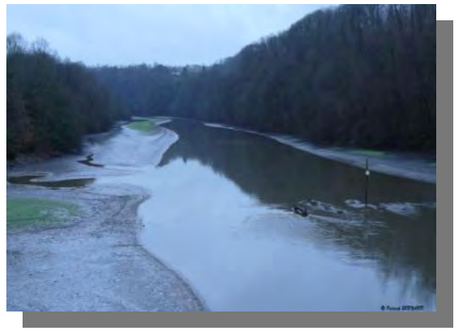
DEPARTEMENT DE LA MANCHE

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT DE BASSE-NORMANDIE

ETABLISSEMENT DE L'ETAT INITIAL DE L'ETUDE D'IMPACT DEMANTELEMENT DES BARRAGES DE *VEZINS* ET DE *LA ROCHE QUI BOIT* SUR LA SELUNE

ACQUISITIONS COMPLEMENTAIRES DANS LE CADRE DE L'ETUDE D'IMPACT DEFINITION DU DISPOSITIF DE SUIVI DES OPERATIONS



AVRIL 2012

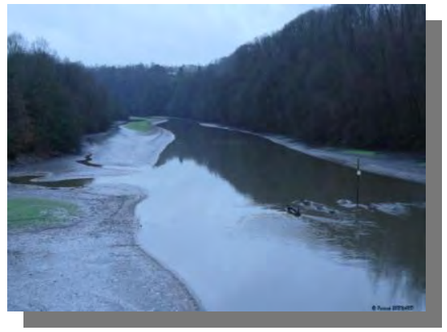
N° 4-53-0954

ARTELIA

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT
ET DU LOGEMENT DE BASSE-NORMANDIE

DEMANTELEMENT DES BARRAGES DE *VEZINS* ET DE *LA ROCHE QUI BOIT* SUR LA SELUNE

ACQUITIONS COMPLEMENTAIRES DANS LE CADRE DE L'ETUDE D'IMPACT
DEFINITION DU DISPOSITIF DE SUIVI DES OPERATIONS



ETAT INITIAL

ARTELIA
Direction Régionale Ouest
8 avenue des Thébaudières – CS 20232
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX
Tél. : 02 28 09 18 00
Fax : 02 40 94 80 99

N° Affaire	4-53-0953				Etabli par	Vérifié par
Date	AVRIL 2012				D. LEJAS Y. GASOWSKI J. STEIN	Y. GASOWSKI
Indice	A	B	C			

SOMMAIRE

1. PREAMBULE 1

2. RETOUR D'EXPERIENCE SUR LES OPERATIONS DE VIDANGE ET DEMANTELEMENT DE RETENUES 2

2.1. DEROULEMENT ET INCIDENCES DES VIDANGES 2

2.1.1. DONNEES GENERALES 2

2.1.2. ENCADREMENT REGLEMENTAIRE DES VIDANGES DE PLAN D'EAU 2

2.1.3. RETOUR D'EXPERIENCE DE LA VIDANGE DE VEZINS ET LA ROCHE QUI BOIT - 1993 3

2.1.3.1. SUIVI DU DEBIT DE RESTITUTION – PERIODE DE VIDANGE 3

2.1.3.2. SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX RESTITUEES 3

2.1.3.3. SUIVIS GEOMORPHOLOGIQUES ET SEDIMENTS – SUIVI DES APPORTS DANS LA BAIE 3

2.1.3.3.1. RETOUR D'EXPERIENCE SUR LA VIDANGE DE 1993 3

2.1.3.3.2. PROPOSITION DE SUIVI POUR LA PROCHAINE VIDANGE 4

2.1.3.4. FAUNE PISCICOLE 5

2.1.3.5. COMMUNICATION INFORMATION - USAGES 5

2.1.4. CONCLUSION ET SUIVIS GENERAUX PRECONISES DANS LE CAS D'UNE VIDANGE 5

2.2. RETOUR D'EXPERIENCE SUR LES OPERATIONS D'EFFACEMENT D'OUVRAGES 6

2.2.1. KERNANSQUILLEC 6

2.2.1.1. CONTEXTE DU DEMANTELEMENT 6

2.2.1.2. ETUDES PRELIMINAIRES ET TRAVAUX 6

2.2.1.3. SUIVI DES IMPACTS 6

2.2.1.3.1. LA QUALITE DE L'EAU 6

2.2.1.3.2. LA FAUNE 7

2.2.1.3.3. SUIVI MORPHO-SEDIMENTAIRE 7

2.2.1.4. PROJET DE RESTAURATION ASSOCIE 7

2.2.2. MAISONS-ROUGES 8

2.2.2.1. CONTEXTE DU DEMANTELEMENT 8

2.2.2.2. ETUDES PRELIMINAIRES ET TRAVAUX 8

2.2.2.3. SUIVI DES IMPACTS 8

2.2.2.3.1. LE SAUMON 8

2.2.2.3.2. LA LAMPROIE MARINE 8

2.2.2.3.3. LES ALOSES 9

2.2.2.3.4. EVOLUTION MORPHO-SEDIMENTAIRE 9

2.2.2.3.5. FAUNE MACRO-INVERTEBRES 10

2.2.2.3.6. HABITATS DU LIT MINEUR 11

2.2.2.3.7. ETUDE PAYSAGERE ET PHOTOGRAPHIQUE 11

2.2.2.3.8. ETUDE FLORISTIQUE 11

2.2.3. EXPERIENCES ETRANGERES 12

2.2.4. CONCLUSION SUR LES PROGRAMMES DE SUIVIS DES DEMANTELEMENT 15

3. PROPOSITION DU RESEAU DE SUIVI 16

3.1. PREAMBULE - BASES METHODOLOGIQUES 16

3.1.1. OBJECTIFS DU SUIVI ET DE L'ACQUISITION DE DONNEES 16

3.1.2. PERIODE DE SUIVI 16

3.1.3. LOCALISATION DU SUIVI 16

3.2. SUIVI GEOMORPHOLOGIQUE ET SEDIMENTOLOGIQUE 16

3.2.1. DIAGNOSTIC ET SUIVI DES IMPACTS GEOCHIMIQUES DU DEPART DES SEDIMENTS 17

3.2.2. DIAGNOSTIC GEOMORPHOLOGIQUE ET SUIVI DES APPORTS DE SEDIMENTS (COURS AVAL DE LA SELUNE) ET DU RISQUE D'EROSION REGRESSIVE 17

3.3. SUIVI HYDROLOGIQUE 20

3.4. SUIVI QUALITE DES EAUX 22

3.4.1. SUIVI DE LA VIDANGE 22

3.4.1.1. CHOIX DES STATIONS ET DU PAS DE TEMPS DES ANALYSES 22

3.4.1.2. CHOIX DES PARAMETRES 23

3.4.2. SUIVI DE L'OPERATION DE RESTAURATION DU COURS DE LA SELUNE 23

3.5. SUIVI DES BIOCENOSES 25

3.5.1. SUIVI PISCICOLE 25

3.5.1.1. SUIVI DE LA VIDANGE ET DE LA PECHE DE RECUPERATION 25

3.5.1.2. SUIVI DE LA RESTAURATION DU COURS DE LA SELUNE 25

3.5.2. SUIVI MACRO-INVERTEBRES 25

3.5.3. AUTRES INDICES BIOLOGIQUES 26

3.5.4. SUIVI FLORISTIQUE 26

3.5.5. SUIVI ORNITHOLOGIQUE ET MAMMIFERES SEMI-AQUATIQUES 26

3.5.6. AUTRES FAUNES 26

3.6. SUIVI DU NIVEAU SONORE DU SITE 27

3.7. SUIVI DE L'EVOLUTION DU PAYSAGE 27

3.8. SUIVI SOCIO-ECONOMIQUE 27

3.9. SYNTHESE 27

LISTE DES TABLEAUX

TABL. 1 - COUTS DE L'EFFACEMENT DU BARRAGE DE MAISON-ROUGES 8
TABL. 2 - INTERET DES SUIVIS ACTUELS 22

LISTE DES FIGURES

FIG. 1. VUE AERIENNE 2007 DU SECTEUR D'ETUDE 1
FIG. 2. LE BARRAGE DE KERNANSQUILLEC 6
FIG. 3. SCHEMA DE LA RETENUE (DERVILLE, 2001) 6
FIG. 4. SUIVI PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DU LEGUER DURANT L'HYDROCURAGE (DERVILLE, 2001) 7
FIG. 5. DENSITE EN JEUNES SAUMONS STATION RHP (AMONT ET EN AVAL) SUR LE LEGUER (SOURCE : ONEMA) 7
FIG. 6. AMENAGEMENT DU SITE DE KERNANSQUILLEC 7
FIG. 7. CROQUIS DU SITE DES PAPTERIES AVANT ET APRES RESTAURATION 7
FIG. 8. PLAN DU BARRAGE DE MAISONS-ROUGES (SEPIA CONSEILS, 1995) 8
FIG. 9. LE BARRAGE DE MAISONS-ROUGES AVANT ET APRES ARASEMENT 8
FIG. 10. EVOLUTION DU FRONT DE COLONISATION DE LA LAMPROIE MARINE SUR LE BASSIN DE LA VIENNE DE 1998 A 2010 (SOURCE : LOGRAMI) 9
FIG. 11. EVOLUTION DU FRONT SEDIMENTAIRE (EN ROUGE EN 2009) (SOURCE : CETU ELMIS) 9
FIG. 12. EVOLUTION LONGITUDINALE DES BILANS SEDIMENTAIRES CUMULES ENTRE 2005 ET 2009 SUR LA VIENNE ET LA CREUSE. (RODRIGUES, 2009) 10
FIG. 13. PEUPLEMENTS BENTHIQUES ENTRE 2005 ET 2009-STATION AVAL DU BARRAGE (MODIFIE, RICHARD, 2009) 10
FIG. 14. CARTOGRAPHIES DES HABITATS ET DU RECOUVREMENT VEGETAL D'UN SECTEUR SUR LA CREUSE (RICHARD, 2009) 11
FIG. 15. SUIVI PHOTOGRAPHIQUE DE LA VEGETALISATION D'UN TRANSECT SUR LA VIENNE (RICHARD ET ROIDE) 11
FIG. 16. VEGETALISATION PROGRESSIVE D'UN ATTERRISSEMENT SUR LA CREUSE (RICHARD, 2009) 12
FIG. 17. MOTIF DES ARASEMENTS AUX ETATS-UNIS - CLASSEMENT DES ARASEMENTS AUX ETATS-UNIS PAR DECADE ET PAR TAILLE (DOYLE ET AL. 2000). 13
FIG. 18. VOLUME DE SEDIMENTS ERODES (REEL ET MODELISE) DURANT LA VIDANGE DU RESERVOIR MILLS (SEE CUI ET AL. - 2006B) 13
FIG. 19. SIMULATION DE TEMPERATURE SUR LA KLAMATH RIVER AVEC ET SANS OUVRAGE (STILLWATER SCIENCES, 2009) 13

1. PREAMBULE

D'une superficie de 1 104 km², le bassin de la Sélune est situé sur l'ensemble géologique du massif armoricain. Le bassin couvre trois régions administratives (Normandie, Bretagne, Pays de Loire) et trois départements (Manche, Ile et Vilaine, Mayenne). Cependant, l'essentiel de sa surface est situé dans le département de la Manche.

Avec la Sée et le Couesnon, la Sélune est un des trois fleuves principaux, qui se jettent dans la Baie du Mont Saint Michel. Son exutoire est situé à l'extrémité orientale de cette baie.

Les barrages de Vezins et de la Roche qui Boit sont situés au cœur de ce bassin versant sur le cours de la Sélune. Les retenues des ouvrages bordent le territoire des communes de Parigny, Saint Hilaire du Harcouët, Virey, Saint Brice de Landelles, Saint Martin de Landelles, Isigny le Buat, Saint Laurent de Terregatte et Ducey. Les barrages sont situés à 17 km de la baie. Ils couvrent une longueur de 24 km pour un linéaire total de la Sélune de 72 km.

Dans le cadre du projet de démantèlement de ces ouvrages, la mission suivante doit permettre après analyse des retours d'expériences sur les opérations de vidange et de démantèlement des barrages de proposer un programme de suivi. Ce dernier se décompose en deux phases :

- **Le programme de suivi de la vidange ;**
- **Le programme de suivi du démantèlement de l'ouvrage et de la restauration de la continuité écologique.**

Le présent rapport synthétise en parallèle des propositions de suivis, les manques identifiés dans le cadre de la réalisation de l'état initial de l'étude d'impact. Cette partie interfère avec la mise en œuvre du réseau de suivi, que ce soit pour le suivi de l'opération de vidange mais également dans le cadre du suivi de l'opération de restauration de la continuité écologique du cours de la Sélune. Les données manquantes pour la réalisation d'un état initial exhaustif (dans le cadre de l'étude d'impact) sont donc traitées conjointement au chapitre « Proposition du réseau de suivi ». Un tableau de synthèse développe le programme d'acquisition de données en fonction de ces trois entrées différentes.

Fig. 1. VUE AERIENNE 2007 DU SECTEUR D'ETUDE

2. RETOUR D'EXPERIENCE SUR LES OPERATIONS DE VIDANGE ET DEMANTELEMENT DE RETENUES

2.1. DEROULEMENT ET INCIDENCES DES VIDANGES

Le retour d'expérience disponible sur les barrages de Vezins et de La Roche Qui Boit concerne la vidange de 1993. Les vidanges antérieures ne sont pas traitées dans le cadre de ce document.

2.1.1. DONNEES GENERALES

Les incidences des opérations de vidanges sont bien connues, elles concernent notamment :

- Les incidences qualitatives sur les masses d'eau (physico-chimie) ;
- Les incidences hydrauliques (débit de vidange) avec des montées brusques des eaux ;
- Les incidences sur l'envasement (départ des sédiments généralement distingué en trois phases de fortes concentrations : ouverture des vannes de fond, fin de vidange ou vidange du culot, période de ressuyage en fonction de la pluviométrie) ;
- Les incidences sur la vie aquatique (faune, fore, habitats et risques écotoxicologiques) ;
- Les incidences visuelles en termes de paysage ;
- Les incidences sur les usages (production hydroélectrique, production piscicole ostréicole, alimentation en eau potable (AEP), activité agricole en lit majeur…).

La durée de vidange est nécessairement liée au volume d'eau de la retenue, du débit entrant et du débit de vidange. La météorologie et l'alimentation en eau conditionnent la durée de la vidange. Une période pluvieuse peut généralement permettre une dilution et donc une diminution des impacts physico-chimiques. Ces périodes pluvieuses peuvent également entraîner des montées brutales des eaux lors de l'opération de vidange ou entrainer des crues accidentelles comme dans le cas d'un dysfonctionnement du débit de restitution. Sur ces périodes, il peut être considéré qu'un débit de vidange inférieur à 25% du débit naturel du cours d'eau soit acceptable.

Les impacts sur la vie aquatique sont inévitables mais peuvent être limités :

- La période généralement conseillée pour les vidanges s'étale depuis novembre jusqu'à fin février en lien avec des températures plus fraîches qui limitent le stress sur la faune piscicole et les impacts physico-chimiques sur le milieu récepteur. Néanmoins, les périodes de gel peuvent être particulièrement impactantes pour la faune piscicole. En parallèle, pour les cours d'eau salmonicoles, une vidange en dehors de la période de frai et d'émergence des alevins (fin novembre à fin avril) est préférable ;
- La récupération des espèces allochtones (poisson chat, écrevisse américaine…) est favorable à la conservation des équilibres des populations locales ;

Article R432-5 du Code de l'Environnement : La liste des espèces de poissons, de crustacés et de grenouilles susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques dans les eaux visées au présent titre et dont l'introduction dans ces eaux est, de ce fait, interdite, est fixée comme suit :
Poissons : Le poisson-chat : Ictalurus melas ; La perche soleil : Lepomis gibbosus.
Crustacés : Le crabe chinois : Eriocheir sinensis.
Les espèces d'écrevisses autres que : Astacus astacus : écrevisse à pattes rouges ; Astacus torrentium : écrevisse des torrents ; Austropotamobius pallipes : écrevisse à pattes blanches ; Astacus leptodactylus : écrevisse à pattes grêles.
Grenouilles : Les espèces de grenouilles (Rana sp.) autres que :
Rana arvalis : grenouille des champs ; Rana dalmatina : grenouille agile ; Rana iberica : grenouille ibérique ; Rana honnorati : grenouille d'Honnorat ; Rana esculenta : grenouille verte de Linné ; Rana lessonae : grenouille de Lessona ; Rana perezi : grenouille de Perez ; Rana ridibunda : grenouille rieuse ; Rana temporaria : grenouille rousse ; Rana groupe esculenta : grenouille verte de Corse.

- Une gestion adéquate du débit de vidange limite les incidences directes sur les peuplements aquatiques, en particulier par une bonne maîtrise des départs des sédiments.

2.1.2. ENCADREMENT REGLEMENTAIRE DES VIDANGES DE PLAN D'EAU

L'arrêté du 27 aout 1999 précise un certain nombre de modalités pour la vidange des plans d'eau.

La vidange ne doit pas nuire à la vie piscicole (reproduction, valeur alimentaire de la ressource) et il est nécessaire d'éviter le départ de sédiments (des dispositifs peuvent être mis en place pour répondre à cet objectif) ainsi que tous préjudices aux ouvrages et propriétés en aval.

La période de vidange des plans d'eau situés sur des cours d'eau salmonicoles est interdite entre le 1er décembre et le 31 mars. Cette période peut être étendue depuis le 1er novembre en fonction du milieu et de la retenue.

La vidange doit respecter les concentrations suivantes sur une base d'une donnée moyenne toutes les deux heures :

- Matière en suspension (MES) : 1 g/l
- Ammonium (NH_4^+) : 2 mg/l
- Oxygène dissous (O_2 dissous) : 3 mg/l

Le service Police de l'Eau doit être averti de la vidange 15 jours avant la date de vidange effective et la date de remise en eau.

Les poissons présents dans le plan d'eau sont récupérés et ceux dont l'introduction est interdite sont éliminés (voir les espèces listées au paragraphe précédent).

Le préfet peut imposer un suivi de la qualité des eaux en fonction de l'importance du plan d'eau, de son état d'envasement, des usages…

2.1.3. RETOUR D'EXPERIENCE DE LA VIDANGE DE VEZINS ET LA ROCHE QUI BOIT - 1993

Le paragraphe suivant s'articule entre les dispositions relatives à l'arrêté préfectoral du 5 mars 1993 et les études du suivi de l'opération.

2.1.3.1. SUIVI DU DEBIT DE RESTITUTION – PERIODE DE VIDANGE

La vidange est autorisée entre le 27 mars et 16 avril. La période d'assec dure jusqu'au 31 octobre 1993.

Le débit est limité à 15 m^3/s, sans considérer les débits entrants. Dans le cas où les débits entrants sont supérieurs à 35 m^3/s, la vidange doit être ralentie ou stoppée de manière à limiter un débit de 50 m^3/s ou au débit entrant si supérieur à 50 m^3/s. En phase finale (apparition des vases de fond), le débit est limité à 10 cm/h.

La station de Saint Aubin de Terregate (RD178 à 4 km en aval) permet de contrôler les débits sortants. Les débits entrants sont jaugés sur le barrage de Vezins.

Les manœuvres associées à la variation des débits sont compilées quotidiennement (date, heure, nature, objet et observations).

2.1.3.2. SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX RESTITUEES

La qualité des eaux restituée est acceptée en dessous des seuils destinés aux usages AEP et aptitude biologique des cours d'eau salmonicoles (classe 1B de l'époque). Une information doit être faite à la DRASS et au SIAEP Avranches Sud, ainsi qu'à la laiterie-fromagerie de DUCEY quand les conditions suivantes ne sont pas respectées ou risquent de l'être :

- Fer > 1 mg/l
- Manganèse > 0,2 mg/l
- % saturation O_2 < 30%
- MES > 50 mg/l
- NH_4^+ > 0,5 mg/l

Le suivi physico-chimique concerne deux sites :

- Aval immédiat du barrage de la Roche qui boit :
  - Vidange des barrages
    Température O_2 dissous, conductivité, MES, NH_4^+, manganèse dissous, fer dissous.
    Fréquence : 6 heures (4 analyses/jour avec augmentation du pas temps au passage du culot).
  - Vidange du culot
    Mêmes paramètres avec une fréquence plus soutenue.
    Conductivité : en continue.
- Pont de Ducey : Suivi MES (1 analyse journalière).

Le suivi post-vidange intègre ce dispositif sur une période d'une semaine après la vidange du culot et prend un rythme hebdomadaire pendant l'assec. Ces dispositions sont applicables pour des éventuelles vidanges intermédiaires (en cas de remplissage).

Le suivi a été réalisé en aval immédiat du barrage de Vezins et de la Roche qui Boit, au bois Dardennes en aval et au pont de Ducey. L'échantillonnage est variable avec un pas de temps de 1 h pour les échantillonneurs automatiques et des pas de temps de 2 à 4 h pour les prélèvements manuels en fonction de l'aspect visuel des flacons et des mesures de conductivité.

Les métaux lourds sont suivis en aval de la Roche qui Boit sur trois campagnes (avant vidange, avant et après crue du 12 juin) sur les paramètres Chrome, Cobalt, Cuivre, Nickel, Cadmium, Zinc, Plomb, Mercure. Cyanure, Chrome, et Cadmium font l'objet d'une campagne plus précise avec 9 prélèvements étalés entre fin mars et mi-juillet 1993 à Montmorel (DDASS- ex ARS).

Un IBGN a été réalisé sur les mois de juillet et août 1993 (2 stations) et avril - juin - août et octobre 1994 sur 4 stations : amont des retenues, 0.8, 3.6 et 8 km en aval de la Roche qui Boit pour le suivi de la restauration biologique de la Sélune.

2.1.3.3. SUIVIS GEOMORPHOLOGIQUES ET SEDIMENTS – SUIVI DES APPORTS DANS LA BAIE

2.1.3.3.1. RETOUR D'EXPERIENCE SUR LA VIDANGE DE 1993

a) Raison de la vidange et historique

La vidange était nécessaire pour réaliser les examens techniques de sécurité (contrôle de la structure, état des vannes) et les opérations d'entretien d'un barrage ⇨ nécessité de vider complètement la retenue.

- A Vezins, les vidanges ont été réalisées en 1977, 1982 et 1993.
- A La Roche qui Boit, les vidanges ont été réalisées en 1976 et 1993.

b) Déroulement des vidanges

Celles de 1976,1977 et 1982

A l'époque, aucun effet n'a été analysé donc aucune mesure particulière n'avait été prise.

En 1982 et 1977, la vidange de la retenue de Vezins a été réalisée en utilisant la retenue de La Roche qui Boit comme bassin de décantation pour limiter le transit des MES vers l'aval.

→ **Sédimentation importante constatée**

Vidange de 1993

Selon l'analyse des éléments connus et l'avis des experts, la vidange de Vezins était classée comme une vidange à risque au niveau de l'environnement et de l'alimentation AEP.

La retenue très envasée de La Roche qui Boit compliquait la vidange.

→ **Choix d'une vidange presque simultanée sur les deux sites** (scénario considéré à l'époque comme le moins impactant).

Les deux vidanges ont débuté en mars 1993 par l'ouverture de la vanne de fonctionnement du barrage de Vezins.

⚠ Le déroulement de la vidange ne s'est pas réalisé selon le scénario prévu pour les raisons suivantes :

- Apparition de forts courants de densité dans Vezins conduisant à de grandes quantités de sédiments vers La Roche qui Boit puis à l'aval

  → Impossibilité de réaliser des pêches efficaces pour récupérer les poissons des retenues

- L'importance des sédiments en transit associés à de nombreux détritus ont obstrué les organes de vidange

  → Colmatage du barrage de La Roche qui Boit

- Crue exceptionnelle de la Sélune

  → Forte remontée du niveau dans Vezins

- Nombreux épisodes pluvieux en juillet et août qui ont conduit à des débits soutenus avec des charges élevées en sédiments

  → Opération de réhabilitation impossible en secteur aval

c) Impacts des vidanges sur l'environnement

Altération qualité physicochimique

- La teneur en fer, manganèse, azote ont dépassé des valeurs maximales (sur des courtes durées) causés par des pics en MES supérieur à 50g/l.
- La teneur en oxygène dissous avec une concentration nulle sur plusieurs heures et sur plusieurs kilomètres

Dépôts de sédiments

- 120 000 Tonnes de sédiments ont transité à l'aval de La Roche qui Boit et n'ont pas été totalement évacués vers la mer. L'évaluation des quantités de sédiments entraînés à l'aval de la Roche qui Boit sont les suivants :
  - phase de vidange (29 mars au 25 avril 93) : **50 000 t**
  - écoulements avant la crue (25 avril au 12 juin 93) : **40 000 t**
  - écoulements après la crue (12 juin au 16 septembre 93) : **30 000 t**

  Une partie importante de ces sédiments se sont déposés dans la Sélune entraînant :
  - un envasement quasi systématique des berges jusqu'à DUCEY (1 à 3 m^3 de vase par mètre de rive)
  - un comblement partiel des biefs des moulins de DUCEY et QUINCAMPOIX (0,20 à 1 m de dépôts au milieu des biefs)
  - en aval de DUCEY, un lissage des fonds par comblement des fossés (les hauts fonds restant dégagés) et un envasement des rives. Les phénomènes d'envasement ne sont plus perceptibles à l'aval du pont de la RN 176 (4 voies), la marée jouant vraisemblablement un rôle important dans l'absence d'envasement sur ce secteur de tours d'eau.

- Dépôt vers le cours aval de la Sélune, en particulier sur le secteur immédiatement en aval de La Roche qui Boit.

Perturbations de la faune piscicole

- Peu de récupération des poissons dans les retenues (suppression quasi-totale)
- Colmatage des frayères
- Mortalité élevée des géniteurs en remontée

La dernière vidange qui a été réalisée en 1993, s'est donc traduite par des conséquences dommageables pour l'environnement. Lors de la phase d'assec, une crue estivale décennale s'est produite et a abouti à une importante érosion des stocks de sédiments contenus dans le barrage de Vezins. Ces remises en suspension ont ponctuellement atteint des concentrations de 100 g de sédiments par litre en aval des barrages polluant jusqu'à la Baie du Mont Saint Michel.

En effet, les analyses ont mis en évidence une érosion importante et une pollution associée à une sédimentation rapide en aval. Ces impacts sur la géomorphologie et la sédimentologie des cours d'eaux s'expliquent par un mauvais dimensionnement du phasage de la vidange. Les volumes des lâchés d'eau étant trop importants pour un faible pas de temps, les polluants présents dans les sédiments des retenues n'ont pas bénéficié d'une dilution suffisante. Le dépôt rapide des sédiments en aval a apporté une forte concentration en éléments polluants.

En conséquence, il est nécessaire pour éviter ces impacts de ne pas sous-estimer le temps de vidange pour une dilution des sédiments pollués et de dimensionner précisément les volumes des lâchés d'eau.

Il semble aussi nécessaire de réaliser un état initial suffisamment complet afin de permettre de mesurer les impacts de la vidange.

2.1.3.3.2. PROPOSITION DE SUIVI POUR LA PROCHAINE VIDANGE

Un suivi exhaustif sur cette thématique est ainsi proposé comme suit.

Un suivi de l'envasement doit être réalisé sur les zones de frayère et grossissement à salmonidés. Ce suivi intègre également la comparaison de profils (en long et travers) avant et après vidange (au plus tard un mois après). Le suivi se fait sur un linéaire minimum de 600 m et sur un minimum de 8 profils. Un bilan de l'envasement des retenues doit être réalisé sur 500 m en amont des ouvrages. Les dépôts potentiels doivent être enlevés.

Pour le suivi, les analyses géochimiques concernent le cours de la Sélune et les secteurs aval des barrages. Les analyses portent sur les métaux lourds (chlore, cobalt, cuivre, nickel, cadmium et zinc) et cyanures totaux (avant et après vidange).

Un dispositif de piégeage des sédiments est mis en place en queue d'étang sur le barrage de Vezins avec un suivi trimestriel pour évaluer un taux de sédimentation.

Pour analyser la minéralisation des vases après vidange et biodisponibilité du phosphore, 15 placettes de suivi sont réalisées. Cette étude vise à proposer une éventuelle méthode pour limiter l'eutrophisation avant remplissage des retenues (expérimentation réalisée entre juillet et octobre) par le biais du chaulage.

Aucun paramètre ou méthodologie n'est rendue obligatoire. Néanmoins, deux rapports du laboratoire de géomorphologie de Dinard sont rendus. Le laboratoire réalise un suivi effectif sur des échantillons de vases prélevés à Pontaubault et la Roche Torin (secteur littoral) en comparaison à des échantillons prélevés dans la retenue asséchée en octobre 1993. Les analyses portent sur la granulométrie, la minéralogie, la teneur en carbonates et en matières organiques. Une première analyse visuelle doit permettre de détecter la tangue de placages superficiels (marron) des apports fluviaux.

2.1.3.4. FAUNE PISCICOLE

La récupération du poisson fait l'objet d'une autorisation de capture et de transport. Cette autorisation s'étend des barrages à la partie aval immédiate des barrages :

- Récupération (verveux et filets maillants) de l'ensemble des populations ;
- Conservation partielle des populations pour réalevinage local (brochet, carpe, sandre, tanche, gardon) des étangs locaux < 20 km ;
- Déplacement à l'amont des truites (Airon + Sélune) ;
- Enfouissement et destruction à la chaux vive des poissons qui doivent être détruits ;
- Compte-rendu des captures et destinations.

Au vu de la destruction probable de 4 000 smolts (période de vidange associée aux émergences des alevins de salmonidés), un déversement de 40 000 alevins (saumon atlantique) soumis à la station de Cerisel sera réalisé en aval des barrages entre le 15 juin et le 15 juillet si les conditions sont favorables. Ce déversement (smolt) est réalisé le 06 avril 1994.

Un suivi annuel est réalisé sur la station RHP du CSP au bois Dardennes avec un zoom sur les espèces saumon et truite sur le secteur de Ducey. L'analyse des peuplements porte sur les années 1990-1996.

2.1.3.5. COMMUNICATION INFORMATION - USAGES

La communication liée à l'opération de vidange se fait au travers d'un registre compilant les manœuvres hydrauliques et les suivis physico-chimiques. Ce registre amendé de manière quotidienne est disponible sur le site des barrages. Les riverains, services de l'Etat, associations peuvent y consigner leurs remarques.

Il est communiqué quotidiennement aux services de l'Etat, aux mairies de Ducey et Isigny-le-Buat pour affichage.

La vidange est considérée comme un événement positif sur l'économie locale. L'usage AEP est modifié pendant la période de vidange et d'assec avec une installation provisoire sur le Beuvron. Il a été organisé un concours photo, une exposition sur les poissons migrateurs, visite des ouvrages, rallye pédestre sur Vezins, éclairage des ponts dénoyés lors de la manifestation du 20ème anniversaire de la commune canton d'Isigny le Buat.

Des documents de présentation de l'opération à disposition des collectivités, la formation d'accompagnateurs de pays, participation à la signalisation routière, mise à disposition d'un rocher d'escalade ont été ainsi proposés.

2.1.4. CONCLUSION ET SUIVIS GENERAUX PRECONISES DANS LE CAS D'UNE VIDANGE

Même si la mise en œuvre d'un programme de suivi pour une opération de vidange doit nécessairement s'attacher aux exigences du milieu émetteur (fonction des pollutions locales) et milieu récepteur (populations piscicoles, …), les suivis reposent systématiquement sur les bases suivantes :

- Oxygène dissous ;
- Concentration en ammoniaque toxique pour la faune piscicole ;
- Température ;
- Matières en suspensions ;
- Suivi du débit de vidange et des manœuvres hydrauliques ;
- Suivi piscicole.

La durée et le pas de temps du suivi des paramètres sont fonction de la période de vidange.

2.2. RETOUR D'EXPERIENCE SUR LES OPERATIONS D'EFFACEMENT D'OUVRAGES

2.2.1. KERNANSQUILLEC

2.2.1.1. CONTEXTE DU DEMANTELEMENT

Le barrage de Kernansquillec est situé au cœur de la Bretagne à l'ouest du département des Côtes-d'Armor dans un secteur encaissé de la vallée du Léguer. Construit entre 1920 et 1922, ce barrage alimentait en électricité la papeterie Vallée à Belle-Isle-en-Terre située quelques kilomètres en amont. Haut de 16 m, il est constitué de 14 voûtes à contreforts en béton armé d'une longueur totale de 75 m. La retenue longue de 1,5 km couvre une superficie de 12 ha.

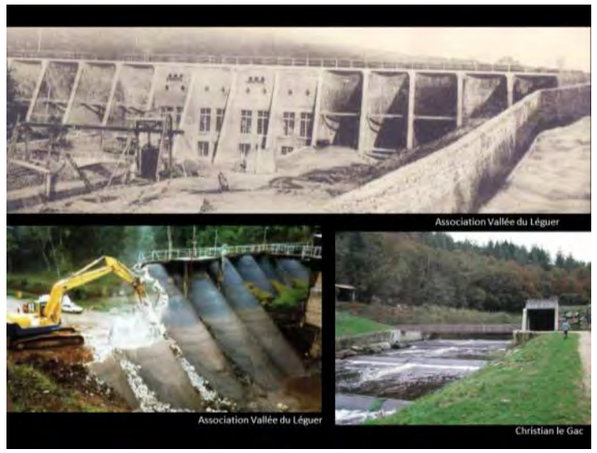


Fig. 2. LE BARRAGE DE KERNANSQUILLEC

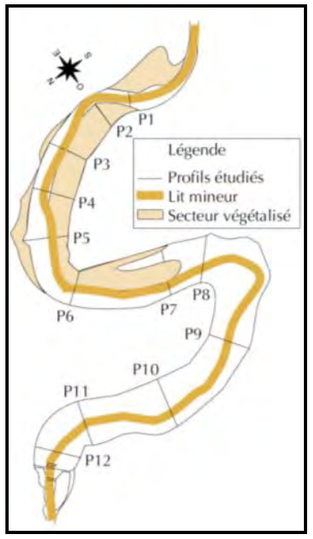


Fig. 3. SCHEMA DE LA RETENUE (DERVILLE, 2001)

Situé à 35 km de l'embouchure du Léguer ce barrage bloquait l'accès à plus de 60 km de rivières favorables au frai du saumon (Gardebois, 1969). Deux dispositifs de franchissement furent mis en place dans les années 60 : un ascenseur (non fonctionnel à partir de 1993) ainsi qu'une échelle dans l'évacuateur de crue. Malgré ces efforts les remontées ne furent pas à la hauteur des résultats escomptés. Devant ce constat, plusieurs associations demandèrent l'arasement de l'ouvrage.

La Société des papeteries Vallée ferme en 1965 et l'exploitation du barrage est reprise par un groupe de producteurs ; l'électricité est alors revendue à E.D.F. Arrivé en fin de concession en 1994, aucune demande de renouvellement ne fut déposée compte tenu de la mise en conformité imposée par l'état des ouvrages (vannes de vidange évacuateurs, respect débits réservés). Le barrage devient donc propriété de l'Etat.

Durant l'hiver pluvieux de 1995, l'évacuation des riverains à l'aval a été ordonnée par le préfet face au risque de surverse et de déstabilisation de l'ouvrage (risque de déchaussement des fondations en cas de crue). La décision d'araser le barrage fut prise par l'Etat quelques mois plus tard.

2.2.1.2. ETUDES PRELIMINAIRES ET TRAVAUX

En 1996, des études préliminaires ont montré le fort envasement de la retenue avec des dépôts entre 3,5 et 2,5 m d'épaisseur (la queue de retenue était complétement exondée, en lien avec l'exhaussement). Les matériaux étaient constitués principalement de graviers et de sables fortement chargés en matière organique et présente une variabilité selon un gradient longitudinal et transversal au plan d'eau. La capacité de stockage initiale d'environ 400 000 m^3 était réduite de moitié en 1996 du fait de l'envasement. Ce constat avait été mis en évidence lors de la vidange de 1988, qui dut être interrompue.

La vidange par hydrocurage du chenal a été effectuée à l'aide d'une drague aspiratrice. Le plan d'eau fut abaissé progressivement (3 cm/jour en moyenne) afin de stabiliser les sédiments par ressuyage. Cette campagne dura de mai à août 1996. Au final, 94 000 m^3 de sédiments ont ainsi été dragués. L'ancien profil de la rivière a été retrouvé grâce à l'ancien cadastre.

Deux lagunes en série d'une superficie totale de 3 ha situées en aval du barrage furent construites pour récupérer les produits du dragage. Les haies et talus transversaux qui ont été laissés dans les lagunes ont permis une bonne décantation des boues. L'exutoire de ces lagunes fut déplacé en fin de curage en aval de la pisciculture pour restreindre les problèmes de qualité dus aux faibles débits cumulés aux fortes charges en MES. Par ailleurs, quatre seuils rocheux d'1 m de haut (couverts de géotextile) furent créés à l'aval dans le lit du Léguer. Enlevés en octobre 1997, ils permirent de retenir 10 000 m^3 de sédiments issus de la vidange et du reprofilage naturel du cours d'eau.

Le démantèlement du barrage commença en octobre et dura 20 jours. Le radier du barrage fut laissé en place pour éviter une érosion régressive trop importante. D'apparence saine, la démolition avait mis en évidence le mauvais état des voutes et la mauvaise qualité du béton. Les déblais inertes ont été enfouis sur place. Suite à l'abaissement, un reprofilage des portions de berges érodées avait été nécessaire.

2.2.1.3. SUIVI DES IMPACTS

2.2.1.3.1. LA QUALITE DE L'EAU

Les paramètres physico-chimiques ont été suivis de mai 1996 à janvier 1997 à plusieurs endroits en amont et en aval du barrage. Ce suivi a permis de contrôler l'impact des opérations sur la qualité de l'eau pour garantir les différents usages en aval (pisciculture et prise d'eau potable). Les paramètres suivis ont été l'ammoniaque, les nitrites, l'oxygène, les matières en suspension ainsi que le pH.

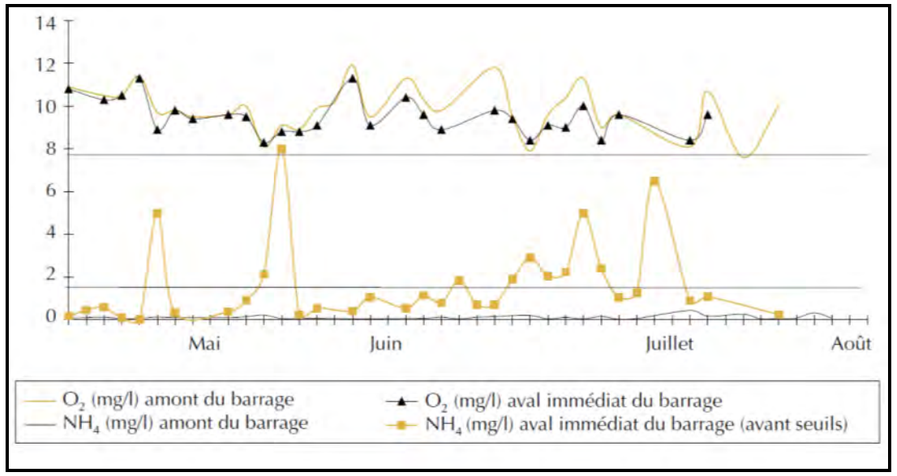


Fig. 4. SUIVI PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DU LEGUER DURANT L'HYDROCURAGE (DERVILLE, 2001)

Les mesures de gestion des sédiments ont permis de maintenir une qualité d'eau suffisante pour la pisciculture et l'AEP. Les concentrations maximales enregistrées lors de la phase finale de vidange ont été respectivement de 2,5 mg/l et 1 mg/l pour les paramètres NH_4^+ et NO_2^- et de 150 mg/l pour les MES au niveau de la pisciculture. Ces mesures ont mis en évidence l'intérêt du rôle des seuils dans l'abattement des MES (facteur 7). Les rejets sortants des bassins décanteurs ont eux aussi été contrôlés. Le débit des rejets et le rythme de l'hydrocurage ont été régulés en fonction du débit du Léguer pour permettre une dilution suffisante.

2.2.1.3.2. LA FAUNE

Un inventaire IBGN a été réalisé en 1997 dans l'ancienne retenue et en aval. La recolonisation de l'amont a été immédiate (source CSP).

Un recensement des frayères a eu lieu en 1998. Cependant, aucune étude particulière n'a été menée. Seule deux stations du RHP (Tonquédec à 20 km à l'aval, et Plougonver à 10 km sur un affluent à l'amont) permettent d'apprécier avec un historique suffisamment long le processus de recolonisation. La présence du saumon a été mise en évidence dès 2000 sur l'affluent amont (voir figure ci-dessous). Cependant l'éloignement des stations ne permet pas d'obtenir une image fiable de cette recolonisation. Depuis 1997, un Indice d'Abondance Saumon est réalisé par pêche électrique et un recensement de frayères a été effectué en 1998.

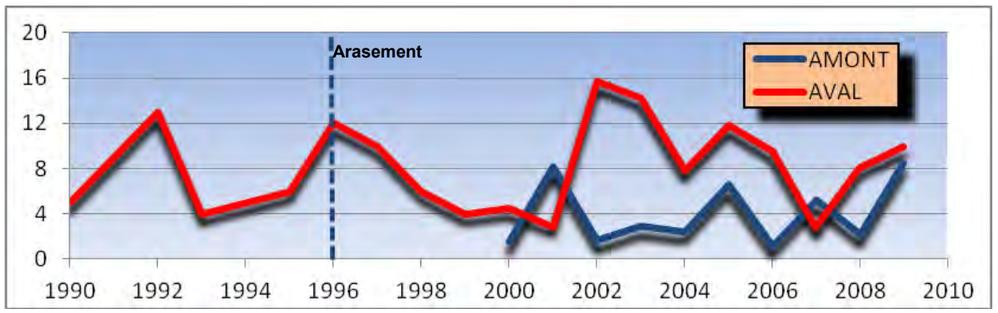


Fig. 5. DENSITE EN JEUNES SAUMONS STATION RHP (AMONT ET EN AVAL) SUR LE LEGUER (SOURCE : ONEMA)

2.2.1.3.3. SUIVI MORPHO-SEDIMENTAIRE

Concernant le suivi sédimentaire, un profil en long du Léguer a été relevé dans le cadre d'une étude morphologique réalisée en 1998.

2.2.1.4. PROJET DE RESTAURATION ASSOCIE

Le projet de restauration du site a commencé par l'acquisition des terrains de la retenue par les collectivités locales. L'objectif étant de valoriser le site pour une ouverture au public.

Sur le radier de l'ouvrage, un dispositif de franchissement a été construit à la fois pour les poissons et les canoës. Les vestiges du barrage ont été mis en valeur. Quelques voutes non démolies rappellent sa présence. Une passerelle a été aménagée au droit du barrage.

Fig. 6. AMENAGEMENT DU SITE DE KERNANSQUILLEC

Les fentes de rétractation des sols rendaient les terrains impraticables et dangereux. Les travaux de restauration ont débutés en 2001 par fauchage, sous-solage, hersage. Certaines berges instables ont été talutées et protégées par les techniques de génie végétal. Une ripisylve naturelle a été reconstituée. Certaines zones humides et bras morts ont été conservés ou recréés afin de diversifier les milieux. Une partie des terrains est aujourd'hui fauchée ou pâturée dans le cadre de conventions avec des agriculteurs.

La retenue est désormais incluse dans un sentier de randonnée pédagogique « Des papeteries Vallée à la vallée des papeteries » décrivant l'historique du site et sa valorisation ainsi que le patrimoine naturel.

La restauration du site du barrage s'est accompagnée par une mise en valeur du site des papeteries Vallée plus en amont (figure ci-dessous). Dépollué et ouvert au public en 2007, ce site permet, au travers d'animations culturelles, d'ateliers et d'expositions artistiques basés sur la mémoire locale, de faire revivre l'usine.

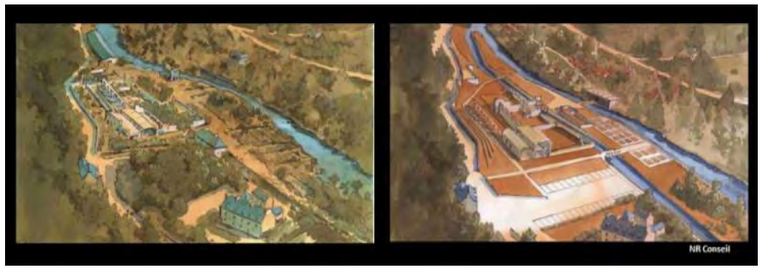


Fig. 7. CROQUIS DU SITE DES PAPTERIES AVANT ET APRES RESTAURATION

2.2.2. MAISONS-ROUGES

2.2.2.1. CONTEXTE DU DEMANTELEMENT

Le barrage de Maisons-Rouges se situait dans le département de l'Indre et Loire sur la Vienne à quelques centaines de mètres à l'aval de la confluence avec la Creuse, son affluent majeur. Construit en 1920, il s'agissait d'un ouvrage complexe de type seuil avec une hauteur de chute de 3,8 m. La retenue formée à l'amont était de 8 km sur l'axe Creuse et de 7 km sur l'axe Vienne. Entre sa construction et son arasement, cinq passes à poissons ont été construites mais aucune ne fut réellement fonctionnelle. A 244 km de la mer, il constituait un obstacle quasi infranchissable pour les différentes espèces migratrices (saumons, lamproies, aloses feinte, grandes aloses et truites de mer). La reproduction forcée des deux espèces d'aloses à l'aval du barrage entraina un phénomène d'hybridation avec production d'individus stériles remettant en cause la pérennité des populations.

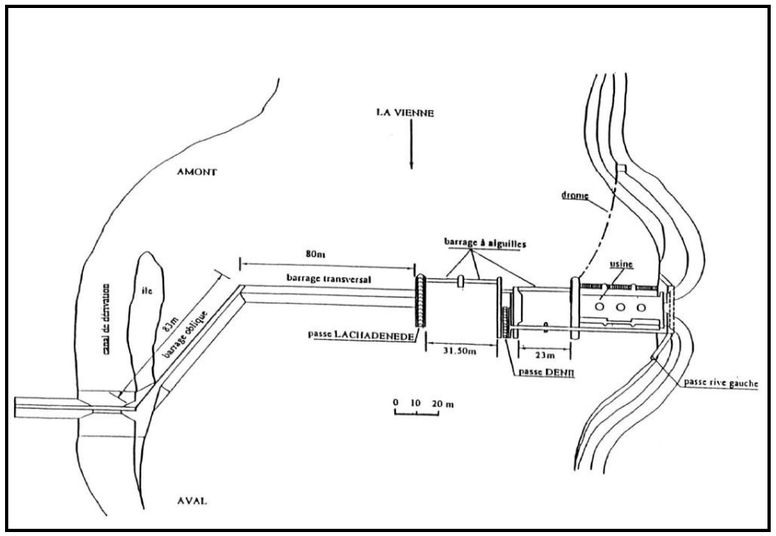


Fig. 8. PLAN DU BARRAGE DE MAISONS-ROUGES (SEPIA CONSEILS, 1995)

A partir de 1983, des opérations d'alevinage en saumons ont été opérées sur la Gartempe dans le cadre du « Plan Saumon ». Il s'agissait du seul cours d'eau avec frayère potentiellement accessible. Le plan envisageait également l'abandon du barrage (en mauvais état) et le non renouvellement de la concession.

2.2.2.2. ETUDES PRELIMINAIRES ET TRAVAUX

En 1994, le Plan-Loire prévoyait explicitement l'arasement du barrage de Maisons-Rouges, ainsi que des mesures compensatoires pour les activités associées au plan d'eau (bassin motonautique, irrigation agricole, camping). En 1994, un comité de concertation et de suivi de l'effacement du barrage a été coordonné par le préfet. La concession ne fut pas renouvelée et les turbines furent arrêtées. Une étude d'impact fut alors lancée. En 1996, un groupe d'experts conclut à « un important problème de stabilité du barrage » confirmant son mauvais état. Face à ce risque un arrêté préfectoral interdisait l'accès aux berges de la Vienne sur 7 km de part et d'autre du barrage. En 1997, les coûts estimatifs de réhabilitation du barrage avec dispositif de franchissement ont été évalués à 8 millions d'euros et l'arasement à 1,7 millions d'euros.

L'arasement a lieu à la fin de l'été 1998. La démolition s'est fait en plusieurs étapes, d'abord la rive droite puis la rive gauche avec un abaissement progressif du plan d'eau. L'usine a été démolie au printemps 1999. Les berges ont été enrochées et un radier stabilisateur a été placé au droit de l'ancien barrage, afin de prévenir une érosion régressive trop importante due aux anciennes extractions de granulats en aval.

Fig. 9. LE BARRAGE DE MAISONS-ROUGES AVANT ET APRES ARASEMENT

Le coût des travaux ont concerné à la fois le démantèlement, l'aménagement du site et l'adaptation des dispositifs d'irrigation utilisés par les agriculteurs. Des subventions ont été attribuées par l'Etat aux collectivités locales ne bénéficiant plus des taxes reversées par EDF (pour des projets de développement local).

Tabl. 1 - COUTS DE L'EFFACEMENT DU BARRAGE DE MAISON-ROUGES

Coût des études	172 270 €
Coût des acquisitions	274 400 €
Coût des travaux et aménagements	2 160 000 €
Coût total de l'action	2 600 000 €
Mesures compensatoires	~ 2 000 000 €
Financements : État (65 %), EDF (23 %), agence de l'eau (12 %).	

2.2.2.3. SUIVI DES IMPACTS

2.2.2.3.1. LE SAUMON

Dès 1999, une dizaine d'adultes a été capturée à Chateauponsac sur la haute Gartempe. De telles remontées n'avaient pas eu lieu depuis la construction du barrage. Malgré cet arasement, de nombreux obstacles (une soixantaine selon l'ONEMA) entravent encore la remontée des saumons jusqu'aux meilleures frayères sur le haut bassin de la Gartempe.

En 2010, la reproduction naturelle de saumons sur la Creuse en aval du complexe hydroélectrique d'Eguzon a été confirmée. La FDPPMA 36 a constaté la présence de frayères et des jeunes saumons ont été capturés dans ce secteur qui ne fait l'objet d'aucun alevinage. En 2011, 113 saumons ont déjà été comptabilisés à Descartes sur la Creuse, alors que les remontées habituelles approchent la cinquantaine d'individus.

2.2.2.3.2. LA LAMPROIE MARINE

Cette espèce a très rapidement recolonisée la Creuse et ses affluents remontant jusqu'au complexe d'Eguzon ainsi que sur plusieurs affluents (Gartempe et l'Anglin). Sur la Vienne, le front de colonisation est resté bloqué au barrage de Châtellerault jusqu'à son aménagement (figure ci-après).

2.2.2.3.3. *LES ALOSES*

Dès l'année suivant l'effacement, les aloses ont recolonisé la Vienne et la Creuse jusqu'aux ouvrages infranchissables (pour ces espèces) de Châtellerault et de Descartes équipés depuis de dispositifs de franchissement fonctionnels. Les effectifs contrôlés aux stations de Descartes et Châtellerault ont explosé dans les premières années mais ont régressé depuis. Cependant, une partie des effectifs n'est pas contrôlée et se reproduit en aval. C'est au total une douzaine de frayères actives qui sont présentes dans l'ancienne retenue à la fois pour les aloses mais aussi pour les lamproies.

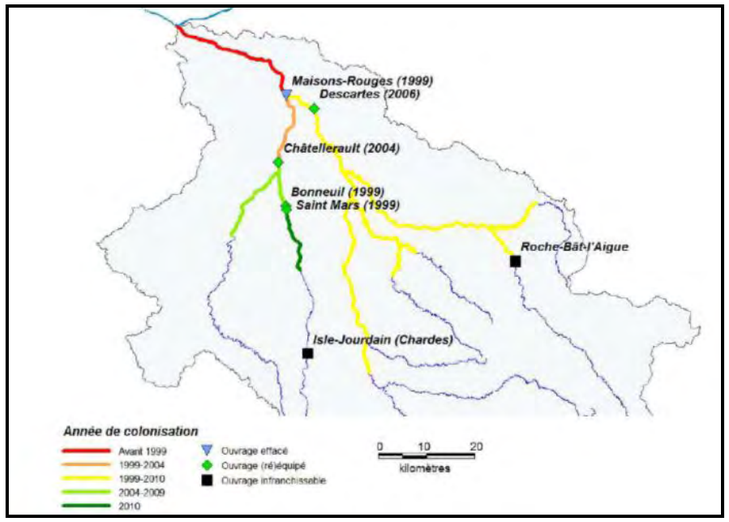


Fig. 10. EVOLUTION DU FRONT DE COLONISATION DE LA LAMPROIE MARINE SUR LE BASSIN DE LA VIENNE DE 1998 A 2010 (SOURCE : LOGRAMI)

2.2.2.3.4. *EVOLUTION MORPHO-SEDIMENTAIRE*

Outre l'évaluation du volume de sédiments stockés dans la retenue effectuée en 1994, une campagne bathymétrique de référence à l'aval du barrage et dans la retenue a été menée avant arasement en 1998. Les autres campagnes de suivi ont eu lieu en 1999, début 2000 (impact de la crue décennale), fin 2000, en 2002, en 2005 et en 2009. Ces relevés ont été complétés par un suivi aérien à basse altitude des masses sédimentaires en 1998, 1999 et 2000. En 2009, un suivi granulométrique des sédiments a aussi été réalisé.

a) Volumes de sédiments

L'étude d'impact (Sepia Conseils, 1997) préalable à l'effacement a évalué à 900 000 m^3 le volume de sédiments accumulés en amont du barrage entre la mise en eau de la retenue et 1994 ; soit respectivement 300 000 m^3 sur l'axe Creuse et 600 000 m^3 sur l'axe Vienne. Les apports moyens annuels seraient donc de 4 300 m^3 pour la Creuse et 8 600 m^3 pour la Vienne, ce qui semble faible (Malavoi, 2000).

L'érosion des sédiments de la retenue a été très importante durant les premières années du suivi. Ce volume de sédiments déstocké est évalué à 174 000 m^3 fin 1999 et 400 000 m^3 fin 2000 soit 45% du volume estimé (Malavoi, 2000). En 2009, certains secteurs sont toujours sujets à des phénomènes d'érosion.

b) Vitesse de migration

La vitesse de propagation des sédiments a été variable entre les différentes étapes du suivi. Celle-ci est estimée à 2 km/an en année hydrologique moyenne et d'environ 2,5 km/an sur une période de 10 ans (Malavoi, 2000).

En 1999, le front sédimentaire se situe 1,3 km à l'aval de l'ouvrage.

Entre 1998 et 2000, la vitesse est estimée à 3 km/an. La crue décennale a induit une progression de 1,5 km.

Entre 2002 et 2005, la progression des sédiments est de 2,66 km/an.

Entre 2005 et 2009, la progression semble plus faible, de l'ordre de 2 km/an. En 2009 le front de propagation supposé se situe au niveau d'anciennes fosses d'extractions de granulats à environ 25 km à l'aval du barrage, soit une vitesse moyenne de 2,5 km/an.

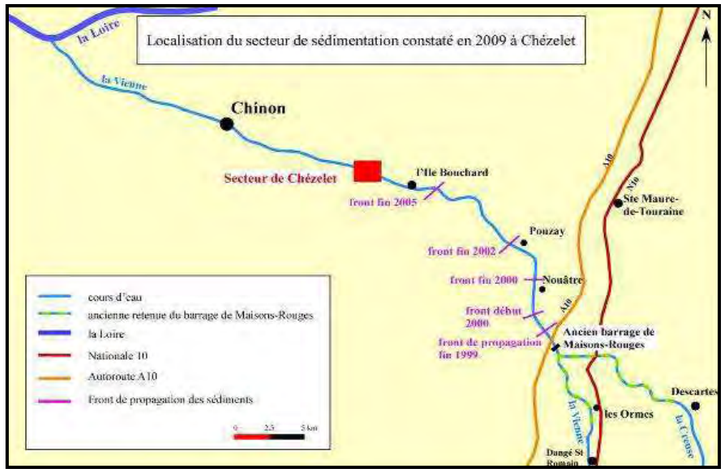


Fig. 11. EVOLUTION DU FRONT SEDIMENTAIRE (EN ROUGE EN 2009) (SOURCE : CETU ELMIS)

c) Configuration du transit

L'abaissement du plan d'eau a provoqué une rapide érosion des sédiments du talweg et des bancs latéraux. La progression de l'érosion régressive a été différente selon les cours d'eau. En 1999, le front d'érosion se situait entre 4 et 5 km en amont de la confluence sur l'axe Creuse et à seulement 2 km sur l'axe Vienne.

Les sédiments semblent se propager principalement sous forme de barres sédimentaires. En 1999, les sédiments forment une langue sableuse constituée de bans médians lobés. En 1999, celle-ci mesurait 1,3 m d'épaisseur sur environ 100 m de large et 1,25 km de long. Certains secteurs, soumis à une forte sédimentation sur toute la largeur du lit, évoluent depuis vers une configuration en barres alternes (Malavoi, 2000).

En 1999 et en 2000, des incohérences sont apparues dans l'évaluation des stocks de sédiment. Le volume déstocké dans l'ancienne retenue semble plus important que celui retrouvé en aval du barrage. Le volume « manquant » atteint environ 100 000 m^3. Ce volume correspond vraisemblablement aux sédiments fins transportés en suspension. Cette hypothèse semble confirmée par l'absence de sédiments fins dans les analyses granulométriques effectuées en aval. De plus, des dépôts de fines plus importants qu'à l'habitude ont été retrouvés sur les berges et le lit majeur de la basse vallée de la Vienne soit environ 35 km à l'aval du barrage après la crue de décembre 1999 (Malavoi, 2000).

Des analyses de l'évolution sédimentaire à partir des transects bathymétriques ont mis en évidence les tendances par grands secteurs. Cette évolution est visible sur la figure suivante.

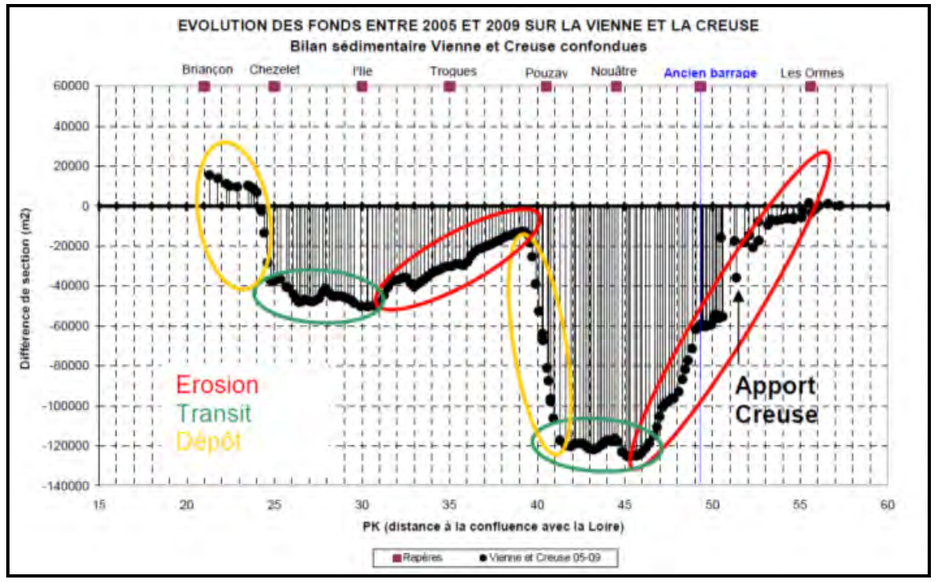


Fig. 12. EVOLUTION LONGITUDINALE DES BILANS SEDIMENTAIRES CUMULES ENTRE 2005 ET 2009 SUR LA VIENNE ET LA CREUSE. (RODRIGUES, 2009)

d) Facteurs d'influences du transit et de la dynamique sédimentaire

Le suivi a confirmé la relation existante entre l'hydraulicité et la propagation des sédiments, notamment à l'aval du barrage. Le déstockage des sédiments de la retenue attribué à la crue décennale de 1999 est de l'ordre de 15 % du volume estimé. Cependant, les phénomènes ont été différents selon les rivières. Sur l'axe Creuse, le déstockage a été fort fin 1999 (crue décennale) puis faible durant l'année 2000, alors que les relevés indiquent le phénomène inverse sur l'axe Vienne (Malavoi, 2000). Ce point reste inexpliqué.

Outre l'hydrologie, d'autres facteurs ont joué sur la dynamique sédimentaire. La pente d'énergie (approximée par la pente de la ligne d'eau) peut jouer une influence majeure. Depuis 2002, une partie importante du stock sédimentaire s'accumule à une dizaine de kilomètres de l'ancien barrage. Ce secteur se caractérise par une chute brutale de la pente de la ligne d'eau. En 2005, le volume de sédiment accumulé représente environ 60 000 m^3. L'accrétion s'est encore accentuée en 2009 et constitue la principale masse sédimentaire issue du barrage (Rodrigues, 2009) (voir figure suivante). En revanche certaines fosses identifiées comme des pièges à sédiments potentiels n'ont été comblées que temporairement (Malavoi, 2000).

Les tendances sédimentaires ont été mises en relation avec la présence de points durs (affleurements naturels, radiers de ponts, anciens ouvrages de navigation, ancien gués). Dans certains secteurs, la présence de nombreux points durs semblent avoir empêché une incision importante des sédiments. Au contraire une érosion latérale des berges a pu été remarquée dans ces zones jusqu'en 2002 (Rodrigues, 2009).

2.2.2.3.5. FAUNE MACRO-INVERTEBRES

Les objectifs des diagnostics sur la faune benthique étaient de caractériser l'évolution des peuplements dans la retenue et d'évaluer l'influence du transit sédimentaire à l'aval.

La première phase du suivi a consisté à inventorier les habitats sur les berges de la retenue ainsi que dans le lit. L'abaissement du plan d'eau a exondé les habitats principaux des rives (spermaphytes et racines immergés) très biogène. Ces habitats n'ont été rétablis que partiellement au fur et à mesure de la végétalisation des berges. En revanche, les habitats homogènes du lit de la rivière se sont très rapidement diversifiés, laissant apparaitre différents substrats (sables, substratum, …).

Une station a été échantillonnée en aval du barrage en 1998, 1999, 2000, 2002, 2005 et 2009. Ce site atteint en 1999 par le front sédimentaire a subi une importante modification des habitats. La richesse de la faune benthique a largement diminué au profit d'espèces de la famille des *Chironomidae*. Néanmoins dès 2005, le peuplement apparait comme diversifié et plus équilibré. En 2009, la poursuite de l'érosion a de nouveau bouleversé le peuplement qui reste varié avec 41 taxons présents et une forte richesse spécifique (Richard, 2009).

Deux stations supplémentaires ont été échantillonnées en 2005 et 2009 sur la Creuse et la Vienne dans l'emprise de l'ancienne retenue. L'essentiel du déstockage sédimentaire ayant eu lieu avant 2005, la faune benthique apparait alors comme déjà diversifiée avec plus d'une quarantaine de taxons. Les taxons dominants sont les planaires (*Dugesiidae*), coléoptères (*Esolus*), les chironomes et les éphémères (*Baetis*) (Richard, 2009). Une autre station a été échantillonnée en 2009 à Chinon en aval du front sédimentaire. Les caractéristiques principales du peuplement restes similaires.

Ces analyses ont montré la rapidité de réponse des peuplements quant aux modifications de l'habitat. Malgré les processus sédimentaires toujours en cours depuis 10 ans après l'arasement, la faune benthique semble caractéristique des peuplements de la Vienne hors zone d'influence.

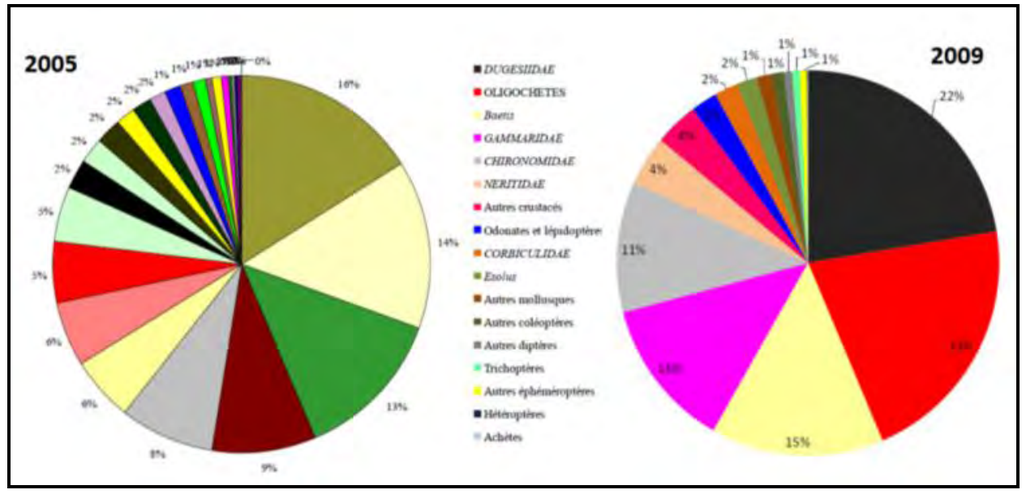


Fig. 13. PEUPLEMENTS BENTHIQUES ENTRE 2005 ET 2009-STATION AVAL DU BARRAGE (MODIFIE, RICHARD, 2009)

2.2.2.3.6. *HABITATS DU LIT MINEUR*

En parallèle des résultats obtenus sur la macrofaune benthique, une évaluation de la diversité des habitats du lit de l'ancienne retenue a été menée durant les campagnes 2005 et 2009. Deux secteurs ont été choisis sur la Creuse et la Vienne. Le diagnostic a porté sur la nature du substrat, le recouvrement végétal du lit et des îlots avec identification des espèces ainsi que les strates de végétation sur les îlots.

Des différences entre les deux cours d'eau sont apparues mettant en évidence la diversification des habitats. Dans le lit de la Creuse, les sables et graviers occupent 44,7% de la surface prospectée. On observe ensuite les galets avec 20% de cette superficie. Le substratum est apparent sur de 5% de la surface. Dans le lit de la Vienne le substrat semble en moyenne plus grossier ; les galets occupent 56,3% de la surface et les graviers 30,4%. Ainsi le substrat de la retenue dominé par des sables s'est très fortement diversifié suite à l'arasement.

Sur la Creuse, les atterrissements à l'étiage représente 18% du secteur étudié et seulement 6% sur la Vienne.

Sur les deux rivières, la végétation aquatique est très présente avec d'importantes surfaces où le recouvrement dépasse les 40%. Douze espèces de végétaux aquatiques ont été inventoriées mais le peuplement reste cependant largement dominé par les renoncules.

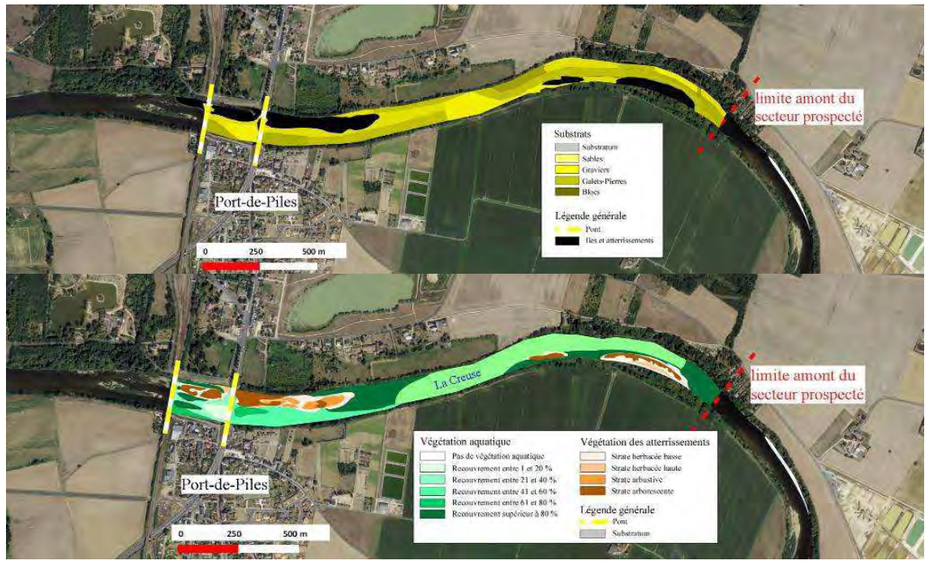


Fig. 14. CARTOGRAPHIES DES HABITATS ET DU RECOUVREMENT VEGETAL D'UN SECTEUR SUR LA CREUSE (RICHARD, 2009)

Depuis 2005, les habitats du lit des cours d'eau semblent donc bien diversifiés. Les ilots exondés participent à cette diversification. Deux atterrissements sur la Creuse sont des lieux de frai reconnus pour plusieurs espèces de poissons (FDPPMA 37).

2.2.2.3.7. *ETUDE PAYSAGERE ET PHOTOGRAPHIQUE*

Là encore des sites précis ont été choisis pour caractériser l'évolution paysagère au sein de l'ancienne retenue. Quatre lieux de prise de vue ont été réalisés depuis les principaux accès (ponts et chemins riverains). Chaque année, pour chaque site suivi, une description du paysage avec une photo associée a été réalisée. L'aspect visuel de la retenue a très vite changé. Les surfaces nues fin 1998 ont, dès l'année suivante, été recolonisées par la végétation. En 2009, le paysage est similaire aux autres secteurs de la Vienne. Il est difficile aujourd'hui de distinguer les traces du barrage et des surfaces historiquement en eau.

2.2.2.3.8. *ETUDE FLORISTIQUE*

Cinq transects ont été étudiés dans l'ancienne retenue pour chaque année de suivi. Le recouvrement a été estimé par la méthode de Braun Blanquet, pour chaque espèce ainsi que pour les strates herbacées et arbustives-arborescentes. Ce relevé est complété par un profil topographique de la berge.

Au cours de la période de suivi, la quasi-totalité des stations a subi une érosion plus ou moins marquée en pied de berge.

La strate herbacée pionnière laisse aujourd'hui la place à des espèces telles que *Bidens frondosa*, *Urtica dioica*, ou *Phalaris arundinacea*. La strate herbacée, semble aujourd'hui se stabiliser.

En 2009, la strate arbustive est bien présente en pied de berge et s'est densifiée (voir figure 20). Celle-ci évolue rapidement vers la state arborescente. Aujourd'hui les espèces dominantes sont *Salix alba, Populus nigra* et *Acer negundo* (espèce invasive). D'autres espèces sont présentes telles que *Salix viminalis* ou *Salix purpurea*. (Richard 2009).

Fig. 15. SUIVI PHOTOGRAPHIQUE DE LA VEGETALISATION D'UN TRANSECT SUR LA VIENNE (RICHARD ET ROIDE)

Par ailleurs, la colonisation des atterrissements par la végétation a fait l'objet d'un suivi spécifique. Des photographies mettent en évidence cette évolution. La végétalisation a été variable selon l'exposition aux contraintes hydrauliques. Certains îlots ont été colonisés dès 1999 par des herbacées et quelques ligneux. Là encore, les espèces les plus abondantes sont *Salix alba* et *Populus nigra*. Malgré un recouvrement variable selon les ilots, la strate arborescente est bien présente et de nombreux arbres atteignent ou dépassent la dizaine de mètres.

Fig. 16. VEGETALISATION PROGRESSIVE D'UN ATTERRISSEMENT SUR LA CREUSE (RICHARD, 2009)

2.2.3. EXPERIENCES ETRANGERES

Au XXème siècle est apparue la nécessité de démolir certains barrages pour des raisons de sécurité mais aussi pour des raisons environnementales ou économiques. Ces opérations sont abordées de différentes manières selon les régions du monde et le contexte associé.

En Europe, les effacements d'ouvrages ne sont pas récents. En Allemagne de nombreux petits ouvrages ont été arasés dans le cadre des programmes de renaturalisation de 1960-1995 (Epple 2010). Cependant, il existe peu d'informations sur ces démantèlements en dehors de quelques opérations plus récentes comme, le barrage de Krebsbach démantelé en 2007 pour prévenir le risque de rupture en cas de crue.

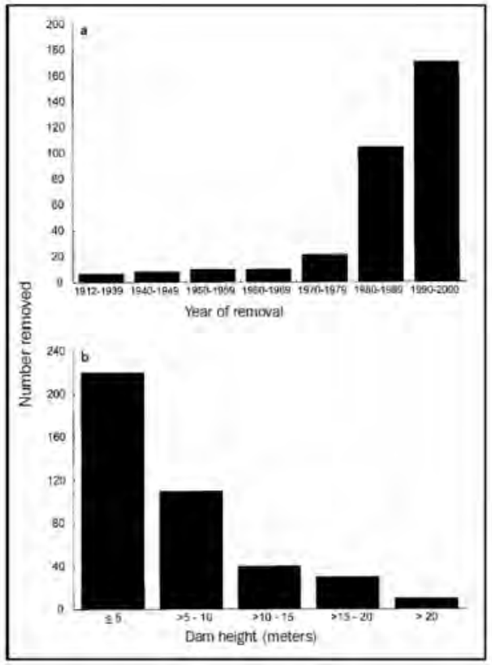
C'est aujourd'hui la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE), avec l'objectif d'atteinte du bon état écologique, qui devient le moteur de ces effacements. En 2010, le ministre des transports allemands a annoncé l'aménagement de barrages sur les voies navigables pour la restauration de la continuité écologique dont des arasements (Epple 2010). En Espagne, une centaine d'ouvrages a aussi été démantelée. Là encore, ces opérations n'ont pas été valorisées. De nouveaux projets sur des ouvrages conséquents sont prévus prochainement comme le barrage d'Alcalá sur le Guadalquivir (Epple 2010).

En Amérique du Nord et principalement aux Etats-Unis, les premières déconstructions sont très anciennes. Au début du XXème siècle, certains barrages ont été détruits afin de permettre la libre circulation des migrateurs. Il s'agissait surtout de démantèlements « sauvages » par des pêcheurs et des populations autochtones. Pour les arasements les plus anciens, là encore, peu d'informations sont disponibles. En Amérique du Nord, 750 obstacles de plus de 2 m et environ 7 barrages de plus de 3-15 m ont déjà été détruits en 2007. (Epple 2010). La grande majorité des arasements ont eu lieu à partir des années 80. Il y a donc dans ce pays une réelle expérience dans ce domaine. Actuellement une soixantaine d'opérations ont lieu chaque année (American Rivers, 2010) principalement des petits ouvrages. Les estimations tendent à montrer qu'il y aurait environ 2 millions d'ouvrages sur le territoire des Etats-Unis. L'arasement est considéré aujourd'hui dans bien des cas comme la solution *sine qua non* pour permettre la restauration des cours d'eau.

Comme le montre le tableau 2, les motifs les plus évoqués pour justifier l'arasement sont la préservation de l'environnement et la sécurité (Doyle et al 2000). Parmi les raisons environnementales la restauration de la continuité pour les espèces migratrices est très souvent utilisée. La pêche de loisirs ou commerciale aux Etats-Unis génère des bénéfices importants et les efforts consentis jusqu'alors en repeuplement sont très onéreux et peu efficaces. L'arasement apparait souvent comme la solution la moins coûteuse et la plus efficace.

Depuis une vingtaine d'années, est apparue la nécessité de mettre en valeur ces opérations et d'effectuer des études préalables et ainsi de prévoir les impacts possibles de ces arasements. Qu'ils soient « positifs » comme la recolonisation par les poissons migrateurs ou non souhaités comme la dégradation de la qualité de l'eau par exemple. Certains arasements mal considérés comme celui du barrage Fort Edwards en 1973 avec la contamination massive de l'Hudson par plusieurs tonnes de PCB suite au déstockage des sédiments pollués, ont contribué à la mise en place d'études préalables (Epple 2010).

Les impacts des arasements de grands barrages sont maintenant bien connus mais leur amplitude restent très variable selon les cas (dimensions des retenues, volumes de sédiments accumulés). Depuis 10 ans, d'importants moyens scientifiques sont mis en œuvre pour mieux comprendre et prévoir ces impacts. Ces recherches sont portées par des universités, des ONG mais aussi par les agences fédérales, des bureaux d'études et même certains groupes privés propriétaires des ouvrages.



Raisons de la démolition	Pourcentage
Environnement	43
Sécurité	30
Economie	18
Défaillance	6
Ouvrages non autorisés	4
Récréation	2

Fig. 17. MOTIF DES ARASEMENTS AUX ETATS-UNIS - CLASSEMENT DES ARASEMENTS AUX ETATS-UNIS PAR DECADE ET PAR TAILLE (DOYLE ET AL. 2000).

Aujourd'hui, les outils de modélisations sont très largement utilisés pour caractériser les effets de ces opérations à la fois sur le court terme, sur une période de 1 à 2 ans après l'arasement, et sur le long et moyen terme. Le modèle sédimentaire DREAM développé au début des années 2000 a été utilisé dans plusieurs grands projets d'arasement. Plusieurs versions du modèle existent selon le type sédiments. Chaque projet étant l'occasion de perfectionner le modèle et de l'adapter avec des modules complémentaires à la situation en présence. En 2006 il a été utilisé sur projet d'arasement du barrage Mills. En 2007, le barrage « Marmot » sur la Sandy river a fait l'objet d'une modélisation particulière afin de prévoir le volume de sédiment déstocké de la retenue.

Actuellement, plusieurs grands projets d'arasement sont en cours parmi lesquels :

- 2 barrages sur la rivière Elwha dans l'état de Washington (arasement 2011) ;
- 5 barrages sur la rivière Klamath en Californie (arasement 2020).

Ce sont les deux plus grands projets envisagés jusqu'alors. Les raisons invoquées pour cette destruction sont la restauration des populations de poissons migrateurs et le rétablissement du transit sédimentaire pour stopper les effets de l'érosion qui sévissent sur le cours aval de la rivière et sur la frange littorale. Sur ce dernier projet, les modèles de prévision ont été très largement utilisés. Ils sont basés sur des données recueillies sur plusieurs années.

Le transport sédimentaire a été modélisé afin de prévoir plusieurs scénarios possibles de vidange pour diminuer au maximum la turbidité en aval et minimiser l'impact sur les usages et la vie aquatique. A partir des scénarios prévus par le modèle sédimentaire, même tous les aspects ayant trait à la qualité de l'eau ont été modélisés afin de prévoir les impacts sur la qualité de l'eau à la fois sur la vie aquatique et sur les usages liés (prélèvements industriels, eaux potable) (figure suivante). De plus, des modèles de dynamique des populations des espèces de poissons migrateurs ont été mis en œuvre en tenant compte des prévisions et des scénarios.

L'ampleur des moyens mis en œuvre est en rapport avec les conséquences possibles de ces opérations. Ces recherches permettent d'apporter des réponses et servent de référence pour les projets futurs, car les opérations d'arasement sont en plein développement sur des ouvrages de toute taille. A l'heure actuelle certains arasements sont envisagés sur des ouvrages de plus en plus grands comme le Glen Canyon (216 mètres de haut) sur le Colorado.

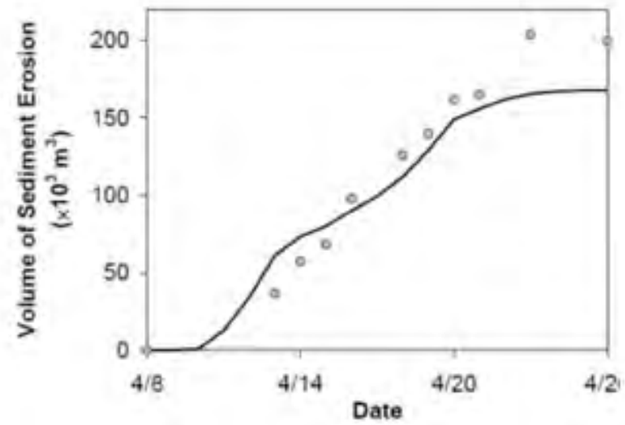


Fig. 18. VOLUME DE SEDIMENTS ERODES (REEL ET MODELISE) DURANT LA VIDANGE DU RESERVOIR MILLS (SEE CUI ET AL. - 2006B)

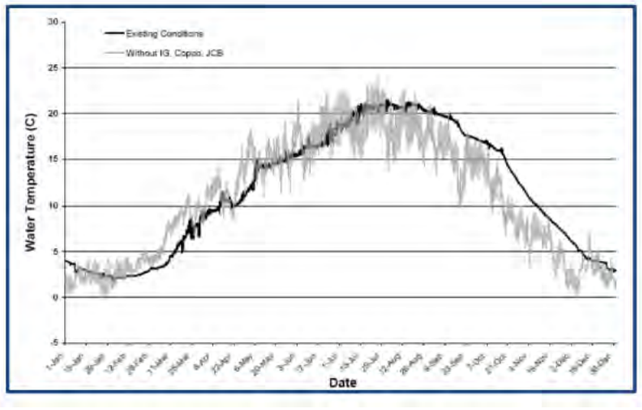


Fig. 19. SIMULATION DE TEMPERATURE SUR LA KLAMATH RIVER AVEC ET SANS OUVRAGE (STILLWATER SCIENCES, 2009)

Documents/Sources concernés	Rivière	Taille ouvrage	Raison principale de la suppression	Objectifs	Etudes préalables	Suivis réalisés
Dam removal success stories.1999,176p	NAUGATUCK RIVER	*Anaconda :* 2 m *Freigth street :* 6 m	Ecologique	construction passes à poissons amélioration station épuration	rapport de 1979 sur les avantages de déplacements de barrages	Suivis des polluants sur six stations, suivis piscicole des passes à poissons construites
	KETTLE River	*Ssanstone :* 6 m	Ecologique, Loisirs	permettre la redécouverte des chutes d'eau recréer des habitats piscicoles	Etude de coûts, analyse des sédiments pollués avant enlèvement du barrage	Suivis sur l'évolution sédimentaire et faune/flore
	KENNEBEC RIVER	*Edwards* : 7 m	Ecologique	restauration du passage migratoire pour la faune piscicole	Mise en place d'un plan de gestion pour 7 esp de poissons migrateurs justifiant l'enlèvement du barrage Edwards	Suivi faune piscicole
	HUDSON RIVER	*Fort Edward :* 9.5 m	Sécurité civile	prévention des inondations restauration des conditions migratoires favorables amélioration de la qualité de l'eau	Etude ingénierie sur la réparation/déplacement du barrage	Suivi des sédiments pollués, dragage sur le chenal de navigation
	WHITESTONE CREEK	*Rat Lake :* 10 m	Sécurité civile	supprimer le risque d'inondation	Etude des couts par le département d'État d'Écologie et inspection par l'armée	
	CLEARWATER RIVER	*Grangeville :* 14 m *Lewiston:* 17 m	Ecologique	restauration du passage migratoire pour le saumon et restauration de l'habitat piscicole	études comparatives sur les options de déplacement (déménagement) diverses et les coûts	Suivi migration saumon et proposition d'amélioration (suppression d'autres barrages)
	OUZEL CREEK	*Bluebird :* 17 m	à l'intérieur d'un parc national, Sécurité civile	Prévention des inondations restauration du paysage restauration du passage migratoire pour la truite	plan directeur du Parc national des Rocheuses, inspection de l'état du barrage	suivi faune flore de la rivière
	WILLOW RIVER	*Willow falls :* 18 m *Mounds :* 17.5 m	Economique	sécurité publique (ouvrages vieillissants) restauration de l'habitat piscicole	Groupe de travail de Barrages de Rivière pour étudier l'état des barrages et l'évaluation financière	Suivi faune piscicole, dragage zone de dépôt
	SANTA FE RIVER	*Two mile:* 25 m	Sécurité civile	supprimer le risque d'inondation	Etude des couts réparation/suppression, étude géotechnique	Pas d'infos
Geotechnical Report, Matilija Dam Ecosystem Restoration Study.2004,32 p	MATILIJA CREEK	*Matilija :* 48 m	Sécurité civile	supprimer le risque d'inondation	Etude géotechnique	étude en cours pour la suppression
American river. DAMS SLATED FOR REMOVAL IN 2009.9 p	Blacksmith Run	*Smethport Reservoir :* 7 m	Ecologique	permettre la restauration d'habitats pour la truite	Pas d'infos	Pas d'infos
	Connoquenessing Creek	*Boydstown :* 9 m	Sécurité civile et économique	supprimer le risque d'inondation	Pas d'infos	suivi qualité eau
American river.60 dams removed to restore rivers in 2010.10p	Montsweag Brook	*Lower Montsweag :* 11 m	Ecologique	restauration du passage migratoire piscicole (anguille, truite)	Pas d'infos	Suivi faune piscicole
	Great Chazy River	*LaSalle:* 12 m	Sécurité civile et économique	supprimer le risque d'inondation favoriser la pêche industrielle	Pas d'infos	Pas d'infos
	Browns Run	*Big Brown :* 11 m	Sécurité civile et écologique	supprimer le risque d'inondation favoriser l'habitat de la truite de ruisseau	Pas d'infos	Pas d'infos
American river.54dams removed to restore rivers in 2007.48 p	Bear Rock Run	*Bear Rock 1 and 2 :* 9 m	Economique	suppression des barrages devenus inutiles	Pas d'infos	Pas d'infos
	Spring Creek	*McCoy-Linn:* 7 m	Sécurité civile et écologique	sécurité publique (ouvrages vieillissants) restauration du passage migratoire piscicole	Pas d'infos	Pas d'infos
	Wanamie Run	*Wanamie :* 8 m	Economique	supprimer le risque d'inondation	Pas d'infos	Pas d'infos
	Brandy Creek,	*A-Frame :* 9 m	Sécurité civile et écologique	sécurité publique (ouvrages vieillissants) restauration du passage migratoire piscicole	Pas d'infos	Pas d'infos
	Russian River (West Fork),	*Mumford :* 18 m	Ecologique	restauration du passage migratoire piscicole	Pas d'infos	Suivi faune piscicole
	Dinner Creek	*Dinner Creek :* 11 m	Ecologique	restauration du passage migratoire et des habitats piscicoles	Pas d'infos	suivi faune piscicole, suivis impacts sur le transport de dépôt, la turbidité, la morphologie et la qualité de l'eau.
	Black Creek,	*Gray Reservoir :* 10 m	Economique et écologique	éviter des réparations coûteuses reconstituer le ruisseau pour permettre à la truite de recoloniser le milieu	Pas d'infos	Pas d'infos
	Sturgeon River	*Sturgeon River :* 14 m	Ecologique	restaurer l'habitat des esturgeons	Pas d'infos	Pas d'infos
R Scott CARNEY, Pennsylvania Fish and Boat Commission	Hammer Creek et d'autres rivières	*Hammer Creek Dam :* 2.5 m	Economique et écologique	assurer la sécurité du publique redonner un aspect naturel à la rivière permettre une amélioration pour l'écologie de la truite	Site de contrôle en amont et un en aval pour vérifier l'état de base avant suppression du barrage , Modèle hydraulique sur 5 à 20 ans	Suivi des sédiments

2.2.4. CONCLUSION SUR LES PROGRAMMES DE SUIVIS DES DEMANTELEMENT

Les études consultées provenant de l'étranger ne développent que très peu les détails techniques pris en compte dans le cadre des études qu'elles soient préalables ou post opération. Malgré des prises de contact téléphoniques directes aux Etats Unis, très peu d'informations détaillées nous sont parvenues.

L'opération métropolitaine la plus suivie correspond au barrage de Maisons-Rouges, celle du barrage de Kernansquillec étant plus ancienne, les suivis mis en œuvre bien que détaillés restent limités. Le suivi post-démantèlement de Maisons-Rouges ne peut être complètement appliqué sur le site de la Sélune malgré les rapprochements qui peuvent être constatés sur le plan piscicole, en particulier pour le saumon. Les contextes biogéographiques et physiques restent cependant éloignés (géographiquement, mais aussi avec un contexte climatologique et pédo-géologique différent).

Retenons néanmoins, que les suivis préconisés intègrent pour la plupart :

- Un suivi géomorphologique et sédimentologique ;
- Un suivi qualité des eaux ;
- Un suivi piscicole ;
- Un suivi sur la végétation en particulier sur la recolonisation des espaces du lit majeur ;
- Un suivi financier.

De plus en plus les projets de grande ampleur font appel à la modélisation pour diverses thématiques.

3. PROPOSITION DU RESEAU DE SUIVI

3.1. PREAMBULE - BASES METHODOLOGIQUES

3.1.1. OBJECTIFS DU SUIVI ET DE L'ACQUISITION DE DONNEES

Les manques identifiés pour produire un état des lieux de référence que ce soit à des fins scientifiques, pour le projet, ou pour répondre aux exigences réglementaires de l'étude d'impact sont synthétisés ci-dessous. Ces manques s'intègrent pleinement ou partiellement au réseau de suivi de l'opération qui est proposé. En effet, l'état des lieux appelle de fait à la réalisation d'un suivi.

Il apparait que le suivi doit répondre à trois objectifs principaux :

- Objectif réglementaire relatif aux opérations de vidange : cet objectif se traduit essentiellement par des suivis hydrauliques, qualitatifs sur la ressource en eau, sédimentaires et piscicoles ;
- Objectif scientifique du retour d'expérience sur la vidange de l'opération. Pour cela, les suivis sont phasés, pour permettre des passerelles facilitant les interprétations interannuelles ;
- Objectif d'acquisition de données pour un retour en communication scientifique mais également vulgarisable sur un site en devenir « touristique ».

3.1.2. PERIODE DE SUIVI

Au vu de la bibliographie relativement peu développée sur le sujet, le suivi concernant le retour d'expérience sur cette opération de restauration de la continuité écologique d'intérêt national et européen est proposé sur une période de 10 ans. Cette période permet sur le plan hydrologique (et donc géomorphologique) et sur le plan biologique de disposer d'un recul particulièrement intéressant au vu des expériences (Maisons-Rouges). Des rythmes de suivi plus étirés pourront être définis par la suite.

Le suivi concernant la période de vidange ne peut être totalement calé à ce stade, en effet la durée de vidange n'est à ce jour pas totalement définie (au minimum 1 an).

3.1.3. LOCALISATION DU SUIVI

La localisation des points de suivis et prélèvements est étudiée pour être facilement accessible (proximité de la rivière à une voirie d'accès). Ils sont par ailleurs, dans la mesure du possible, groupés avec les réseaux de mesure existants pour simplifier les analyses/interprétations et les éventuels déplacements.

L'objectif est de disposer de transects et de placettes bien localisées pour assurer un suivi dans la continuité. Ces placettes seront maximisées sur le linéaire de la retenue secteur où les évolutions seront les plus marquées.

Sur le plan géomorphologique, qualitatif et hydrologique, il est nécessaire de disposer de stations de références en amont et en aval.

3.2. SUIVI GEOMORPHOLOGIQUE ET SEDIMENTOLOGIQUE

Le diagnostic de la qualité et des caractéristiques des sédiments du cours amont et aval de la Sélune (partie fluviale et estuarienne) n'est pas complet.

La caractérisation des sédiments des retenues a été appréhendée, depuis les impacts de la vidange de 1993. Des analyses de caractérisation des sédiments ont été effectuées sur plusieurs années (voir tableau ci-dessous).

	RESULTATS
Etude SRAE 1990	Dépassements des seuils S1 et seuils d'épandage des boues de STEP sur : -Cadium -Chrome -Cuivre -Nickel -Plomb -Zinc Pollution des sédiments aux Cyanures
BRGM 1991	Concentrations en métaux sur l'Yvrande
BRGM 1993	Strate superficielle des sédiments plus fortement touchée en pollution par les métaux. Concentration en polluants s'accroit pour les volumes situés en aval
EDF 2003	Prélèvements réalisés de part et d'autre de la confluence avec l'Yvrande. Dépassements des seuils S1 pour : -Cadium -Cuivre -Nickel -Zinc
Idra environnement **2010-2011**	**Secteur de l'Yvrande** : Dépassements des seuils réglementaires pour les paramètres Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel et Zinc. **Retenue de Vezins** Dépassements des seuils réglementaires pour le nickel et le cadmium en aval de l'Yvrande et ce jusqu'au barrage (le Zinc également pour un échantillon). **Retenue de la Roche qui boit** Les concentrations en Nickel qui étaient proches des seuils S1 sont dépassées sur certains points de des prélèvements. En dehors de ces très légers dépassements, la qualité des sédiments de la retenue de la Roche qui Boit est très satisfaisante et l'ensemble des volumes est réglementairement compatible avec une valorisation à terre en épandage. *Source : Idra environnement. Effacement des barrages de la Sélune, Gestion des sédiments contaminés et plan de gestion : phase 1. Décembre 2011, 222 p*

3.2.1. DIAGNOSTIC ET SUIVI DES IMPACTS GEOCHIMIQUES DU DEPART DES SEDIMENTS

Il est nécessaire d'estimer l'état des lieux du milieu récepteur. Autant les barrages sont appréhendés très précisément (étude IDRA Environnement 2011), autant le milieu récepteur ne dispose que de très peu de données que ce soit sur le milieu fluvial, estuarien ou au sein de la baie. La proposition de cet état des lieux doit se faire dans l'objectif de mettre en place la base d'un suivi notamment sur la période de la vidange mais également à plus long terme en lien avec le départ des fines des barrages vers le milieu aval, qui pourrait s'étaler dans le temps.

Cette analyse se fait par le biais d'une caractérisation des sédiments sur le plan qualitatif (pollutions éventuelles : métaux lourds, cyanures, caractérisation agronomique) sur le cours aval et amont de la Sélune. Ces données sont à acquérir en phase préalable et post vidange. Cette analyse s'appuie sur les paramètres Chrome, Cobalt, Cuivre, Nickel, Cadmium, Zinc, Plomb, Mercure et Cyanure selon l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux.

Le suivi est basé sur la qualité des sédiments extraits de cours d'eau ou canaux et est apprécié au regard des seuils de la rubrique 3.2.1.0 de la nomenclature dont le niveau de référence S 1 est précisé dans le tableau IV de l'arrêté : **niveaux relatifs aux éléments et composés traces (en mg/kg de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm).**

PARAMETRES	NIVEAU S1 (mg/kg)
ARSENIC	30
CADMIUM	2
CHROME	150
CUIVRE	100
MERCURE	1
NICKEL	50
PLOMB	100
ZINC	300
PCB TOTAUX	0.680
HAP TOTAUX	22.800

D'autre part, une analyse comparative des sédiments fluviaux et estuariens permettra de suivre les apports de sédiments dans la baie. Au vu des précédents résultats obtenus en 1993 (laboratoire de géomorphologie de Dinard – étude 1993), l'analyse s'appuiera sur deux paramètres : matières organiques et teneur en calcaire. En effet, seuls ces paramètres illustrent des réelles distinctions entre sédiments estuariens et fluviatiles. Un constat visuel sera également réalisé sur la couleur des dépôts, en effet les sédiments fluviaux étaient colorés marron en 1993 et donc facilement observables sur la partie estuarienne (dépôts de tangue généralement grisâtres).

Pour cela, des analyses complémentaires seront réalisées sur les mêmes prélèvements que ceux réalisés dans le cadre des analyses en métaux lourds. Les paramètres concernés sont donc les matières organiques et la teneur en calcaire.

	Acquisition préalable Etat des lieux	Fin de Vidange Année N	N +1	N +2	N +3	N +4	N +5	N +6	N +7	N +8	N +9	N +10
Cyanure Cadmium Nickel Zinc Chrome Cobalt Cuivre Mercure, Matières organiques et teneur en calcaire	1 analyse annuelle 2012 définissant un état zéro	En lien avec les charges en MES	X	X	X	X		X		X		X

X : 1 analyse annuelle

La méthodologie pour le suivi est la suivante :

Le suivi **au cours de la vidange** est lancé en fonction de la charge en MES défini avec la valeur suivante : 50 mg/l (référence du SEQ Eau[1] V2) pour l'indice de qualité 60 (bonne qualité) sur la grille d'altération. Cette valeur en charge MES constitue donc un élément déclencheur pour lancer les analyses des sédiments selon l'arrêté 2006 et en fonction de l'état zéro qualitatif réalisé avant la vidange.

Les analyses de métaux lourds pendant la vidange, seront réalisées tant que la concentration est supérieure à celle observée lors des mesures de 2012 pour l'état zéro, et tant que la concentration est supérieure aux seuils acceptables (S1) donnés par l'arrêté du 9 août 2006.

La localisation des prélèvements se fait sur 17 sites dont 10 sites dans la baie sur trois transects différents. Sur la partie fluviale le suivi se fait sur les placettes 1-10-13-16-17-21 et 34 (voir cartographie suivante : « proposition de suivi, géomorphologie… »).

3.2.2. DIAGNOSTIC GEOMORPHOLOGIQUE ET SUIVI DES APPORTS DE SEDIMENTS (COURS AVAL DE LA SELUNE) ET DU RISQUE D'EROSION REGRESSIVE

Il n'existe pas de diagnostic géomorphologique sur le cours de la Sélune. Dans ce sens afin de dresser un état des lieux pour l'étude d'impact et pour le suivi des modifications des habitats après le démantèlement, il est nécessaire de prévoir un descriptif suffisamment détaillé du cours de la Sélune.

Ce descriptif s'étale entre la limite communale à l'est de Saint Hilaire et le pont de Pontaubault par l'intermédiaire de 21 profils en travers (cf. cartographie suivante). Ces limites correspondent à une prise en compte des risques d'érosion régressive sur le secteur amont et du suivi des apports en aval en lien avec l'hydrologie. Pour rappel, sur le cours de La Vienne, les déplacements de sables atteignent une distance de 25 km en aval.

Les investigations porteront sur les paramètres suivants :

- faciès d'écoulements (chenal lentique - mouille - plat lentique - plat courant - radier - rapide) ;
- largeurs et profondeur plein bord/étiage ;
- colmatage du substrat (protocole Archambaud en 5 classes) ;
- érosion des berges/lit (constat visuel d'encoche, d'affleurements, de zones de pavages, bancs alluviaux) ;

[1] *Analyse prenant en compte la dimension anthropique et milieu naturel. Le Seq eau permet une analyse les altérations sur la qualité du cours d'eau et le milieu physique.*

- état de la ripisylve (linéaire - épaisseur - état et espèces dominantes/invasives) ;
- topographie du lit mineur et lit majeur ;
- Caractérisation de la granulométrie.

  Ces analyses granulométriques seront réalisées également sur 37 points de mesure (cf. cartographie).

  La méthodologie proposée, notamment pour les profils où seule l'analyse granulométrique est requise, consiste à prélever deux échantillons (berge et milieu de rivière). Eventuellement, une caractérisation visuelle sera réalisée dans la mesure du possible.

Ce suivi est réalisé au préalable de la vidange dans les secteurs hors barrages, éventuellement au cours de la vidange suivant la durée de celle-ci et surtout annuellement après l'arasement des ouvrages.

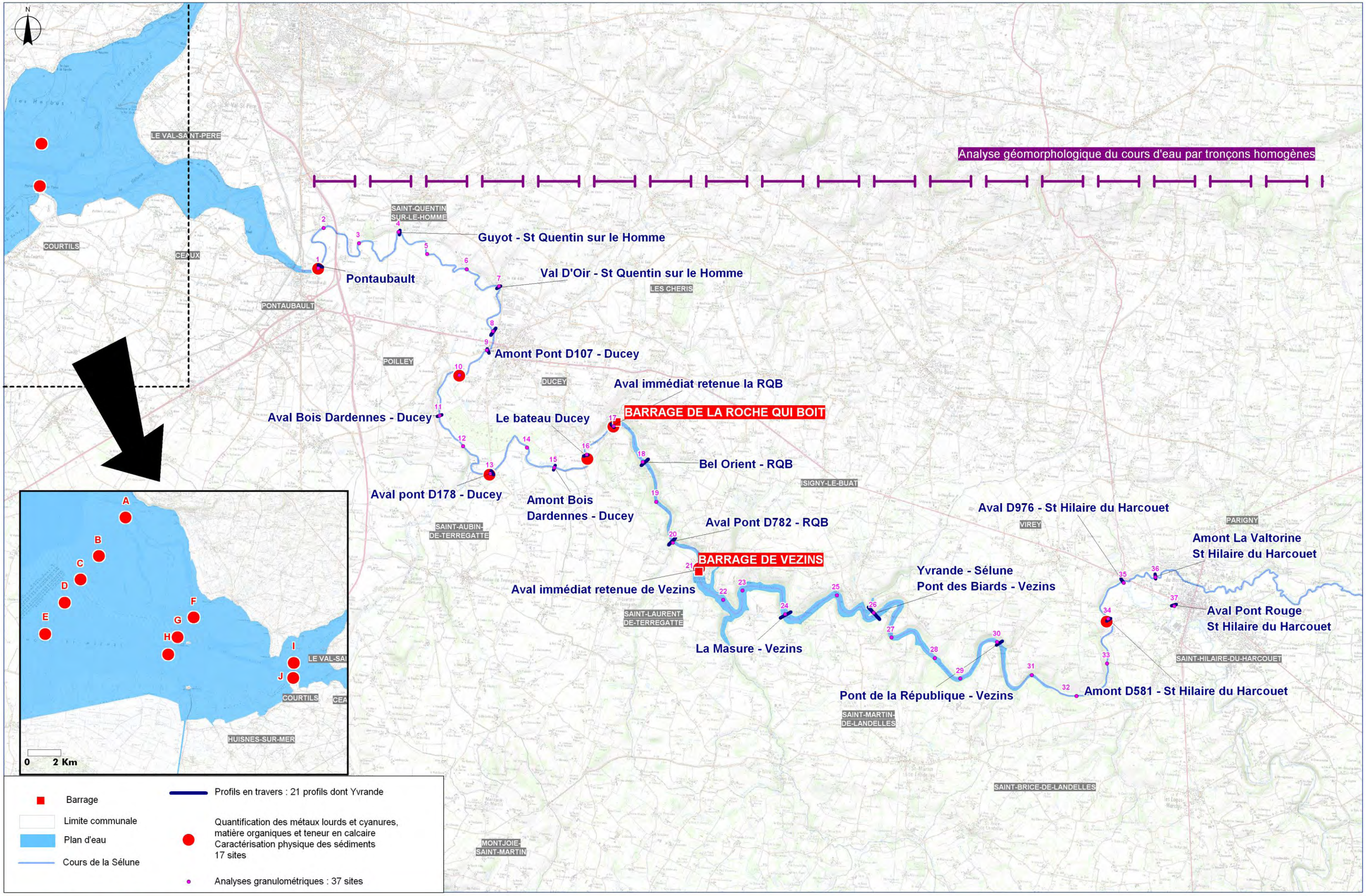
A ce stade, il n'est pas proposé d'analyse granulométrique dans la petite baie, car les études antérieures (laboratoire de géomorphologie de Dinard – étude 1993) ont montré la capacité de la baie à intégrer les apports avec un tri rapide et conforme aux tangues de la baie, malgré les apports importants générés lors de la vidange de 1993. Les apports dans la baie seront constatés uniquement à partir de la précédente analyse.

Le rythme des acquisitions de données est le suivant :

	Acquisition préalable Etat des lieux	Fin de vidange Année N	N +1	N +2	N +3	N +4	N +5	N +6	N +7	N +8	N +9	N +10
21 profils en travers et 37 analyses granulométriques	X		X	X	X	X		X		X		X

X : 1 analyse annuelle

PROPOSITION DE SUIVI - GÉOMORPHOLOGIE + SÉDIMENTOLOGIE



Sources : BD Carthage®, BD Carto®

ARTELIA | 4-53-0954 | ACE | DLS

3.3. SUIVI HYDROLOGIQUE

Le diagnostic des débits a fait apparaitre le fait que la station EDF du barrage de Vezins ne permet pas une transcription fiable des débits entrants dans la retenue de Vezins (de plus cette station est vouée à disparaitre avec le démantèlement). Les interpolations envisageables depuis les stations amont (Sélune et Airon) présentent également des incertitudes et ne permettent pas de prévoir les temps de propagation (paramètre précieux dans le cadre du suivi de la vidange).

Afin de conforter les données de l'étude d'impact et de produire un état des lieux de référence pour le suivi de l'opération de restauration de la continuité écologique, il est nécessaire de disposer de données fiables en amont et en aval du tronçon des retenues. Par ailleurs, ce suivi pourrait être installé au préalable de la vidange pour assurer une lecture fiable des débits entrants et ainsi permettre une lisibilité dans la propagation des débits vers l'aval. Ce dispositif permettrait de cadrer au mieux les manœuvres pour la gestion des débits de vidange.

Afin d'estimer les débits entrants sur le secteur à restaurer en aval de la confluence Airon/Sélune (en aval de St Hilaire du Harcouet), il est proposé de mettre en place une station hydrométrique permanente.

La pose d'une station de suivi en amont du barrage pour un suivi hydrométrique doit se faire en aval de la confluence de l'Airon et de la Sélune, afin d'avoir une estimation précise du débit en amont des retenues. Le site d'installation le plus intéressant se situe sous le pont de la RD581, à environ 1 km en aval de la confluence.

La présence du pont constitue un élément facilitant la fiabilité de l'installation. L'accès à la station par la RD581 est également facilité. Enfin l'instrumentation est relativement cachée et donc moins soumise au vandalisme.

En parallèle, il est nécessaire de considérer que ce secteur sera soumis à des modifications morphologiques en lien avec le départ ou la sédimentation (minéralisation) des dépôts sur ce secteur. Le radier du pont constitue néanmoins un point dur qui fige la section d'écoulement sur ce tronçon. Ce site se situe en amont de la station du pont de Virey et l'effet de remous sera faible. Ainsi une courbe de tarage (relation hauteur débit) permettra d'estimer précisément la hauteur d'eau. Cette courbe de tarage sera définie en fonction des conditions géométriques du site ainsi que du type du lit mineur de la rivière. Elle devra cependant être accompagnée de mesure de débit sur site afin de valider la courbe de tarage. Ces tarages devront être effectués en période de hautes eaux, si possible.

Notons qu'il est prévu de supprimer l'ouvrage au niveau de la station du pont de Virey à une échéance de quelques années. Après cet arasement, il est probable qu'une érosion régressive entraine une modification du lit à hauteur du pont et qu'ainsi la courbe de tarage ne soit plus valide. Il sera nécessaire dans ce cas d'établir une nouvelle courbe de tarage. Il est possible que plusieurs courbes soient nécessaires si l'évolution a lieu sur une longue période.

L'objectif sur ce site n'est pas d'obtenir des données en continu mais d'utiliser cette station comme point de vérification. Ainsi, un relevé de la valeur à l'échelle limnimétrique serait suffisant et limiterait de plus les coûts d'entretien et les coûts de transmission.

Plusieurs types d'instrumentation sont envisageables au niveau du Pont de Virey.

Ainsi, nous proposons en option l'installation d'un limnimètre avec télétransmission et des mesures de MES en continu.

Il est nécessaire de prévoir une centrale d'acquisition sur le site. Cette centrale sera installée dans un coffret avec une alimentation électrique provenant d'une batterie, ce qui permet une indépendance par rapport au réseau électrique. Cette centrale intègre également un modem avec prise téléphonique de format GSM. Enfin, lors de la récupération des données, les logiciels d'exploitation sont nécessaires.

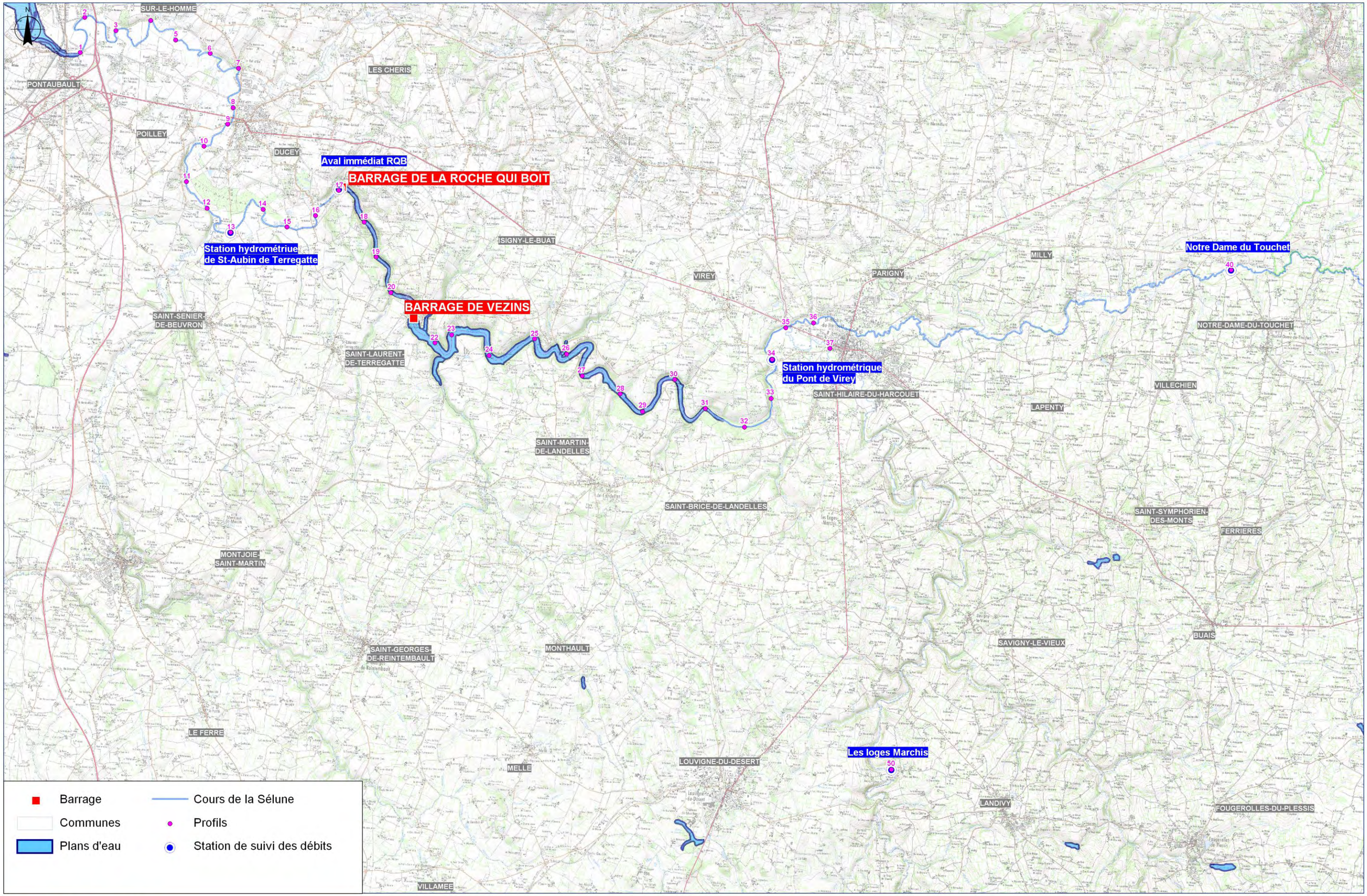
Pour la vidange le suivi se fera à partir de la station de Roche qui Boit (EDF et St Aubin de Terregate station DREAL), à la station de Vezins (reconstitution théorique de l'hydro gramme EDF) mais également par l'échelle de la station du pont de Virey qui sera installée au préalable (courbe de tarage). L'analyse des données sera quotidienne avec un pas de temps de traitement toutes les deux heures. Ce pas de temps est nécessaire pour réagir aux arrivées brusques des débits et intervenir dans les éventuelles manœuvres de fermeture ou d'ouverture des ouvrages de vidange.
Pour le suivi à long terme les deux stations Virey et St Aubin de Terregate sont tout à fait adaptées et suffisantes.

Il est proposé que les analyses hydrologiques fassent l'objet d'un rapport annuel sur la base du suivi géomorphologique proposé. En effet, coupler ces deux analyses est primordial pour assurer une bonne interprétation des modifications morphologiques. Le rapport précisera au minimum, des expertises sur la base mensuelle en proposant des zooms sur les faits hydrologiques journaliers marquants. L'analyse doit permettre au final de corréler les faits marquants des modifications morphologiques avec des gammes de débits « classés ».

	Acquisition préalable Etat des lieux	Vidange Année N	N +1	N +2	N +3	N +4	N +5	N +6	N +7	N +8	N +9	N +10
Suivi hydrologique	Pose stations	X	X	X	X	X		X		X		X

X : 1 rapport annuel

PROPOSITION DE SUIVI - HYDROLOGIE



Sources : BD Carthage®, BD Carto®

0 0,8 4 km

ARTELIA

4-53-0954	
ACE	DLS

3.4. SUIVI QUALITE DES EAUX

Le bilan des stations connues (exploitées actuellement et rendues hors service) sur le cours de la Sélune est le suivant (cf. localisation sur la carte suivante) :

Code station	Réseau	Nom	Période de suivi	Possibilités de suivi	Nombre de paramètres totaux	Période de suivi	Paramètres	Interet global pour le suivi de la vidange - localisation	Interet global pour le suivi de la restauration du site - localisation	
271965	RNB-RCA GESTSUDBN	L'Airon aux Loges du Marchis	88/2010	physico chimique, bio				f	f	
271437	RNB-RCB	La Sélune à Notre-Dame-du-Touchet	84/85/86/89/97-2010	physico chimique, bio	>100			f	f	
272000	RNB RCA	La Sélune à Saint Hilaire du Harcouet (D976) (Virey 1)	71/76/81/84/90-1993	physico chimique	22			f	f	
272040	RNB RCO	La Sélune à Virey (moulin de Virey - D581) (Virey 2)	84-89/94-2007	uniquement bio en 2011 et 2012	>100			f	TF	INTERET
272520	RNB RCA	La Sélune (aval Vezins (D582)	1984 (2 plvmts été)	physico chimique	>100			f	m	Très Fort
2807	SMAEP-ARS	La sélune au Pont du bateau *	2000/2011	physico chimique, bactério, pesticides	>200			TF	TF	Fort
272685	RNB-RCS	La Sélune à Ducey (Dardennes RD 178)	87-2010	Bio, physico chimique , sédiments	>100			TF	TF	moyen
273000	RNB-RCA	La Sélune à Poilley	71/6/81/84/88/1989	suivis en fonction des horaires des marées	30			F	m	faible
273495	RNB-RCA	La Sélune à le Val Saint Père	85-1987		10			F	m	négligeable

* Source: ARS Manche. Avril 2012

Tabl. 2 - INTERET DES SUIVIS ACTUELS

Pour l'étude d'impact, il est considéré que les données issues des stations actuellement en service sont suffisantes. Néanmoins, afin d'optimiser le réseau de suivi sur le long terme dans le cadre de la vidange et pour suivre les évolutions de l'opération de restauration du cours de la Sélune sur l'emprise des plans d'eau, il est proposé de réactiver certain réseaux actuellement hors service, de continuer la surveillance de réseaux actifs, et de proposer des mesures spécifiques dans la cadre du suivi de la vidange.

3.4.1. SUIVI DE LA VIDANGE

3.4.1.1. CHOIX DES STATIONS ET DU PAS DE TEMPS DES ANALYSES

OPERATIONS	STATIONS
Station à créer pour les suivis	-Station en aval de la Roche qui Boit
Station existantes à utiliser pour les suivis	-Station Pont du Bateau -Station Dardennes RD178
Stations existantes à réactiver pour les suivis	-Station du Poilley -Station du Pont du Virey

Pour la période de vidange, la station de mesure en continu mise en place à l'aval immédiat du barrage de la **Roche qui Boit** dans le cadre du suivi hydrologique sera réutilisée pour le suivi de la qualité des eaux. Les analyses se feront sur un pas de temps horaire.

En complément, il est proposé d'intégrer les deux suivis existants (réalisé au pas de temps mensuel) sur les stations de mesures en continu en aval des barrages (cf. tableau précédent) : **Pont du Bateau (ARS) et Ducey – Dardennes RD178**.

La station de Pont du Bateau constitue une prise d'eau en rivière situé à 100 m en aval du barrage de la roche qui boit.

Les prélèvements pour les analyses sont réalisées en fonction de l' **Arrêté du 21 janvier 2010 modifiant l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution, pris en application des articles R. 1321-10, R. 1321-15 et R. 1321-16 du code de la santé publique**

Ces deux stations étant proches l'une de l'autre, en vue de compléter le profil en long du suivi de la qualité des eaux, il est proposé de réactiver le suivis de la station du **Poilley**, qui sera effectué en liaison avec les horaires de marée au vu de sa position dans l'estuaire. Le pas mensuel est suffisant sur cette station au vu de la durée projetée de la vidange.

Afin de disposer d'un état de référence en amont et d'assurer une complète lisibilité entre le niveau de qualité entrant et en sortie de vidange, un suivi qualitatif sera également réalisé sur la station mise en place dans le cadre du suivi hydrologique, à savoir celle du **pont de Virey**. **La station du pont de Virey sera donc réactivée sur les bases des suivis généralement réalisés sur ce type de stations (physico-chimie et toxiques) sur un pas de temps d'analyses mensuelles.**

Au total, 5 stations sont donc proposées pour le suivi de la vidange : 4 stations sont proposées au pas de temps mensuel et 1 station au pas de temps horaire.

3.4.1.2. CHOIX DES PARAMETRES

Concernant les stations actuellement en service, les paramètres sont conservés avec en particulier DCO, DBO_5, Nitrates, Nitrites, MES, Ammonium, Orthophosphates, O_2 dissous, Phosphore total, pH, Température, Métaux lourds. Les suivis existants par indicateurs biologiques (IBD et IBGN) ne seront pas réalisés sur la période de vidange. Ce type de suivi n'est pas adapté pour ce type d'opération (hormis à des fins purement scientifiques).

Notons que la station ARS permet également le suivi. Il est proposé de mettre en place le suivi de ces mêmes paramètres sur la station plus en aval à Poilley.

Pour la station en continu à l'aval immédiat du barrage de la Roche qui Boit, il est proposé de mettre en place un suivi sur les paramètres : MES, Ammonium, pH, Conductivité, O_2 dissous, Pourcentage de saturation en Oxygène.

3.4.2. SUIVI DE L'OPERATION DE RESTAURATION DU COURS DE LA SELUNE

Pour le suivi à long terme, la station continue au pas de temps horaire en aval immédiat du barrage de la Roche qui Boit est supprimée. Le suivi doit permettre de cerner les évolutions sur le cours restauré et les impacts de l'opération sur la partie aval. Ainsi, comme indiqué précédemment, la **station de pont du bateau (ARS)** et la **station à Ducey sur la RD 178** sont de bons intégrateurs des évolutions à venir. Ces stations seront donc utilisées pour le suivi de la restauration du cours de la Sélune. Notons que la station du Pont du Bateau sera réinstallée quand la prise d'eau sera remise en fonction après l'opération.

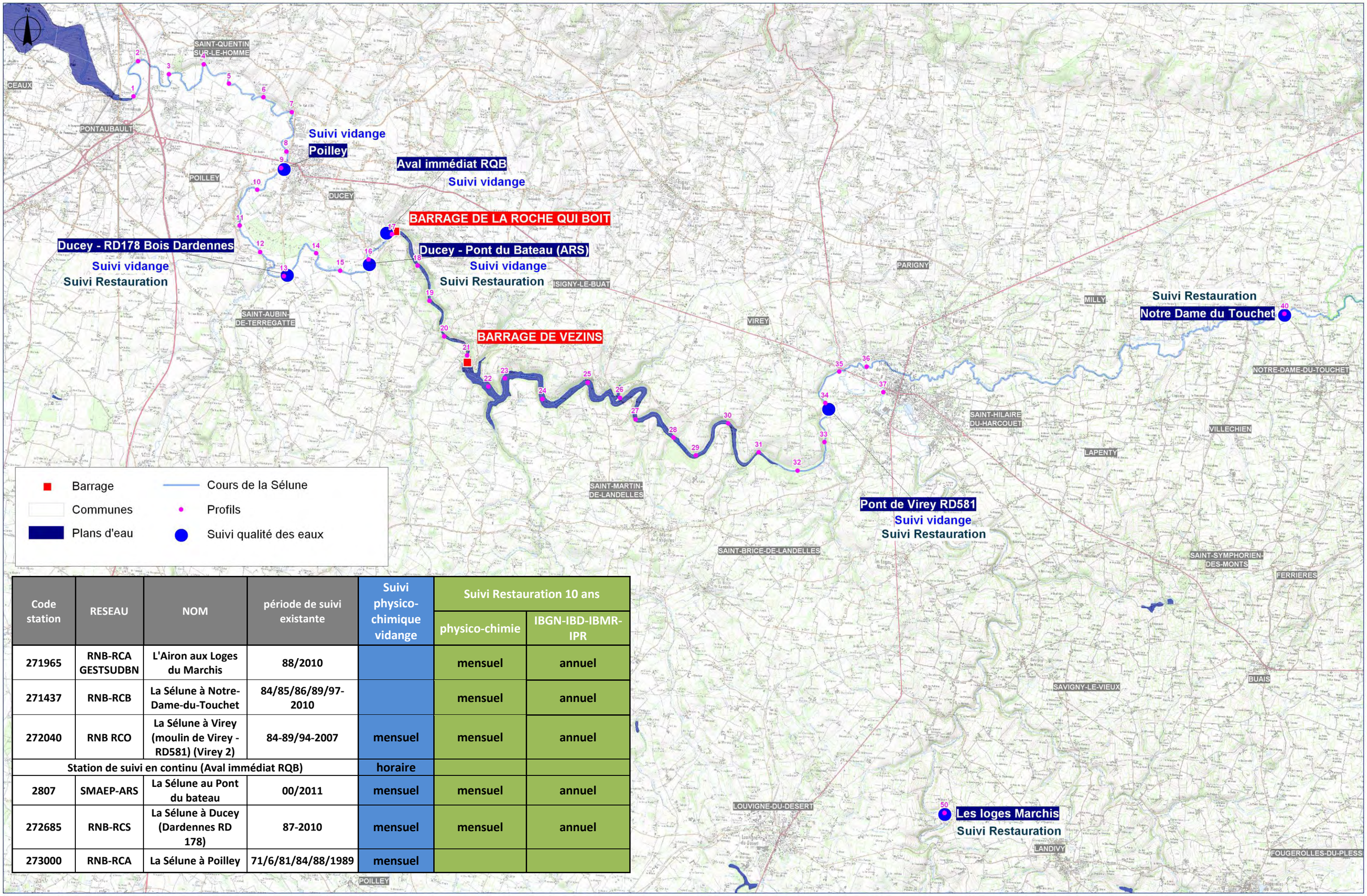
De la même manière que pour les données hydrologiques, il est nécessaire de disposer de données en amont du secteur à restaurer. Aucune station de mesure n'existe sur le cours de la Sélune en aval de la confluence avec l'Airon. Il est indispensable de réactiver la **station du pont de Virey** (qui dispose de données historiques sur une longue période) pour apprécier les évolutions sur ce secteur et surtout pour disposer de données de référence en amont du secteur à restaurer. La station du pont de Virey réactivée pourra être couplée à l'installation de la station hydrométrique projetée sur le site du pont de Virey et ainsi permettre des estimations des flux sur le plus long terme (au même titre que la station de Ducey (RD178). Cette station permettra enfin de caractériser les masses d'eau (DCE) actuellement en attente dans le cadre du projet de restauration de la continuité écologique sur ce secteur.

Plus en amont, la **station de Notre Dame du Touchet sur la Sélune** sera utilisée, ainsi que la **station sur l'Airon « Les loges du Marchis ».**

Les stations de suivi devront intégrer un suivi annuel des indicateurs biologiques communément utilisés, à savoir IBGN, IBD, IBMR, IPR. Ces indicateurs biologiques pourraient être développés plus largement au sein des points de suivis inscrits dans les retenues (dans le cadre du suivi géomorphologique).

Au total, 5 stations sont utilisées avec un suivi étalé sur une période de 10 ans avec une mesure annuelle pour les indicateurs biologiques et mensuelle pour la physico-chimie.

PROPOSITION DE SUIVI - QUALITÉ DES EAUX



Code station	RESEAU	NOM	période de suivi existante	Suivi physico-chimique vidange	Suivi Restauration 10 ans	
					physico-chimie	IBGN-IBD-IBMR-IPR
271965	RNB-RCA GESTSUDBN	L'Airon aux Loges du Marchis	88/2010		mensuel	annuel
271437	RNB-RCB	La Sélune à Notre-Dame-du-Touchet	84/85/86/89/97-2010		mensuel	annuel
272040	RNB RCO	La Sélune à Virey (moulin de Virey - RD581) (Virey 2)	84-89/94-2007	mensuel	mensuel	annuel
Station de suivi en continu (Aval immédiat RQB)				horaire		
2807	SMAEP-ARS	La Sélune au Pont du bateau	00/2011	mensuel	mensuel	annuel
272685	RNB-RCS	La Sélune à Ducey (Dardennes RD 178)	87-2010	mensuel	mensuel	annuel
273000	RNB-RCA	La Sélune à Poilley	71/6/81/84/88/1989	mensuel		

Sources : BD Carthage®, BD Carto®

ARTELIA 4-53-0954 ACE DLS

3.5. SUIVI DES BIOCENOSES

Il est considéré que les données de connaissances sur la faune piscicole des barrages sont suffisantes. Néanmoins, des données actualisées pourraient permettre de prévoir plus précisément le protocole de pêche et les modalités de cette opération (il est généralement d'usage que le pêcheur professionnel soit rémunéré avec la vente du poisson récupéré). En effet, les seules données de biomasse actuellement connues correspondent aux données issues de la vidange de 1993. Un complément éventuel sur cette thématique nécessiterait la mise en place d'un plan d'échantillonnage avec l'utilisation de filets droits, l'utilisation des techniques électriques ne sont pas fiables en lien avec les profondeurs d'eau importantes. Ces investigations relativement lourdes ne sont pas retenues dans la proposition.

3.5.1. SUIVI PISCICOLE

3.5.1.1. SUIVI DE LA VIDANGE ET DE LA PECHE DE RECUPERATION

La récupération du poisson dans les plans d'eau doit permettre de définir les caractéristiques suivantes du peuplement : spéciation, taille, état sanitaire, richesse par taille, dénombrement et biomasse globale par taille et espèce.

Dans le cadre du suivi de la vidange, une opération de récupération de la faune piscicole des plans d'eau sera nécessaire. Des pêches électriques en aval du barrage permettront d'assurer ce suivi sur le temps de vidange et de statuer sur le départ de la faune piscicole des barrages. En fonction des constats, des opérations de récupération pourraient être proposées. Le mode de récupération des poissons (espèces allochtones et éventuellement cyprinidés) sera déterminé en lien avec le protocole de récupération de la faune piscicole et des mesures d'accompagnement de la vidange (pose de filets en aval, pêche électrique, réalisation de pré-bassins, d'une pêcherie, …).

3.5.1.2. SUIVI DE LA RESTAURATION DU COURS DE LA SELUNE

La restauration de la continuité piscicole et de milieux favorables à la reproduction des espèces salmonicoles est un des objectifs principaux de l'opération et donc un des indicateurs les plus pertinents pour l'évaluation globale de l'opération. La mise en œuvre des IPR dans le cadre des suivis de la qualité des eaux n'est pas suffisante au vu du contexte exceptionnel de l'opération (qui correspond à une référence nationale et européenne). En complément, le site devra faire l'objet d'analyse spécifique sur les potentialités piscicoles des habits restaurés et la mise en place d'un recensement spécifique du saumon (protocole Baglinières sur les Indices Abondance).

Pour cela, il est proposé sur la base d'un suivi annuel qui intègre le suivi géomorphologique proposé précédemment (stations sur les profils numérotés de 20 à 35) en développant :

- Une analyse visuelle des substrats avec une interprétation spécifique des frayères potentielles et efficaces (saumon, truite, lamproies, aloses) ;
- Une analyse des berges et un diagnostic de l'évolution des abris de berge (caches développement de ligneux, accumulation de matière organiques-branches…).

L'ensemble du secteur restauré sera analysé, les pêches électriques seront réalisées sur la base de trois stations sur l'emprise restaurée : Virey, Pont des Biards, Aval Vezins. Les pêches électriques réalisées dans le cadre du suivi de la station de DUCEY (pont Signy) seront réalisées chaque année. Des compléments par des études spécifiques seront réalisés à la demande. Les stations de base sont les suivantes :

	Acquisition préalable	Vidange Année N	N +1	N +2	N +3	N +4	N +5	N +6	N +7	N +8	N +9	N +10
Faune piscicole 4 stations IPR (dont Ducey)		pêche de sauvegarde	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Indice Saumon (Stations 20 à 35)			X	X	X	X	X		X			X
Suivi des potentialités piscicoles du milieu (Stations 20 à 35)			X	X	X	X	X		X			X

X : 1 analyse annuelle

3.5.2. SUIVI MACRO-INVERTEBRES

Le suivi des macro-invertébrés sera réalisé à partir des données IBGN. Il est proposé en complément de mener une analyse spécifique sur les mollusques et les libellules. En effet les IBGN permettent une détermination au genre (Mollusques Bivalves : Corbiculidae – Dreissenidae - Sphaeriidae – Unionidae Mollusques Gastéropodes : Ancylidae – Bithynidae – Bythinellidae – Hydrobiidae – Limnaeidae – Neritidae – Physidae – Planorbidae – Valvatidae – Viviparidea) et le suivi des espèces apportent une plus-value sur le plan biologique mais également fonctionnel (évolution des habitats).

Ce suivi sera effectué sur les quatre mêmes stations que celles utilisées pour le suivi piscicole, à savoir : Virey, Pont des Biards, Aval Venins et Ducey (pont Signy).

	Acquisition préalable	Vidange Année N	N +1	N +2	N +3	N +4	N +5	N +6	N +7	N +8	N +9	N +10
IBGN 4 stations			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mollusques et Libellules 4 stations			X		X		X		X			X

X : 1 analyse annuelle

3.5.3. AUTRES INDICES BIOLOGIQUES

Deux autres indices biologiques seront suivis lors de la restauration du cours de la Sélune sur les mêmes stations que celles utilisées pour l'évaluation des indices IPR et IBGN :

- IBMR : Indice Biologique Macrophytes en Rivières ;
- IBD : Indice Biologique Diatomée.

	Acquisition préalable	Vidange Année N	N +1	N +2	N +3	N +4	N +5	N +6	N +7	N +8	N +9	N +10
IBMR 4 stations			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IBD 4 stations			X		X		X		X			X

3.5.4. SUIVI FLORISTIQUE

L'état des lieux du site fait apparaitre un manque évident sur la caractérisation de la flore et des habitats en bordure immédiate des plans d'eau. Au niveau réglementaire, les abords du plan d'eau, malgré que ce dernier soit relativement encaissé, sont probablement caractérisés par un faciès de type « zone humide », qu'il est nécessaire d'intégrer car potentiellement impacté par l'abaissement de la ligne d'eau. Dans ce sens, une campagne d'investigation sur une période annuelle sera lancée pour la caractérisation :

- des habitats sur la base de la nomenclature Corine Biotope et la typologie EUR 27 avec l'interprétation des habitats humides – une campagne pédologique pourrait venir compléter cette analyse si besoin pour la caractérisation des zones humides pour se conformer aux exigences réglementaires ;
- des espèces patrimoniales en rive ;
- des espèces envahissantes ou potentiellement envahissantes.

Le suivi floristique intègre deux principaux objectifs :

- Caractériser la recolonisation du lit majeur et ainsi déterminer le degré de cicatrisation ;
- Caractériser l'apparition éventuelle d'espèces particulières (envahissantes, patrimoniales).

Le suivi de la restauration des habitats du cours d'eau et du fond de vallée sera réalisé à partir de transects de végétation et de placettes de suivis. Il est considéré que les transects intégreront notamment les 21 profils topographiques transversaux au sein du périmètre de restauration. En tout ; les transects de végétation et de placettes de suivis se réaliseront sur 37 stations.

L'intérêt est d'associer une éventuelle cote topographique et des lignes d'eau de débordement et ainsi déterminer les niveaux de submersion du nouveau lit majeur. Les placettes seront réalisées sur ces mêmes profils en intégrant des surfaces par milieux homogènes d'une emprise voisine de 4 m² par milieu homogène. Ces placettes ne pourront être mises en œuvre qu'après une première colonisation du site.

Le secteur restauré (lit mineur et lit majeur) fera l'objet d'un parcours annuel systématique pour identifier les potentielles espèces à caractère proliférant et les espèces patrimoniales et ainsi permettre un recensement et une interprétation globale de l'évolution des habitats du site.

	Acquisition préalable	Vidange Année N	N +1	N +2	N +3	N +4	N +5	N +6	N +7	N +8	N +9	N +10
Inventaire ZH en bordures de plans d'eau	X											
Transects et placettes stations 1-37			X	X	X		X		X			X

X : 1 analyse annuelle

3.5.5. SUIVI ORNITHOLOGIQUE ET MAMMIFERES SEMI-AQUATIQUES

L'état des lieux est considéré comme suffisant, il est nécessaire de prévoir un suivi post vidange sur la recolonisation du lit majeur de la Sélune par ce groupe. Dans ce sens, il est préconisé d'établir un suivi annuel sur la base d'IPA permettant alors de définir un cortège d'espèce en comparaison avec les études existantes.

L'analyse portera également sur le groupe des mammifères semi aquatiques au minima sur le ragondin, le rat musqué et le campagnol amphibie (espèce patrimoniale).

	Acquisition préalable	Vidange Année N	N +1	N +2	N +3	N +4	N +5	N +6	N +7	N +8	N +9	N +10
Oiseaux			X		X		X		X			X
Mammifères semi aquatiques			X		X		X		X			X

X : 1 analyse annuelle

3.5.6. AUTRES FAUNES

Au vu de l'ampleur de l'opération, il serait intéressant de mettre en place des suivis sur différents groupes pour analyser la colonisation par les espèces sur ce nouveau territoire. Dans ce sens, des inventaires spécifiques sur le groupe des chauves-souris et des invertébrés terrestres, sont par définition d'intérêt scientifique. Ces groupes ne sont pas retenus dans la proposition actuelle du suivi.

3.6. SUIVI DU NIVEAU SONORE DU SITE

Cette analyse est proposée dans le cadre des besoins de l'étude d'impact notamment pour évaluer l'impact sonore des opérations de démantèlement (concassage des matériaux constitutifs des barrages).

Cette acquisition de données peut également être intéressante dans le cadre d'une analyse plus large pour statuer sur les impacts des barrages et des activités de loisirs sur le plus long terme. Dans ce sens, il est préconisé d'établir un état zéro sonore au droit des barrages, lieux des démantèlements mais également sur le site de loisirs de la Mazure. Les analyses se feront en période diurne et nocturne et si possible dans le cadre de lâchers d'eau sur les sites des barrages et de période d'activités ludiques (match de kayak polo, ballades pédalo) sur le site de la Mazure. Les campagnes permettront une acquisition sur 24 heures.

Pour le suivi, sur le long terme, l'objectif est de dresser une éventuelle référence liée à la fréquentation humaine sur le site, au défaut des activités hydroélectriques, au bruit d'eau de la nouvelle rivière. Ces données pourraient mises en parallèle des inventaires faunistiques.

	Acquisition préalable	Démantèlement Année N	N +1	N +2	N +3	N +4	N +5	N +6	N +7	N +8	N +9	N +10
Suivi sonore 3 sites	X	Analyse mensuelle	X				X					X

3.7. SUIVI DE L'EVOLUTION DU PAYSAGE

Le suivi de l'évolution du paysage se fera à partir de prises de vues en période d'été et d'hiver sur un pas de temps de deux ans.

Des prises de vues obliques aériennes peuvent être également réalisées sur la base d'un passage préalable, en fin de vidange, et sur la base d'un suivi sur un pas de temps bisannuel. Un suivi du site par orthophotoplan permettrait de disposer d'une base d'information très complète sur l'évolution de la végétation et du paysage en général. Au-delà des considérations paysagères, l'orthophotoplan permet une précision très intéressante pour de multiples analyses (précision maximale : 16 cm). Les données actuelles permettent de disposer d'une vue de 2007 sur l'ensemble du bassin versant. Il est proposé de commander 6 dalles (25 km²) pour couvrir le secteur des barrages depuis Pont à bateau jusqu'à st Hilaire du Harcouet. Ces volets ne sont pas intégrés à ce stade.

	Acquisition préalable	Fin de vidange Année N	N +1	N +2	N +3	N +4	N +5	N +6	N +7	N +8	N +9	N +10
Prises de vues terrestres		X	X	X	X	X	X		X			X

3.8. SUIVI SOCIO-ECONOMIQUE

Ce suivi s'attache à compiler l'ensemble des actions qui sont mises en œuvre pour le développement des activités économiques et sociales sur le secteur. Un bilan annuel compilera par exemple :

- La fréquentation générale du site sur la période de vidange et du démantèlement et plus largement pour le suivi de la restauration du fond de vallée (fréquentation des sentiers)…
- L'installation d'activités touristiques ou de loisirs, la production de manifestations et des fréquentations estimées associées…
- La production de produits ou de communications, expositions…

3.9. SYNTHESE

Le tableau de la page suivante donne une approche des coûts de réalisation du suivi en intégrant les différents livrables qui peuvent être associés. Aucune mission de coordination des différents suivis n'est chiffrée à ce stade, ni de synthèse générale annuelle.

	Acquisition préalable Etat des lieux EIE	Vidange Année N	N +1	N +2	N +3	N +4	N +5	N +6	N +7	N +8	N +9	N +10
Cyanure Cadmium Nickel Zinc Chrome Cobalt Cuivre Mercure, Matières organiques et teneur en calcaire	1 analyse	A définir en fonction des départ de MES	X	X	X	X		X		X		X
21 profils en travers et 37 analyses granulométriques Constat physique visuel de la rivière/étiage	X (partiel uniquement hors de retenues)		X	X	X	X		X		X		X
Suivi hydrologique	Pose station	X	X	X	X	X		X		X		X
Suivi qualité eaux Suivi stations existantes + stations à réactiver	0	suivi continu au pied du barrage de RQB/Vezins	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Faune piscicole 4 stations IPR	0	pêche de sauvegarde à définir	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Indice Saumon 16 stations	0		X	X	X	X	X		X			X
Suivi des potentialités piscicoles du milieu 16 stations	0		X	X	X	X	X		X			X
IBGN 4 stations	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Autres indices biologiques (IBMR, IBD)	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mollusques et Libellules 4 stations	0	0	X		X		X		X			X
Transects et placettes (37 transects)	0	0	X	X	X		X		X			X
Inventaire ZH bordure plan d'eau	X											
Oiseaux	0	0	X		X		X		X			X
Mammifères semi aquatiques	0	0	X		X		X		X			X
Suivi sonore 3 sites	X	Analyse mensuelle	X				X					X
Prises de vues terrestres	0	X	X	X	X	X	X		X			X

Acquisition de données Etat des lieux	Commentaires	Quantité	Coût unitaire	Coût total (H.T.)
Analyse géochimique Sélune métaux lourds et cyanures (CaCO3, matières organiques)	1 analyse sur 17 stations à 150 € + plvmt + rapport	17	400	6 800
Analyse géomorphologique de terrain et rendu cartographique	21 profils topographiques -cartographie -analyse Topo (300€/u)	21	300	6 300
Analyse granulométrique	Une analyse granulo sur 37 profils Granulo (60€/profil)	37	60	2 220
Mise en place d'une station hydrométrique	Pose d'un limnimètre (en option : avec des mesures de MES en continu)	1	6 000 (8 000 avec l'option)	6 000
inventaire flore et habitats sur les berges du barrage (zones humides)	Linéaire estimé : 40 km sur 20-30 m de largeur - terrain analyse et cartographie (13 jours)	12	650	7 800
Suivi sonore	3 points (mesure 24 h) 1 campagne + rapport	5	650	3 250
			TOTAL	**32 370**

Suivi de la vidange	Commentaires	Quantité	Coût unitaire	Coût total (H.T.)
Suivi Qualité des eaux	4 stations existantes dont 2 à réactiver - suivi global habituel incluant le suivi de la station de mesure en continue	Aucun coût supplémentaire aux prélèvements et analyses mensuelles : 12	1 020	12 240
	Station de mesure en continu en aval immédiat du barrage de la Roche qui Boit (pour 1 an de location) Oxygène dissous - %saturation en O_2 - NH_4^+ - conductivité - pH - Turbidité (ou MES)	1	40 000	40 000
Suivi piscicole	1 pêche de récupération	10	1 500	15 000
Suivi sonore	2 points (mesure 24 h) 2 campagnes	5	650	3 250
Paysage	suivi prises de vues terrestre 2 campagnes annuelles (6 jours)	6	650	3 900
			TOTAL	**74 390**

Suivi de l'opération de restauration du cours de la Sélune	Commentaires	Quantité	Coût unitaire	Coût total annuel (H.T.)	Coût global 10 ans (H.T.)	
					commentaires	coût
Analyse géochimique Sélune métaux lourds et cyanures CaCO3, matières organiques	1 analyse sur 17 stations à 150 € + plvmt + rapport	17	400	6 800	7 analyses	47 600
Analyse géomorphologique de terrain et rendu cartographique	21 profils topographiques -cartographie -analyse Topo (300€/u)	21	300	6 300	7 analyses	44 100
Analyse granulométrique	Une analyse granulo sur 37 profils Granulo (60€/profil)	37	60	2 220	7 analyses	15 400
Suivi Qualité des eaux	5 stations - suivi global habituel incluant le suivi de la station de mesure en continue	Aucun coût supplémentaire aux prélèvements et analyses mensuelles :				
		12	1 020	12 240	10 analyses	122 400
Suivi piscicole	analyse de l'habitabilité piscicole de la rivière (terrain + cartographie)	16	650	10 400	7 analyses	72 800
	Indice Saumon (16 stations)	16	650	10 400	7 analyses	72 800
IBMR	4 stations suivies dont 1 par la DREAL	3	1 500	4 500	plvmt annuel	45 000
IPR	4 stations suivies dont 1 par la DREAL	3	1 000	3 000	plvmt annuel	30 000
IBGN	4 stations suivies dont 1 par la DREAL	3	1 500	4 500	plvmt annuel	45 000
IBD	4 stations suivies dont 1 par la DREAL	3	3 000	9 000	plvmt annuel	90 000
inventaire libellules mollusques		8	650	5 200	5 campagnes	26 000
Transects et placettes suivi floristique	Surface : 190 ha- terrain analyse et cartographie (22 jours)	22	650	14 300	6 campagnes	85 800
Suivi oiseaux mammifères semi-aquatiques	Surface : 190 ha- terrain analyse et cartographie (8 jours) - transects et placettes	8	650	5 200	5 campagnes	26 000
Suivi sonore	3 points (mesure 24 h) 1 campagne + rapport	5	650	3 250	3 campagnes	9 750
Paysage	suivi prises de vues terrestre 2 campagnes annuelles été + hiver (6 jours au total)	6	700	4 200	7 campagnes	29 400
			TOTAL	**101 510**		**762 190**