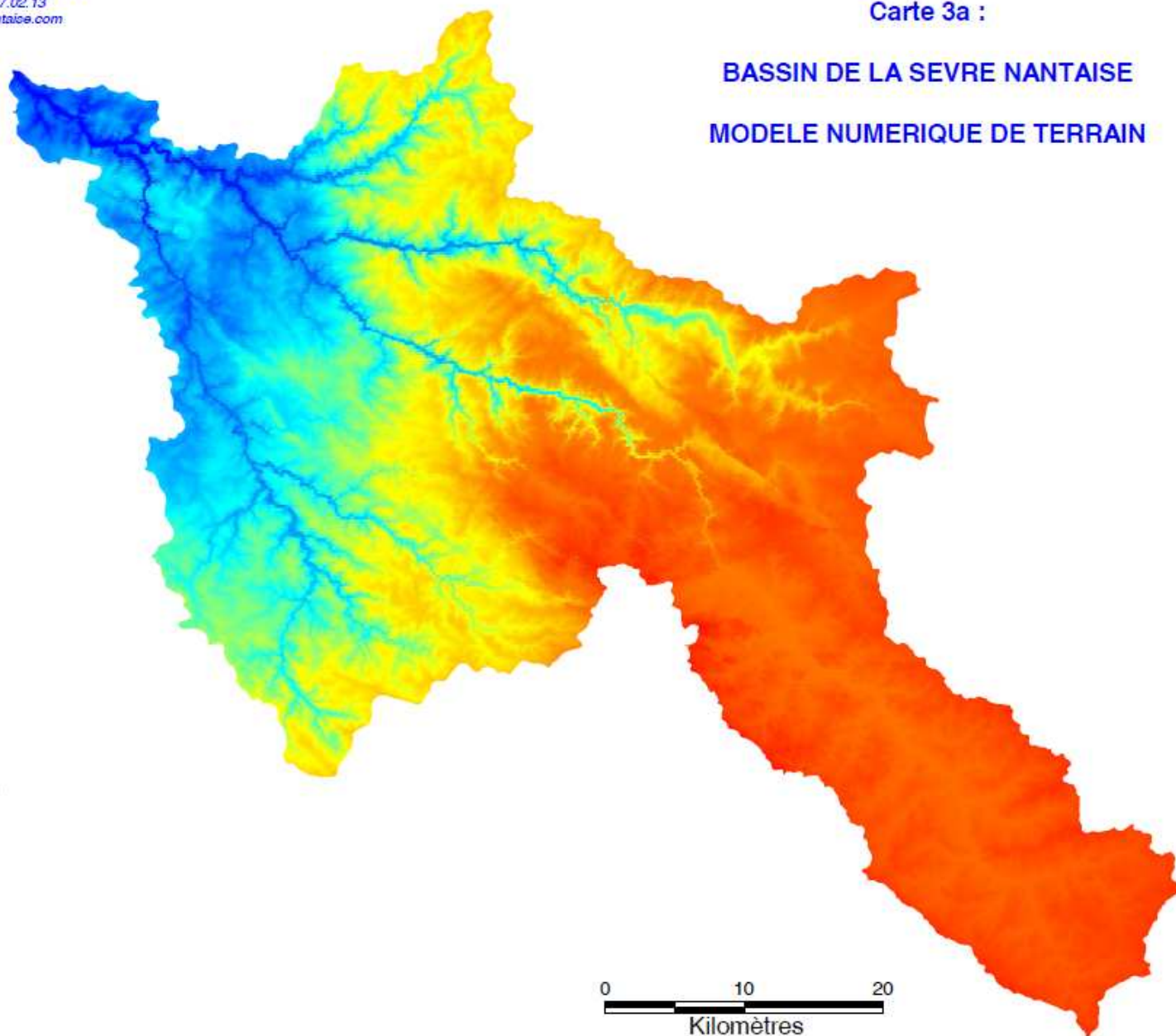
18 Cours Bayard
85 036 La Roche-sur-Yon CEDEX
Tel : 02.51.07.02.13
www.sevre-nantaise.com

mai 2009



Carte 3a :

BASSIN DE LA SEVRE NANTAISE
MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN



Projection : Lambert II étendu
Conception et réalisation : Franck Benjamin

MNT 50m BD ALTI 60 IGN 2007

ANNEXE 6 : LISTE DES OUVRAGES PROPOSES PAR LE GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE
BASSIN DE LA SEVRE NANTAISE

DEP	NOM_OBSTACLE	Cours d'eau
Loire atlantique	Ouvrage agricole (amont Debaudière)	la Sanguèze
Loire atlantique	seuil à usage agricole (amont Bois Chaudeau)	la Sanguèze
Loire atlantique	seuil gué à usage agricole (amont Bois Chaudeau)	la Sanguèze
Loire atlantique	Moulin des Ronces	la Sèvre Nantaise
Loire atlantique	le Liveau	la Sèvre Nantaise
Loire atlantique	Les Epinettes	la Maine
Loire atlantique	Moulin Reuzard	la Maine
Loire atlantique	Pont D63 St-Fiacre Chateau-Th	la Maine
Loire atlantique	La Trelitiere	la Maine
Loire atlantique	Latannerie-Cimetiere-Les Tanneries	la Maine
Loire atlantique	Saint Charles	la Maine
Loire atlantique	Scierie	la Sanguèze
Loire atlantique	Bois Chaudeau	la Sanguèze
Loire atlantique	Clapet de la Motte	la Sanguèze
Loire atlantique	La Debaudiere	la Sanguèze
Loire atlantique	Pichon	la Sanguèze
Loire atlantique	Grondin	la Sanguèze
Loire Atlantique	seuil à usage agricole (amont Bois Chaudeau)	la Sanguèze
Loire atlantique	Pe de Vignard-La Rochelle	la Sèvre Nantaise
Loire atlantique	Gerveau	la Sèvre Nantaise
Maine et Loire	Chaloire	la Moine
Maine et Loire	Grangeard	la Moine
Maine et Loire	Parc de Moine	la Moine
Maine et Loire	Carteron	la Moine
Maine et Loire	Plessis	la Moine
Maine et Loire	Nombretiere	la Moine
Maine et Loire	Moulin de Ribou	la Moine
Vendée	chaussée de la Poitevineière	la Petite Maine
Vendée	Terbin	la Sèvre Nantaise
Vendée	Clapet de la mine et seuil de la burnière	le Vendrenneau
Vendée	Moulin Gros	la Maine
Vendée	La Dauniere	la Petite Maine
Vendée	Chaussee de Grenon	la Sèvre Nantaise
Vendée	Chaussee de Buchet amont	la Sèvre Nantaise

Vendée	Chaussee de Bodet amont	la Sèvre Nantaise
Deux Sevres	clapet de la loubrie	la Sèvre Nantaise
Deux Sevres	ouvrage de la Guierche	la Sèvre Nantaise
Deux Sevres	ouvrage de le guierche	la Sèvre Nantaise
Deux Sevres	moulin de la minoterie du château	la Sèvre Nantaise
Deux Sevres	Clapet de la Naulière	la Sèvre Nantaise
Deux Sevres	clapet de la Loubrie	la Sèvre Nantaise
Deux Sevres	Moulin de la minoterie du château	la Sèvre Nantaise
Deux Sevres	La Nauliere	la Sèvre Nantaise
Deux Sevres	Chaussee de la Guierche	la Sèvre Nantaise
Deux Sevres	Clapet du pont de l'écluse	l'Ouine
Deux Sevres	Clapet de saint jouin	l'Ouin
Deux Sevres	Clapet de Vincennes	l'Ouin
Deux Sevres	Clapet de la Mignauderie	l'Ouin
Deux Sevres	clapet de saint Jouin	l'Ouin
Deux Sevres	clapet de Vincennes	l'Ouin
Deux Sevres	clapet de la Mignauderie	l'Ouin
Deux Sevres	Clapet du pont de l'écluse	l'Ouine

ANNEXE 7 : DEFINITION ET PROGRAMMATION DES ETAPES DE LA MISSION

Phases	Objectifs	Méthode	Temps	
Actualisation de l'état des lieux des ouvrages hydrauliques sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise	Description des ouvrages, des usages sur le bassin versant	Analyse des données de la BD Ouvrages	3 semaines	
		Evaluation des données manquantes		
Déterminer les enjeux de la gestion des ouvrages	Rappel du contexte réglementaire et du régime juridique des ouvrages	Bibliographie	1 semaine	
	Rappel du contexte local	Avertir l'interlocuteur de la problématique posée par l'ouvrage Rencontre avec les techniciens de rivière Rencontre avec les propriétaires d'ouvrages Evaluation des activités et usages	5 semaines	
Définition des critères biologiques et hydromorphologiques de priorisation	Priorisation de 1 ^{ère} échelle : sous bassin ou axes prioritaires	Démarche A : poissons migrateurs	Définir les axes de colonisation par espèces cibles	3 semaines
			Identifier le nombre et la localisation des obstacles sur les axes de colonisation	
		Identifier la qualité des milieux sur ces axes		
		Surface ou linéaire d'habitat adéquat		
	Priorisation de 2 ^{ème} échelle : les obstacles prioritaires	Démarche B : hydromorphologie	Evaluer la continuité à rétablir pour l'atteinte du BEE (analyse des pressions hydromorphologiques (taux d'étagement), qualité de l'eau)	
			Démarche A : poissons migrateurs	Evaluer les impacts migratoires des ouvrages (protocole d'évaluation de la continuité écologique, diagnostic terrain par ouvrage (ou collecte de données existantes) et analyse, évaluation du linéaire libéré jusqu'au prochain obstacle Connaissance des habitats aux abords de l'obstacle
Démarche B : hydromorphologie	Evaluer le linéaire sous l'emprise de l'obstacle (zone d'écoulement libre, hauteur de chute, largeur et pente naturelles, qualité de l'eau)			
Définition de zones prioritaires	Analyse des critères évalués auparavant Classement défini dans la Circulaire du 25/01/2010 (classement cours d'eau, ZAP anguille, orientation SDAGE)		1 semaine	
Proposer des stratégies de gestion	Proposition de scénarios de gestion pour l'amélioration de la continuité	Analyse des stratégies de gestion existantes et des mesures compensatoires Retour d'expériences d'autres structures	3 semaines	
	Validation le/les scénarios	Concertation locale et soumission devant la CLE	1 jour	
	Suivi de l'effet des travaux	Définir une stratégie de suivi des travaux		

TABLES DES MATIÈRES

Introduction.....	3
Partie I : Contexte de l'étude.....	4
I- Contexte de l'étude	4
1- Le bassin de la Sèvre Nantaise, dernier grand affluent de la Loire.....	4
a. La Sèvre Nantaise	4
b. La Moine	4
c. La Maine	5
d. La Sanguèze	5
e. L'Ouin.....	5
2- Un bassin versant historiquement marqué par les ouvrages hydrauliques	5
a. Les chaussées des moulins ou d'usine.....	5
b. Les clapets des années 1970/1980.....	6
3- Les ouvrages hydrauliques : des entités polémiques.....	6
a. Usages actuels liés aux ouvrages.....	6
b. L'impact des ouvrages sur les milieux aquatiques	7
II- Une réglementation ambitieuse en faveur de la restauration de la continuité écologique.....	9
1- La loi pêche de 1984, une ébauche de la continuité écologique	9
2- L'introduction de la continuité écologique par la DCE	9
3- Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux, un outil d'orientation et de gestion	10
4- Restaurer la continuité écologique : un axe phare du plan national de gestion de l'anguille.....	11
III- Une gestion locale des ouvrages largement appréhendée mais difficile à mettre en œuvre.....	11
1- L'institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Nantaise (IIBSN).....	11
2- Les syndicats de rivière : des structures locales de mise en œuvre des actions.....	12
3- Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE).....	12
4- Le Contrat Restauration Entretien de la rivière (CRE)	13
IV- Présentation de la problématique et des axes de travail	13
Partie II : Matériels et méthodes	15
I- Etat des lieux des ouvrages du bassin versant.....	15
1- La réglementation	16
2- Les ouvrages Grenelle.....	16
3- Le taux d'étagement.....	16
4- La zone d'influence de l'ouvrage.....	17
5- La franchissabilité piscicole	18
6- Les statuts juridiques.....	19
7- L'intérêt collectif	19
8- Le vannage	19
9- L'envasement du bief amont.....	20
10- Les études CRE.....	20
II- Détermination des axes prioritaires.....	20
1- Outils réglementaires	20
2- Evaluation du taux d'étagement.....	21
III- Détermination des ouvrages prioritaires	21
1- L'analyse multicritère	22
2- Le profil longitudinal de la ligne d'eau.....	22
a. Détermination des altitudes	23
b. Détermination des points kilométriques.....	23
c. Tracé du profil longitudinal.....	24
3- Analyse statistique	24

Partie III : Résultats.....	25
I- Etat des lieux.....	25
1- La réglementation	25
2- Ouvrages Grenelle	25
3- Taux d'étagement.....	25
4- Zone d'influence	25
5- La franchissabilité piscicole.....	25
6- Les statuts juridiques.....	29
7- L'intérêt collectif	29
8- Le vannage.....	29
9- L'envasement du bief amont.....	32
10- Les études CRE.....	32
II- Détermination des axes prioritaires.....	32
1- Grâce aux outils réglementaires	32
2- Evaluation et signification du taux d'étagement	32
a. Taux d'étagement des masses d'eau	33
b. Taux d'étagement des tronçons hydrographiques	33
3- Conclusion	34
III- Détermination des ouvrages prioritaires	36
1- L'analyse multicritère	36
a. La Sèvre Nantaise	38
b. L'Ouin	40
c. La Sanguèze	40
d. La Moine	41
e. Les Maines vendéennes.....	42
2- Profil longitudinal	43
a. La Sèvre Nantaise	43
b. L'Ouin.....	46
c. La Moine	46
d. La Sanguèze	47
e. La Maine	48
f. Conclusion	49
3- Confirmation des ouvrages bloquants par une analyse statistique : la méthode du k-means	50
4- Conclusion générale de la partie	51
Partie IV : Discussion	52
I- Etat des lieux de l'impact des ouvrages	52
II- Détermination des axes prioritaires.....	52
III- Détermination des ouvrages prioritaires	53
1- L'analyse multicritère	53
a. Identification et sélection des critères de jugement.....	53
b. Détermination du poids relatifs de chaque critère	53
c. Agrégation des jugements	54
2- La détermination des profils en long de la ligne d'eau	54
3- La détermination par les statistiques : le k-means.....	54
IV- Synthèse des résultats de priorisation	55
Conclusion	60
Références bibliographiques	61
Liste des figures	64
Liste des tableaux.....	64
Annexes	65
Tables des matières	89

