

Etude complémentaire sur la continuité Ecologique du bassin versant de la Flume



Phase 1 : Etat des lieux

Cette étude est cofinancée par l'Union européenne. L'Europe s'engage en Bretagne avec le Fond européen de développement régional.



Et avec la participation financière de :



Pépinière d'entreprises

Parc Actilonne - BP 78

85 340 OLONNE/MER

Tél/Fax : 02.51.21.50.38

E-mail : contact@serama.fr

SOMMAIRE

1. Le pétitionnaire / avant propos	8
2. Données générales	10
2.1. Contexte.....	10
2.2. Contexte administratif.....	10
2.2.1. La DCE.....	10
2.2.2. La Loi sur l'Eau du 30 décembre 2006.....	11
2.2.3. Le SDAGE Loire-Bretagne.....	12
2.2.4. Le SAGE Vilaine	12
2.2.5. Le PDPG et la gestion halieutique.....	12
3. La situation environnementale générale	14
3.1. La géologie	14
3.2. Le climat	14
3.3. Réseau hydrographique.....	15
3.4. Hydrologie.....	15
3.5. Etat écologique des cours d'eau du bassin de la Flume.....	17
3.5.1. Eléments biologiques	17
3.5.1.1. L'IBGN (Indice Biologique Global Normalisé).....	17
3.5.1.1.1. Principe de l'indice.....	17
3.5.1.1.2. Résultats sur la masse d'eau Flume	18
3.5.1.2. L'IBD (Indice Biologique Diatomique).....	18
3.5.1.2.1. Principe de l'Indice.....	18
3.5.1.2.2. Résultats sur la masse d'eau Flume	18
3.5.1.3. L'IBMR (Indice Biologique Macrophytique en Rivière).....	19
3.5.1.3.1. Principe de l'Indice.....	19
3.5.1.3.2. Résultats sur la masse d'eau Flume	19
3.5.1.4. L'IPR (Indice Poisson Rivière).....	19
3.5.1.4.1. Principe de l'indice.....	19
3.5.1.4.2. Résultats sur la masse d'eau Flume	20
3.5.1.4.3. Etude piscicole réalisée par la FDAAPPMA.....	21
3.5.2. Eléments physico-chimiques généraux.....	21

3.5.2.1.	Résultats du Réseau de Contrôle de Surveillance (SEEGT, 2009).....	21
3.5.2.2.	Résultats du Réseau CORPEP (SEEGT, 2009).....	22
3.5.2.3.	Evolution de la qualité des eaux du bassin versant de la Flume à partir des suivis ponctuels (SEEGT, 2009).....	22
3.6.	Qualité hydromorphologique des cours d'eau du bassin de la Flume (contrat territorial de bassin versant de la flume 2010-2014).....	23
3.7.	Les zones naturelles	24
3.7.1.	Les ZNIEFF.....	24
4.	Analyse paysagère du Moulin de Champagne au Pont de Pacé.....	25
5.	Présentation des sites.....	31
5.1.	Le Moulin de la Motte.....	31
5.1.1.	Localisation du Moulin de la Motte.....	31
5.1.2.	Historique	31
5.1.3.	Repère de nivellement.....	33
5.1.4.	Description du système et des ouvrages hydrauliques.....	33
5.1.5.	Le foncier sur le site.....	34
5.1.6.	Les composantes morphodynamiques.....	35
5.1.6.1.	La continuité écologique et la ligne d'eau	36
5.1.6.1.1.	La continuité	36
5.1.6.1.2.	La ligne d'eau	37
5.1.6.2.	Le lit mineur.....	37
5.1.6.3.	Les berges et la ripisylve	39
5.1.6.4.	Le débit.....	40
5.1.6.5.	Le lit majeur et les annexes hydrauliques.....	40
5.1.7.	les usages rencontrés.....	41
5.2.	Le Moulin du Pont de Pacé.....	42
5.2.1.	Localisation du moulin du Pont de Pacé.....	42
5.2.2.	Historique	42
5.2.3.	Repère de nivellement.....	43
5.2.4.	Description du système et des ouvrages hydrauliques.....	43
5.2.4.1.	Clapet du Pont de Pacé.....	45
5.2.4.2.	Les ouvrages de gestion hydraulique	45

5.2.4.2.1.	La vanne et les déversoirs de décharge du bief.....	45
5.2.4.2.2.	Le clapet de décharge du bief.....	46
5.2.5.	Le foncier sur le site.....	47
5.2.6.	Analyse topographique du site	48
5.2.6.1.	Site du moulin du Pont de Pacé.....	48
5.2.7.	Les composantes morphodynamiques.....	48
5.2.7.1.	La continuité écologique et la ligne d'eau	49
5.2.7.1.1.	La continuité	49
5.2.7.1.2.	La ligne d'eau	49
5.2.7.2.	Le lit mineur.....	50
5.2.7.2.1.	Les méandres.....	50
5.2.7.2.2.	Le transport solide, une composante essentielle	52
5.2.7.2.3.	Les habitats	54
5.2.7.3.	Les berges et la ripisylve	58
5.2.7.4.	Le débit.....	59
5.2.7.4.1.	Impacts sur les crues	59
5.2.7.4.2.	Impacts sur les étiages	61
5.2.7.5.	Le lit majeur et les annexes hydrauliques.....	61
5.2.8.	les usages rencontrés.....	62
5.3.	Le Moulin de Champagne.....	63
5.3.1.	Localisation du moulin de Champagne.....	63
5.3.2.	Historique	63
5.3.3.	Repère de nivellement.....	65
5.3.4.	Description du système et des ouvrages hydrauliques.....	65
5.3.4.1.	Ouvrage de prise d'eau du moulin.....	65
5.3.4.2.	Les ouvrages de gestion hydraulique	66
5.3.4.2.1.	Le système composé d'anciennes vannes	66
5.3.4.2.2.	Le déversoir de décharge	67
5.3.5.	Le foncier sur le site.....	68
5.3.6.	Les composantes morphodynamiques.....	68
5.3.6.1.	La continuité écologique et la ligne d'eau	69
5.3.6.1.1.	La continuité	69

5.3.6.1.2.	La ligne d'eau	70
5.3.6.2.	Le lit mineur.....	70
5.3.6.3.	Les berges et la ripisylve	73
5.3.6.4.	Le débit.....	74
5.3.6.5.	Le lit majeur et les annexes hydrauliques.....	74
5.3.7.	les usages rencontrés.....	75
5.4.	Le Moulin de Saut Bois.....	76
5.4.1.	Localisation du moulin de Saut Bois.....	76
5.4.2.	Historique	76
5.4.3.	Repère de nivellement.....	77
5.4.4.	Description du système et des ouvrages hydrauliques.....	77
5.4.4.1.	Ouvrage de prise d'eau du moulin.....	78
5.4.4.2.	Les ouvrages de gestion hydraulique	79
5.4.4.2.1.	Les vannes de décharge.....	79
5.4.4.2.2.	Les buses de trop-plein.....	80
5.4.4.2.3.	La vanne de vidange.....	80
5.4.4.2.4.	Le déversoir de décharge	81
5.4.4.3.	Le plan d'eau (réserve du moulin).....	82
5.4.5.	Le foncier sur le site.....	83
5.4.6.	Analyse topographique du site	84
5.4.6.1.	Site du moulin de Saut Bois.....	84
5.4.6.2.	Analyse des relevés.....	84
6.	Les orientations de scénario	87
6.1.	Orientations du SDAGE.....	87
6.2.	Eléments juridiques et réglementaires.....	88
6.2.1.	Les ouvrages fondés en titre.....	88
6.2.2.	Les ouvrages fondés sur titre	89
6.2.3.	Cas des ouvrages étudiés.....	89
6.2.3.1.1.	Conservation du droit d'eau fondé en titre	89
6.2.3.1.2.	Perte possible du droit d'eau fondé en titre	89
6.3.	Scénarii proposés sur les sites étudiées.....	90
6.3.1.	Le Moulin de la Motte	90

6.3.1.1.	Diagnostic synthétique de l'ouvrage.....	91
6.3.1.2.	Scénarii proposés.....	91
6.3.2.	Le Moulin du Pont de Pacé.....	92
6.3.2.1.	Diagnostic synthétique de l'ouvrage.....	92
6.3.2.2.	Scénarii proposés.....	93
6.3.3.	Le Moulin de Champagne.....	93
6.3.3.1.	Diagnostic synthétique de l'ouvrage.....	94
6.3.3.2.	Scénarii proposés.....	95
6.3.4.	Le Moulin de l'Etang de Saut-Bois.....	95
6.3.4.1.	Diagnostic synthétique de l'ouvrage.....	95
6.3.4.2.	Scénarii proposés.....	96
7.	Annexe	97

1. LE PETITIONNAIRE / AVANT PROPOS

Le porteur de l'étude est :

Syndicat Intercommunal du bassin de la Flume

Mairie de Pacé
11, avenue de Brizeux
35 740 PACE

Contact :

Président : Jean-Paul LEFEUVRE
Animatrice du Syndicat : Laëtitia Citeau (02.99.85.55.26)

Le Syndicat Intercommunal de la Flume créé en 1980 par arrêté préfectoral a pour principal objet « dans le périmètre du bassin versant de la Flume, d'assurer ou de promouvoir toutes les actions nécessaires à la conservation, à l'amélioration et à une meilleure utilisation du patrimoine hydraulique et principalement d'aménager la rivière la Flume ».

Douze communes sont actuellement adhérentes au Syndicat. Sur le bassin versant de la Flume, seule la commune de Saint-Gondran n'est pas adhérente au syndicat.

Dans le cadre de son activité, le syndicat a été amené depuis sa création à réaliser divers travaux de restauration, de nettoyage et d'entretien des berges et du lit de la rivière.

Un premier Contrat de restauration-entretien (CRE) a été notamment mis en œuvre sur le cours principal de la Flume et sur le ruisseau de Champalaune entre 2004 et 2008. Les travaux réalisés dans ce premier CRE ont consisté principalement en :

- La gestion et l'entretien de la ripisylve ;
- La diversification des écoulements par la mise en place de blocs dans le lit de la rivière ;
- La suppression d'abreuvoirs sur cours par l'installation de clôtures et de pompes à museau ;
- L'aménagement de gués ;
- La stabilisation des berges par la mise en place de fascines de saules ;
- La création d'une frayère à brochets.

Suite au premier contrat de restauration-entretien, le Syndicat a lancé en 2009 une étude diagnostic du fonctionnement hydro-morphologique des principaux affluents de la Flume.

Cette étude, montre que la restauration de la continuité écologique des cours d'eau du bassin versant de la Flume constitue un des objectifs prioritaires pour atteindre le bon état écologique. En effet, lors du diagnostic, 52 ouvrages ou obstacles infranchissables et 39 périodiquement infranchissables ont été répertoriés.

La présence de ces ouvrages ou obstacles dans les cours d'eau est le paramètre le plus déclassant de la morphologie des principaux cours d'eau du bassin versant de la Flume. De ce fait, la masse d'eau correspondant au bassin versant de la Flume risque de ne pas atteindre d'ici 2015 le bon état écologique exigé par la DCE.

Dans ce contexte, le Syndicat Intercommunal du Bassin de la Flume met en œuvre un deuxième contrat pour la restauration du cours principal de la Flume et de ses principaux affluents au cours duquel 39 ouvrages faisant obstacles à la continuité seront aménagés ou effacés. Parmi ces obstacles, quatre d'entre eux nécessitent une étude complémentaire afin d'étudier en détail la faisabilité de différentes solutions techniques et les mesures d'accompagnement éventuelles à mettre en place.

Les ouvrages concernés par l'étude complémentaire sont de l'amont vers l'aval :

- la digue de l'étang du Saut-Bois situé sur le ruisseau de l'étang du Saut-Bois (communes de Langan et Romillé) ;
- le vannage du moulin de Champagne sur la Flume (commune de Pacé) ;
- le clapet du moulin de Pacé sur la Flume (commune de Pacé) ;
- le radier du Moulin de la Motte sur la Flume (commune de Vezin-le-Coquet).

Le vannage du moulin de Champagne, le clapet du moulin de Pacé et le radier du Moulin de la Motte ont été retenus au niveau départemental suite au Grenelle de l'environnement comme ouvrages prioritaires à aménager pour restaurer la continuité écologique des cours d'eau.

Il s'agit de réaliser un document d'aide à la décision pour le maître d'ouvrage, à partir d'un diagnostic, où différents scénarii (de l'effacement à l'équipement) devront être proposés et étudiés (faisabilité technique, économique, impacts à prévoir...) afin d'assurer la continuité écologique (libre circulation piscicole et transit sédimentaire).

L'étude se décompose en 4 phases :

- L'état des lieux des sites et leur diagnostic,
- L'établissement des scénarii d'aménagement,
- La réalisation d'avant-projets,
- La réalisation du dossier loi sur l'eau permettant la réalisation des travaux.

2. DONNEES GENERALES

2.1. CONTEXTE

Le bassin versant de la Flume couvre une superficie de 135 km² et s'étend sur 13 communes situées dans le département d'Ille-et-Vilaine.

Le bassin versant de la Flume compte environ 27 000 habitants. La partie amont du bassin versant comprend essentiellement des petites communes rurales (< 2 000 habitants) alors que la partie aval du bassin versant est très urbanisée, avec une forte densité de population (> 200 hab/km²).

La Flume est un affluent rive droite de la Vilaine, d'une longueur totale de 35 km. Elle prend sa source au nord-ouest de Rennes à la limite entre les communes de La Chapelle-Chaussée et Cardroc et se jette dans la Vilaine en amont des Landes d'Apigné sur la commune de Le Rheu. En comptant les affluents, le bassin versant est drainé par 113 km de cours d'eau.

2.2. CONTEXTE ADMINISTRATIF

2.2.1. LA DCE

Adoptée le 23 Octobre 2000, la Directive Cadre sur l'Eau entend impulser une réelle politique européenne de l'eau. Cette directive-cadre a été transposée en droit français le 21 avril 2004.

Concernant directement l'étude, la notion de **continuité de la rivière, ou continuité écologique**, est introduit dans l'annexe V de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), comme un élément de qualité pour la classification de l'état écologique des cours d'eau.

La notion de "continuité écologique" est reprise dans la circulaire DCE 2005/12 relative à la définition du « bon état » et à la constitution des référentiels pour les eaux douces de surface.

Selon la circulaire, la continuité de la rivière est assurée par :

- le rétablissement des possibilités de circulation (montaison et dévalaison) des organismes aquatiques à des échelles spatiales compatibles avec leur cycle de développement et de survie durable dans l'écosystème,
- le rétablissement des flux de sédiments nécessaires au maintien ou au recouvrement des conditions d'habitat des communautés correspondant au bon état.

2.2.2. LA LOI SUR L'EAU DU 30 DECEMBRE 2006

La Loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 a réformé les classements issus de la loi de 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique et de l'article L432-6 du code de l'environnement pour donner une nouvelle dimension à ces outils réglementaires en lien avec les objectifs de la directive cadre sur l'eau, et en tout premier lieu l'atteinte ou le respect du bon état des eaux.

Ainsi l'article L. 214-17 du code de l'environnement précise que le Préfet coordonnateur de Bassin établit deux listes :

Liste 1 : Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux parmi ceux :

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

Sur ces cours d'eau, le renouvellement de la concession ou de l'autorisation des ouvrages existants est subordonné à des prescriptions permettant de maintenir le très bon état écologique des eaux, de maintenir ou d'atteindre le bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou d'assurer la protection des poissons grands migrateurs.

Liste 2 : Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux dans lesquels il est nécessaire :

- **d'assurer le transport suffisant des sédiments et**
- **la circulation des poissons migrateurs.**

Sur ces cours d'eau, tout ouvrage doit être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant pour assurer ces deux fonctions dans un délai de 5 ans après la publication des listes.

Sur le bassin versant de la Flume, une proposition de classement en liste 1 et 2 du L214-17 concerne :

o **Pour la liste 1 :**

- la Flume depuis la confluence avec la Vilaine, jusqu'à la confluence avec le ruisseau de l'Etang de Saut Bois,
- le ruisseau de l'Etang de Saut Bois depuis la confluence avec la Flume jusqu'au pont de la D25 (commune de Langan).

o **Pour la liste 2 :**

- la Flume depuis la confluence avec la Vilaine, jusqu'au pont de la D 27 (commune de Langouët),

- le ruisseau de l'Etang de Saut Bois depuis la confluence avec la Flume jusqu'au pont de la D25 (commune de Langan).

2.2.3. LE SDAGE LOIRE-BRETAGNE

Le SDAGE du bassin Loire-Bretagne rendu obligatoire par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 a été approuvé par le comité de bassin le 18 novembre 2009. Il remplace le SDAGE du 26 juillet 1996. Son contenu décrit de façon aussi exhaustive que possible, l'état des lieux du bassin en décrivant l'ensemble des problèmes et des enjeux (qualité des eaux, milieux aquatiques remarquables, etc...).

Un ensemble de 15 orientations fondamentales et dispositions pour le bassin Loire-Bretagne est défini, dont une concerne directement la présente étude :

- **Orientation n°9 : Rouvrir les rivières aux poissons migrateurs**

2.2.4. LE SAGE VILAINE

Le SAGE Vaine, auquel fait partie le bassin versant de la Flume, a été élaboré à partir de 1998 et publié par arrêté préfectoral en 2003. Sa révision a débuté en 2009.

Parmi les actions ciblées par le SAGE, une concerne directement la présente étude :

- Retrouver des poissons de qualité : les espèces de poissons migrateurs à restaurer sur le bassin sont : les salmonidés, l'alose, la lamproie et l'anguille. Les actions de suivi et de restauration de la libre circulation doivent être poursuivies,

Le SAGE ciblait, donc lors de sa première rédaction, des actions de restauration de la libre circulation piscicole. Dans le cadre de sa réécriture, le SAGE devra comporter un plan d'actions identifiant les mesures nécessaires à la restauration de la continuité écologique du cours d'eau.

Le SAGE devra identifier le devenir souhaitable des ouvrages existants (effacement, ouverture partielle, aménagement avec dispositifs de franchissement, adaptation gestion) et fixera un objectif chiffré et daté de taux d'étagement.

- Les moulins de la Motte, du Pont de Pacé et de Champagne sont classés comme ouvrages prioritaires au titre du Grenelle de l'Environnement,

2.2.5. LE PDPG ET LA GESTION HALIEUTIQUE

La Flume est classée en 2^{ème} catégorie piscicole du domaine privé. Le Plan Départemental pour la Protection des milieux aquatiques et la Gestion des ressources piscicoles (PDPG) détermine deux contextes piscicoles sur le bassin versant de la Flume avec une limite située au niveau du Moulin de Pacé :

- la « Flume amont » où l'espèce repère est la Truite fario (*Salmo trutta fario*),
- la « Flume aval » où l'espèce repère est le Brochet (*Esox lucius*).

Le PDPG caractérise l'état des deux contextes piscicoles :

- Pour le contexte salmonicole (Flume amont), la Flume est dégradée par plusieurs facteurs limitant :
 - une forte pollution d'origine organique (forte densité d'élevages intensifs, culture intensive du maïs et des céréales),
 - des rejets polluants directs (STEP, rejets de fermes)
 - une uniformisation du lit (colmatage des fonds, recalibrage),
 - une densité élevée des étangs non compatible avec le caractère salmonicole de la rivière,
 - des étiages sévères,
 - une eutrophisation prononcée.

La Flume est donc considérée comme un contexte dégradé sur sa partie salmonicole.

Dans le cadre du programme d'action, le PDPG précise qu'il faudrait atteindre le SET (Seuil d'Efficacité Technique) en restaurant 500 m² de frayères en limitant les perturbations.

- Pour le contexte Cyprinicole (Flume aval), le diagnostic réalisé permet de classer le contexte cyprinicole en état dégradé.

Deux Associations Agréées pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques se partagent la gestion des cours d'eau du bassin versant de la Flume :

- La partie amont du bassin jusqu'au pont de la D231 (commune de Pacé) est gérée par l'AAPPMA des Pêcheurs Sportifs de Rennes (2994 adhérents en 2010). Des truites surdensitaires sont lâchées pour l'ouverture (100 kg de truites fario et 150 kg de truites arc-en-ciel). Un alevinage en truitelles fario est également réalisé en avril-mai (1 500 truitelles).
- La partie aval du bassin versant (en aval du pont de la D231 à Pacé) est gérée par l'AAPPMA la Gaule Pacéenne (195 adhérents en 2010). Des truites surdensitaires sont lâchées pour l'ouverture (80 kg de truites fario et 100 kg de truites arc-en-ciel). Des alevinages en poissons blancs sont également réalisés : gardon, tanche et perche.

3. LA SITUATION ENVIRONNEMENTALE GENERALE

3.1. LA GEOLOGIE

Le bassin versant de la Flume repose essentiellement sur un socle constitué de schistes briovériens recouvert par des couches sédimentaires, sauf dans la zone amont du bassin versant, composée d'un massif granitique lenticulaire orienté Est-Ouest. Cette bande granitique constitue le point haut du bassin versant et forme la ligne de partage des eaux entre le bassin versant de la Flume et le bassin versant du Linon.

Les schistes sont relativement imperméables et influencent fortement le débit des cours d'eau. Le régime hydrologique est peu régulé par les nappes souterraines et fortement influencé par la pluviométrie.

Les débits d'étiages des cours d'eau du bassin de la Flume sont donc faibles.

3.2. LE CLIMAT

Le Bassin de la Flume est balayé par de nombreuses perturbations océaniques. La proximité des grandes masses marines a des conséquences directes sur les températures, les précipitations et l'humidité de l'air.

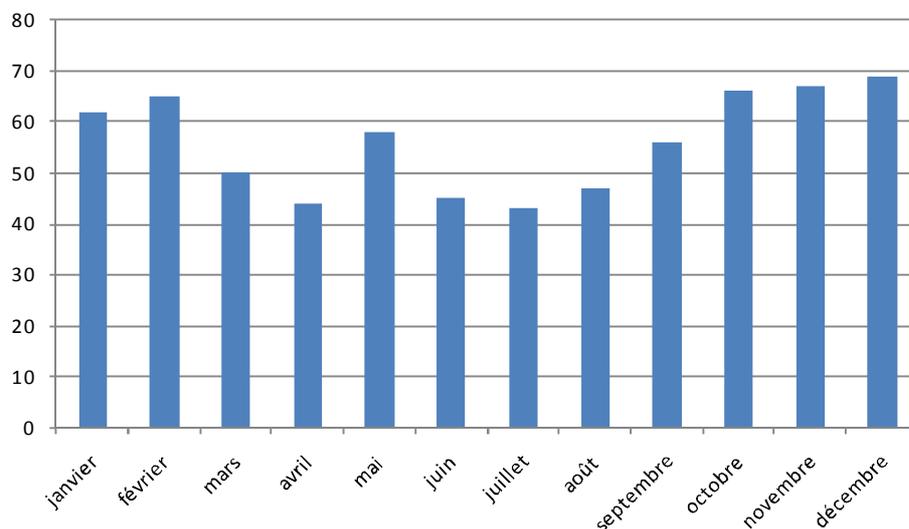


Figure 1 : Précipitations moyennes mensuelles à Rennes Saint-Jacques en mm (données Météo France, 1971-2000)

Dans la partie centrale de l'Ille et Vilaine, les hauteurs annuelles de précipitations sont inférieures à 700 mm dans les bassins abrités de toutes les directions du vent (Rennes) et sont comprises entre 700 et 750 mm sur les plateaux exposés aux vents de Sud-Ouest et de Nord-Ouest. Les hivers sont humides et en moyenne doux. Les étés sont relativement secs, modérément chauds et ensoleillés, induisant des étiages sévères du réseau hydrographique du bassin versant de la Flume.

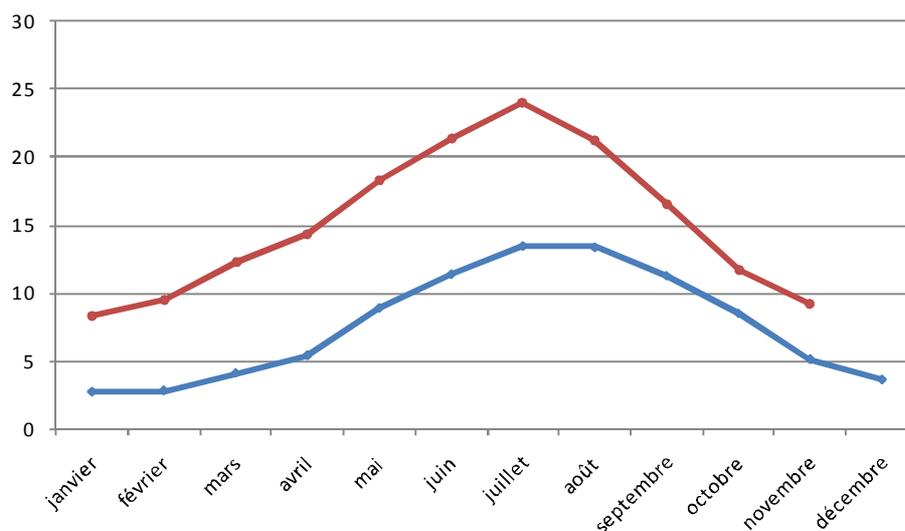


Figure 2 : Températures en °C minimales et maximales mensuelles à Rennes Saint-Jacques (données Météo France, moyennes sur la période 1971-2000)

3.3. RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Le réseau hydrographique du bassin versant de la Flume matérialisé sur les cartes IGN atteint environ 113 km.

Quinze affluents principaux alimentent la Flume dont 10 en rive droite et 5 en rive gauche. L'affluent principal est le ruisseau de l'Etang de Saut-bois, long de 14 km qui se jette dans la Flume au lieu-dit « Le Champ Pécor » sur la commune de Gévezé.

3.4. HYDROLOGIE

Le DREAL dispose d'un réseau de stations de mesures hydrométriques sur la région. Une station (n°J7214010) est aménagée sur la Flume au niveau de Pacé (pont de la RD 231) pour un bassin versant de 93 km². La fiche de la station est présentée en annexe.

Surface de BV (km ²)	Module (m ³ /s)	Qsp (l/s/km ²)	DMR ¹ (m ³ /s)	Max journ (m ³ /s)	QMNA5 ² (m ³ /s)	VCN3 (m ³ /s)	VCN10 (m ³ /s)	QMNA2 (m ³ /s)
93	0.633	6.8	0.063	27.1	0.016	0.024	0.029	0.047

Tableau 1 : Principales caractéristiques des débits de la Flume à Pacé (source : Banque Hydro, 1978-2010)

¹ DMR : Débit minimum réservé précisé dans l'arrêté du 29 juin 1956

² QMNA5 : Débit moyen mensuel sec de récurrence 5 ans

² VCN : Débit moyen minimal sur 3 ou 10 jours consécutifs

² QMNA : Débit moyen mensuel d'étiage

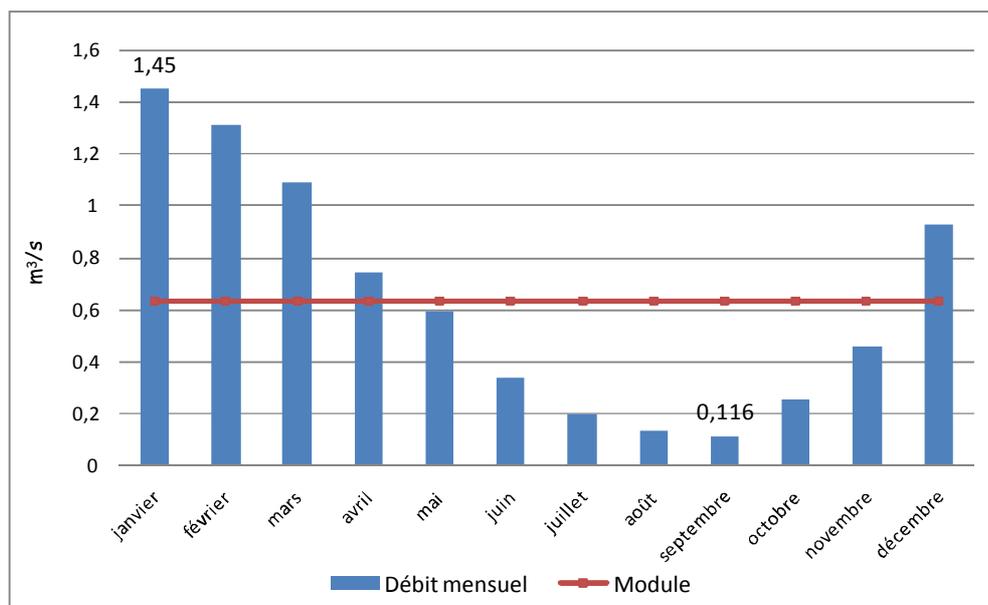


Figure 3 : caractéristiques hydrologiques de la Flume à Pacé (source : Banque Hydro, 1978-2010)

Le module est de $0.633 \text{ m}^3/\text{s}$, pour une superficie de bassin versant de 93 km^2 , ce qui représente un débit spécifique de 6.8 l/s/km^2 de bassin.

	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	année
Débit (m^3/s)	1.45	1.31	1.09	0.741	0.598	0.342	0.201	0.132	0.116	0.256	0.463	0.319	0.633

Tableau 2 : Débits moyens mensuels de la Flume à Pacé (source : Banque Hydro, 1978-2010)

Les débits moyens mensuels interannuels les plus faibles sont observés au cours des mois d'août et septembre.

Deux prospections ont été réalisées sur les ouvrages étudiés :

- Le 10 février 2011 : la Flume présentait un débit de 0.373 l/s à la station de jaugeage de Pacé. Ce débit est largement inférieur au module et se rapproche des conditions moyennes de débit du mois de juin.
- Le 22 février 2011 : la Flume présentait un débit de 1.71 l/s à la station de jaugeage de Pacé. Ce débit est supérieur au débit moyen du mois de janvier.

3.5. ETAT ECOLOGIQUE DES COURS D'EAU DU BASSIN DE LA FLUME

La définition de l'état écologique des masses d'eau s'appuie sur des réseaux établis dans le cadre de l'application de la DCE (réseau de contrôle et de surveillance, contrôles opérationnels, réseau de référence) mais peut également s'appuyer sur d'autres réseaux dès lors que le site de suivi est représentatif de l'état d'une masse d'eau et que les protocoles de prélèvement et d'analyse sont conformes aux protocoles prescrits dans le cadre des réseaux DCE.

3.5.1. ELEMENTS BIOLOGIQUES

Selon la DCE, l'état écologique correspond à la qualité de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Plusieurs indices biologiques sont analysés pour l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau. Ces indices utilisent une codification par couleur pour définir la classe de qualité obtenue :

Qualité	Très bonne	bonne	passable	mauvaise	Très mauvaise
---------	------------	-------	----------	----------	---------------

Tableau 3 : classes de qualité utilisées par les différents indices biologiques

3.5.1.1. L'IBGN (INDICE BIOLOGIQUE GLOBAL NORMALISE)

3.5.1.1.1. PRINCIPE DE L'INDICE

L'IBGN est un indice basé sur l'étude des invertébrés benthiques (invertébrés colonisant la surface et les premiers centimètres des sédiments immergés de la rivière (benthos) et dont la taille est supérieure ou égale à 500 μm (macro-invertébrés)).

Le peuplement benthique, particulièrement sensible, intègre dans sa structure toute modification, même temporaire, de son environnement (perturbation physico-chimique ou biologique d'origine naturelle ou anthropique). L'analyse de cette « mémoire vivante » (nature et abondance des différentes unités taxonomiques présentes) fournit des indications précises permettant d'évaluer la capacité d'accueil réelle du milieu (aptitude biogène).

Ces invertébrés constituent également un maillon essentiel de la chaîne trophique de l'écosystème aquatique (consommateurs primaires ou secondaires) et interviennent dans le régime alimentaire de la plupart des espèces de poissons. Une variation importante de leurs effectifs aura donc inévitablement des répercussions sur la faune piscicole.

L'étude des peuplements benthiques est réalisée à l'aide de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) qui traduit surtout la pollution organique et l'altération des habitats physiques. Cette méthode peut être appliquée sur tous les types de cours d'eau dans la mesure où l'échantillonnage peut être pratiqué selon la technique proposée par la norme NFT 90-350. Les IBGN apportent deux niveaux d'informations intéressants :

- La sensibilité de certains taxons (correspondant au groupe indicateur GI) vis-à-vis de la pollution est représentative de la qualité de l'eau au cours,
- Le nombre de taxons présents renseigne sur la diversité et la qualité des habitats aquatiques.

Au type de peuplement présent, une note est appliquée correspondant à des classes de qualité

dépendantes des hydroécorégions.

3.5.1.1.2. RESULTATS SUR LA MASSE D'EAU FLUME

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus sur les masses d'eau suivies sur la zone d'étude.

Code station	Localisation	Masse d'eau	Cours d'eau	2000	2001	2002	2004	2005	2006	2008
N°04207400	Pacé (La Foucheraie)	FRGR0112	Flume	14	14	15	12	14	18	18

Tableau 4 : résultats du suivi IBGN sur la masse d'eau Flume (note / 20) (source : Agence de l'Eau Loire Bretagne)

L'indice est relativement constant sur la période 2000-2005. Il se situe autour de 14, ce qui correspond, sauf en juillet 2004, à une bonne qualité biologique. Les espèces les plus polluo-sensibles sont néanmoins absentes ou très faiblement représentées lorsqu'elles sont présentes.

Une nette amélioration est observée à partir de 2006 avec des notes de 18/20, correspondant à une excellente qualité biologique.

Cette amélioration est vraisemblablement liée à la mise en service de la nouvelle station d'épuration du SIA de la Flume et du Petit Bois, en remplacement des unités de traitement saturées de Gévezé, Vignoc et La Mézière. Les performances épuratoires de cette station contribuent à l'amélioration de la qualité de l'eau et favorise donc une amélioration des peuplements benthiques.

Les valeurs d'IBGN relevées sur la Flume à la Foucheraie depuis 2006 sont compatibles avec le Bon Etat Ecologique.

3.5.1.2. L'IBD (INDICE BIOLOGIQUE DIATOMIQUE)

3.5.1.2.1. PRINCIPE DE L'INDICE

Les diatomées sont des algues microscopiques brunes unicellulaires constituées d'un squelette siliceux. Elles sont une composante majeure du peuplement algal des cours d'eau et des plans d'eau. Elles sont considérées comme les algues les plus sensibles aux conditions environnementales. Elles sont connues pour réagir aux pollutions organiques, nutritives (azote, phosphore), salines, acides et thermiques.

L'évaluation de la qualité biologique globale par le calcul de l'IBD repose sur l'abondance des espèces inventoriées dans un catalogue de 209 taxons appariés, leur sensibilité à la pollution (organique, saline ou eutrophisation) et leur faculté à être présentes dans des milieux très variés.

3.5.1.2.2. RESULTATS SUR LA MASSE D'EAU FLUME

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus sur les masses d'eau suivies sur la zone d'étude.

Code station	Localisation	Masse d'eau	Cours d'eau	Type	2004	2005	2006	2007	2008
N°04207400	Pacé (La Foucheraie)	FRGR0112	Flume	IBD	16,2	15,3	11,2	10,8	
				IBD 2007				14,4	13,1
				IPS	14,7	11,1	11,2	13,8	12,5

Tableau 5 : résultats du suivi IBD sur la masse d'eau Flume (note / 20) (source : Agence de l'Eau Loire Bretagne)

Les résultats de ces indices sont variables selon les années (qualité moyenne à bonne).

Contrairement au suivi IBGN, il n'est pas mis en évidence d'amélioration de l'IBD suite à la mise en service de la nouvelle station d'épuration du SIA de la Flume et du Petit Bois.

Pour le massif armoricain, les limites supérieure et inférieure du bon état sont respectivement de 15 et 13. Au regard des indices IBD 2007 réalisées en 2007 et 2008, la qualité biologique de la Flume est compatible aux exigences de la DCE.

3.5.1.3. L'IBMR (INDICE BIOLOGIQUE MACROPHYTIQUE EN RIVIERE)

3.5.1.3.1. PRINCIPE DE L'INDICE

L'IBMR est fondé sur l'examen des plantes aquatiques (macrophytes) pour déterminer la qualité de la rivière et plus particulièrement son degré d'eutrophisation lié aux teneurs d'azote et de phosphore dans l'eau. Cet indice prend en compte également les caractéristiques physiques du milieu comme l'intensité de l'éclairement et des écoulements.

Cinq classes de niveau trophique ont été définies et présentées ci-dessous.

Niveau trophique				
très élevé	élevé	moyen	faible	très faible
0	5	10	15	20

Tableau 6 : classes de degré trophique utilisées par les différents indices biologiques

3.5.1.3.2. RESULTATS SUR LA MASSE D'EAU FLUME

L'indice IBRM réalisé en 2008 sur la station de suivi du RCS indique, avec un niveau trophique calculé de 8.93, un niveau trophique élevé pour la Flume à la Foucheraie.

3.5.1.4. L'IPR (INDICE POISSON RIVIERE)

3.5.1.4.1. PRINCIPE DE L'INDICE

Le principe général de l'IPR est basé sur la comparaison du peuplement échantillonné à un peuplement de référence. Ce peuplement correspond au peuplement théoriquement en place dans la station étudiée si celle-ci était dépourvue de toutes perturbations humaines. Il est estimé à partir de modèles statistiques qui prennent en compte des paramètres responsables des variations spatiales des peuplements de poissons dans les milieux naturels.

L'IPR est un outil qui calcule l'écart entre le peuplement échantillonné et le peuplement de référence en comparant les valeurs théoriques et observées obtenues.

3.5.1.4.2. RESULTATS SUR LA MASSE D'EAU FLUME

Les résultats obtenus sur le secteur d'étude montrent une dégradation globale des populations piscicoles.

Organisme	Code station	Localisation	Masse d'eau	Cours d'eau	2001	2007	2008	2009	2010
AELB	N°04207400	Pacé (Le Petit Moulin Tixué)	FRGR0112	Flume		30,00		32,14	
SIB Flume	1	Pacé (Guesneau)	FRGR0112	Flume					25,75
SIB Flume	2	Pacé (Moulin de la Lande)	FRGR0112	Flume					17,58
SIB Flume	3	Gévezé (Champagné)	FRGR0112	Flume					20,72
SIB Flume	4	Gévezé (Les Roches)	FRGR0112	Flume					16,78

Tableau 7 : Résultats des IPR sur la masse d'eau Flume (source : ONEMA, Etude piscicole du bassin versant de la Flume, Asconit 2010)

Au regard des résultats de 2001 (étude piscicole réalisée par le CSP à l'époque), du point de suivi RCS de l'Agence de l'Eau au Petit Moulin de Tixué et de l'étude piscicole de 2010, on observe une dégradation des peuplements piscicoles de l'amont vers l'aval.

La physionomie du peuplement piscicole depuis 2001 reste sensiblement similaire avec la domination de la loche franche et du goujon comprenant pour ces deux espèces des populations relativement importantes ; notons également la disparition de la truite fario après 2007 date de sa dernière capture.

Il faut mettre en avant le retour de deux espèces (chabot et lamproie de planer) inscrites dans l'annexe II de la Directive « Habitat ».

Les peuplements observés indiquent un certain nombre de déséquilibres :

- liés à des problèmes morphologiques et notamment au compartiment du lit mineur (tendance à l'homogénéisation des habitats piscicoles et des faciès d'écoulement),
- liés à des problèmes de continuité écologique (problème de circulation des espèces et des sédiments),
- liés à des problèmes de qualité de l'eau,
- liés à la présence de nombreux plans d'eau sur le bassin versant qui perturbent les peuplements en place mais également le régime thermique des cours d'eau. Dès l'amont, des espèces atypiques comme la brème, le rotengle, la carpe commune, la perche, la perche soleil et la tanche ont été capturées,
- liés aux alevinages en poissons blancs réalisés sur les cours d'eau qui peuvent déclasser l'IPR.

Les populations d'anguilles sont faibles par rapport aux effectifs théoriques, soulignant de nouveau les difficultés actuelles de l'espèce.

3.5.1.4.3. ETUDE PISCICOLE REALISEE PAR LA FDAAPPMA

Une étude a été réalisée par la FDAAPPMA en 2005 pour préparer le futur contrat et avait pour but :

- de diagnostiquer l'état des fonctionnalités piscicoles des espèces repères des deux contextes du bassin versant de la Flume : la truite fario et le brochet ;
- de définir les objectifs à poursuivre sur les différentes parties du contexte ;
- d'orienter les aménagements à réaliser en vue d'une restauration du milieu.

Les conclusions de cette étude sont de deux ordres :

- les contextes salmonicole et cyprinicole ont été diagnostiqués comme des contextes dégradés n'offrant plus aux espèces repères la possibilité de réaliser la totalité de leurs cycles biologiques,
- un certain potentiel de restauration des fonctionnalités piscicoles a été entrevu pour les deux contextes mais le retour à un état conforme devra passer par des actions diverses portant à la fois sur la capacité de recrutement (fonctionnalité reproduction) et sur la capacité d'accueil du milieu (l'habitat des espèces adultes).

Des sites de restauration morphodynamique des cours d'eau et une restauration de frayères à brochets sont donc intégrés au Contrat Territorial du bassin versant de la Flume,

3.5.2. ELEMENTS PHYSICO-CHIMIQUES GENERAUX

3.5.2.1. RESULTATS DU RESEAU DE CONTROLE DE SURVEILLANCE (SEEGT, 2009)

La qualité physico-chimique des eaux de la Flume est suivie depuis plusieurs années au niveau du pont de la D231 sur la commune de Pacé (lieu-dit « la Foucheraie »). Ce point de suivi est géré par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne dans le cadre du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS). Ce point de suivi, couplé à une station de suivi hydrologique, permet d'estimer les flux avec précision.

Cette station est située au 2/3 aval du bassin versant de la Flume et ne prend pas en compte les surfaces urbanisées situées en aval du bassin versant.

Les analyses, réalisées mensuellement pour les paramètres physico-chimiques, permettent de suivre l'évolution de la qualité des eaux.

Les paramètres qui apparaissent aujourd'hui déclassant vis-à-vis du SAGE Vilaine sont les nitrates, le phosphore total, les matières organiques (COD) et les pesticides. Les nitrates ne sont pas déclassant au regard des seuils provisoires du Bon Etat.

Depuis 2000, on observe une amélioration de la qualité de l'eau vis-à-vis des paramètres Phosphore total et pesticides. En revanche, il n'est pas observé de tendance à l'amélioration pour les paramètres nitrates et Carbone Organique Dissous.

3.5.2.2. RESULTATS DU RESEAU CORPEP (SEEGT, 2009)

La DIREN intervient également depuis plusieurs années dans le cadre du réseau de surveillance de la Cellule d'Orientation Régionale pour la Protection des Eaux contre les Pesticides (CORPEP). La Flume est une des 8 rivières suivies en Bretagne dans le cadre du réseau CORPEP.

L'évolution des concentrations cumulées met en évidence une amélioration de la qualité des eaux de la Flume vis-à-vis des produits phytosanitaires.

Malgré cette évolution favorable, la situation concernant les pesticides sur le bassin versant de la Flume reste préoccupante, avec de nombreuses molécules retrouvées et parfois à des concentrations importantes. Pour ces raisons, le bon état chimique des eaux n'est pas respecté pour ce paramètre.

3.5.2.3. EVOLUTION DE LA QUALITE DES EAUX DU BASSIN VERSANT DE LA FLUME A PARTIR DES SUIVIS PONCTUELS (SEEGT, 2009)

Le Syndicat a réalisé en 2009, une étude générale de la qualité de l'eau sur le bassin versant de la Flume qui s'est appuyée sur plusieurs séries de données :

- Une étude qualité des eaux réalisée en 2001-2002 : Dans le cadre de l'étude qualité des eaux du bassin versant de la Flume réalisée en 2002, 11 points repartis sur le cours de la Flume et des principaux affluents avaient fait l'objet d'un suivi. 6 campagnes de mesures ont été réalisées sur la période 2001-2006.
- Le suivi du Contrat de Restauration et d'Entretien : Dans le cadre du suivi du contrat restauration entretien de la Flume, des analyses d'eau ont également été réalisées sur 2 des 11 points de l'étude qualité des eaux de 2002. Des analyses ont été réalisées à fréquence variable sur les années 2004-2005-2006.
- - Une étude qualité des eaux réalisée entre 2008 et 2009 : 4 campagnes de prélèvements ont été réalisées afin de mettre en évidence l'évolution de la qualité des eaux depuis l'étude de 2002. Ces points de mesure reprennent les points suivis en 2001-2002, et les deux points suivis en 2004-2005-2006.

La compilation des différents suivis ponctuels, en particulier pour 4 points a été réalisée pour la période 2001-2009. Ce travail n'a pu être réalisé que pour les paramètres physico-chimiques classiques puisque ce sont les seuls paramètres communs aux différentes campagnes de suivi réalisées.

Ces suivis ponctuels réalisés selon une périodicité variable ne permettent pas de mettre en évidence des tendances d'évolution fortes au niveau des 4 stations de suivis.

Ces données de qualité de l'eau permettent néanmoins de confirmer l'évolution à la baisse des concentrations en phosphore total sur la Flume à la Foucheraie. Cette diminution est probablement à relier, à la mise en service de la nouvelle station d'épuration du SIA de la Flume et du Petit Bois. Cette unité de traitement mise en service en 2005 permet un traitement efficace de l'azote et du phosphore.

A noter que la mise en service de la nouvelle station d'épuration de Pacé en 2009 doit contribuer à l'amélioration de la qualité de l'eau sur la partie aval de la Flume, en particulier pour les paramètres Pt, PO₄, NH₄⁺, NTK et DBO₅.

3.6. QUALITE HYDROMORPHOLOGIQUE DES COURS D'EAU DU BASSIN DE LA FLUME (CONTRAT TERRITORIAL DE BASSIN VERSANT DE LA FLUME 2010-2014)

La masse d'eau de la Flume a fait l'objet d'un diagnostic hydro-morphologique conduit en deux étapes. Un premier diagnostic a été réalisé 2003 qui a concerné le cours d'eau principal, la Flume et un de ces affluents, le ruisseau de Champalaune et qui a conduit à la mise en œuvre d'un premier contrat de restauration-entretien entre 2004-2008. Une seconde étude a été réalisée en 2009 qui a abouti à un diagnostic hydro-morphologique des principaux affluents de la Flume et à la définition d'un programme de travaux de restauration-entretien sur ces cours d'eau qui sera mis en œuvre dans le cadre du volet milieux aquatiques du contrat territorial à partir de 2010. La méthode REH aujourd'hui utilisée pour la caractérisation du paramètre morphologie n'a été appliquée que pour l'étude 2009. Le graphique ci-dessous en fait la synthèse :

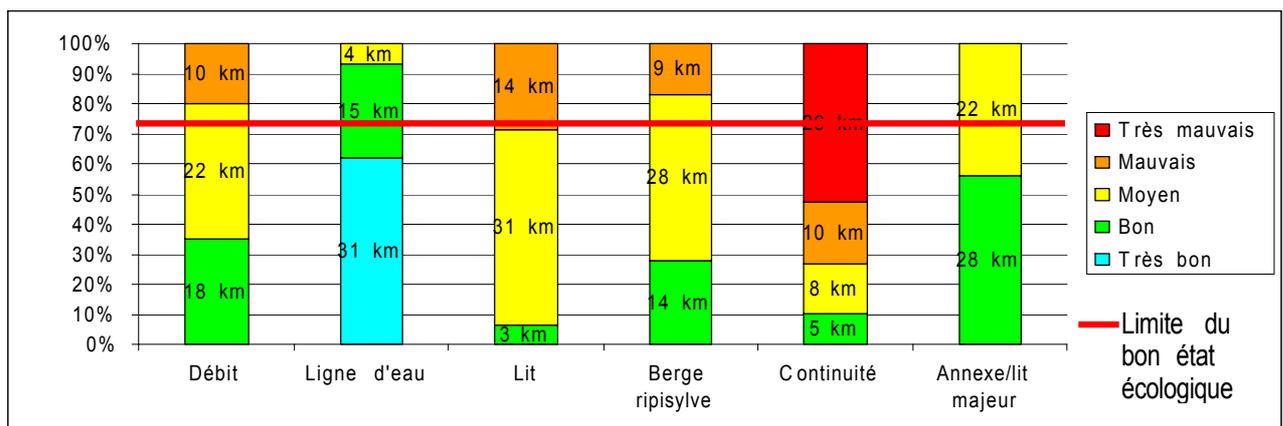


Figure 4 : synthèse du diagnostic REH réalisé en 2009 sur les affluents de la Flume

Ce diagnostic montre que les compartiments continuité et lit mineur sont les plus dégradés avec 90 % du linéaire de cours d'eau classé en moyenne, mauvaise ou très mauvaise qualité. Dans une moindre mesure, les compartiments berges-ripisylve et débit sont également impactés avec 65 à 70 % du linéaire classé en moyenne ou mauvaise qualité.

Les nombreux ouvrages présents sur les cours d'eau, en particulier sur les affluents de la Flume, les travaux hydrauliques réalisés depuis les années 80 dans les cours d'eau et leurs annexes hydrauliques (rectification, curage, recalibrage, drainage des zones humides) et l'imperméabilisation croissante des sols sont principalement responsables des perturbations hydro-morphologiques observés et de la faible diversité des peuplements biologiques : accentuation de la violence des crues, envasement et forte incision du lit mineur, faible présence des espèces migratrices (truite fario, anguille), déstabilisation des berges, banalisation du milieu... Toutes ces perturbations contribuent à une dégradation de la qualité de l'eau.

3.7. LES ZONES NATURELLES

Plusieurs zones naturelles protégées sont recensées sur le bassin versant de la Flume.

3.7.1. LES ZNIEFF

Il existe deux types de Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique :

- Les **ZNIEFF de type 1** sont des territoires correspondant à une ou plusieurs unités écologiques homogènes abritant au moins une espèce ou un habitat caractéristique remarquable ou rare.
- Les **ZNIEFF de type 2** concernent les milieux naturels formant un ou plusieurs ensembles d'unités écologiques homogènes possédant une cohésion élevée et entretenant de fortes relations entre eux. Elles se distinguent de la moyenne du territoire régional par leur contenu patrimonial plus riche.

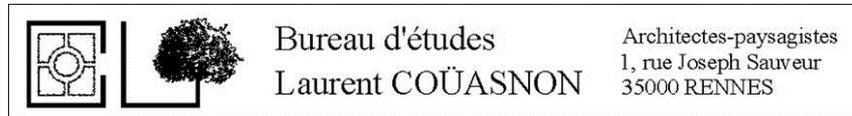
Sur le bassin versant de la Flume, deux ZNIEFF de Type I ont été recensées :

- Le Marais d'Apigné sur la commune de Le Rheu,
- Les gravières du Sud de Rennes sur les communes de Bruz, Chavagne, Goven, Rennes, Le Rheu et Saint-Jacques-de-la-Lande.

Ces deux ZNIEFF ne sont pas concernées par les sites étudiés.

4. ANALYSE PAYSAGÈRE DU MOULIN DE CHAMPAGNE AU PONT DE PACÉ

L'analyse paysagère des sites du Moulin du pont de Pacé et du moulin de Champagne a été réalisée par le bureau d'études Laurent Couïasnon.



NB : Les photos de l'état initial ont été prises un jour où les clapets du Moulin du Pont de Pacé étaient abaissés et les vannes du Moulin de Champagne levées, permettant de voir l'alternance des vitesses d'écoulement selon le fond de la rivière.

En longeant la Flume depuis le pont de Pacé vers le moulin de Champagne, on peut voir une progression dans le paysage au fur et à mesure de notre cheminement qui se découpe en trois zones.

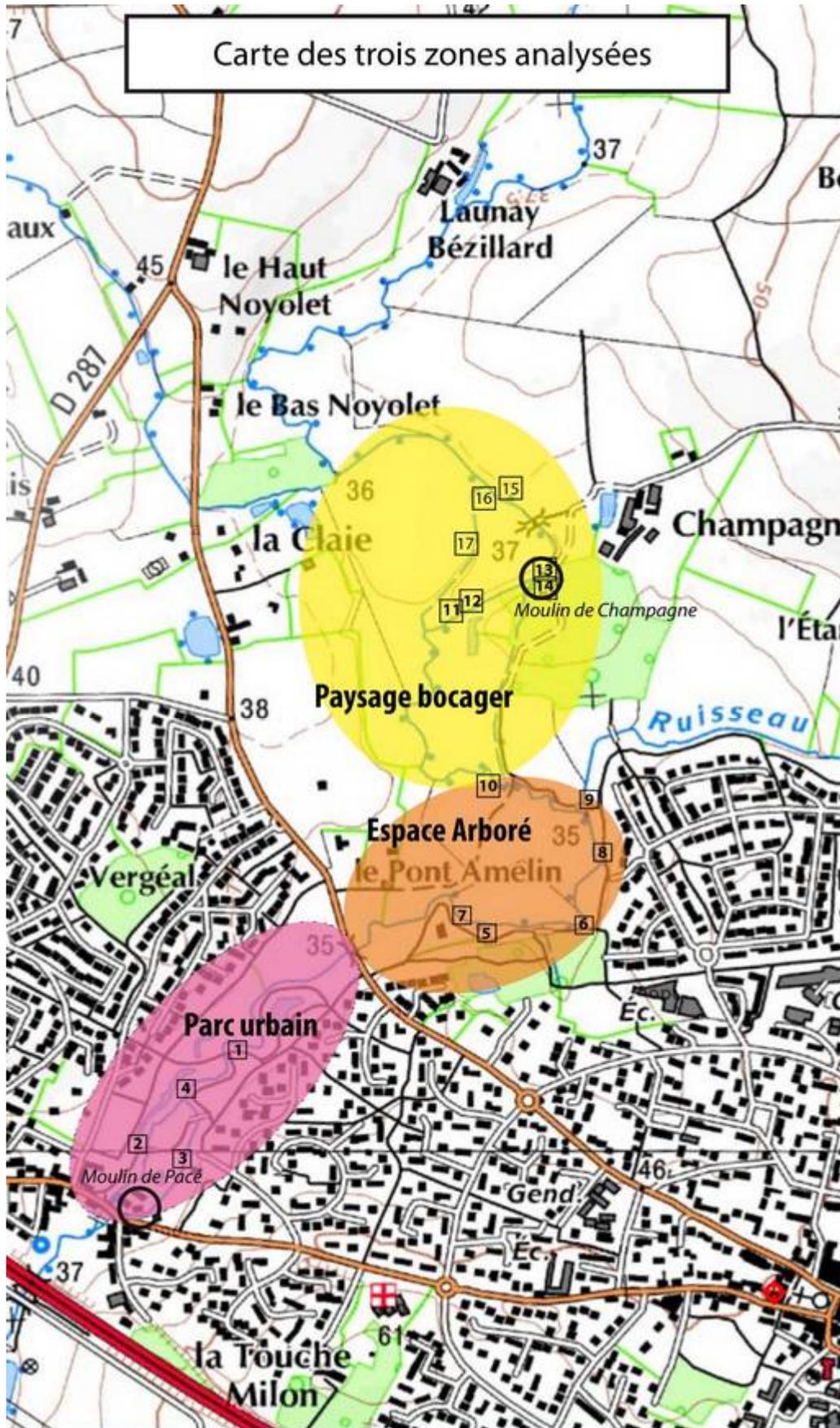


Figure 5 : les différentes entités paysagères et localisation des photos

Le parc urbain :



1

Cet espace commence au pont de Pacé et se termine au niveau du pont Amelin de l'avenue Charles le Goffic. C'est un espace très ouvert, composé de grandes coulées engazonnées découpées par des chemins de promenade (**photo 1**). Il fait office de parc urbain mais garde toutefois un aspect naturel.

En cheminant à travers le parc, on découvre en plus de la rivière quelques mares ou étangs végétalisés placés de part et d'autre de celle-ci. Ils sont un atout particulièrement intéressant pour le parc, et créent un jeu de scènes qui évoluent au fil des saisons.



2

L'espace est principalement composé d'une végétation arborescente clairsemée avec quelques zones arbustives plus paysagères autour des étangs (**photos 1 - 2**). Le choix des essences respecte l'identité naturelle du site.

Les Berges de la Flume dans cette partie sont nues et très abruptes (**Photo 1**).



3

Vers le centre de cette zone, le cours d'eau a été divisé en deux pour alimenter le Moulin de Pacé. Aujourd'hui celui-ci ne fonctionne plus. L'eau est toujours présente mais beaucoup plus stagnante et vaseuse (**photos 3 - 4**).

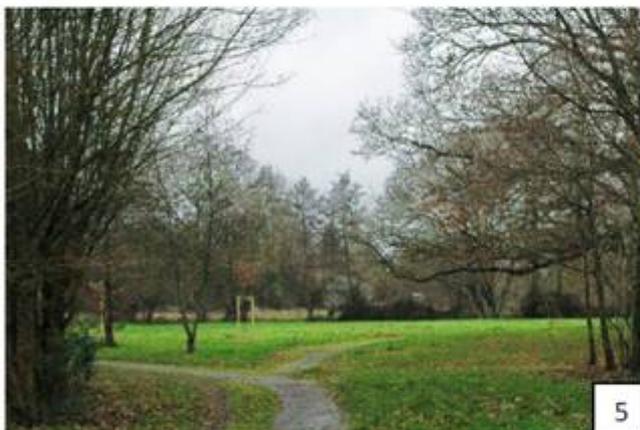
Le cheminement se fait par une circulation en revêtement dur. Par endroit, des ponts ont été installés pour permettre au promeneur de passer d'un côté ou de l'autre de la Flume.



4

Un espace arboré :

Cet espace débute au niveau du pont Amelin de l'avenue Charles le Goffic et se termine au niveau du « pont de singe ».



Lorsque l'on arrive dans cette partie, la vue reste assez ouverte sur de grandes étendues de gazon du parc qui borde les lotissements (**photo 5**). Puis, au fur et à mesure que l'on poursuit notre balade, les chemins sont bordés de haies de type bocagère qui referment progressivement l'espace.

Une végétation arborescente plus importante encadre et souligne le cours de la Flume.

En hiver, la rivière est bien visible. En été certaines sections ne seront perceptibles qu'à travers des trouées dans la végétation (**Photos 6 à 8**).



La gestion de cet espace est plus souple. Les zones engazonnées sont moins rigides, coupées plus hautes. Par endroit Il faut s'enfoncer dans la prairie si l'on veut s'approcher de la Flume. De même, les cheminements se font plus naturels. D'un revêtement imperméable, on passe à des chemins stabilisés (**photo 9**).



On se dirige petit à petit vers un aménagement beaucoup plus naturel.



Un paysage bocager :

La dernière partie commence au niveau du « pont de singe » et se termine au moulin de Champagne.



10

Ici on a la sensation de se promener à travers champs, c'est un secteur de grandes cultures aux espaces relativement ouverts. Le cheminement, plus tortueux et simplement engazonné, suit le cours de la Flume. Il est encadré d'un coté d'une haie bocagère plantée récemment et de l'autre du cours de la rivière et des arbres qui la bordent (**photos 10 - 12**).

Au fur et à mesure de la promenade vers l'amont, les berges sont de plus en plus arborées, certaines séquences sont masquées par la végétation (**photos 11 - 12**).



11



12

En remontant le cours d'eau, on arrive au le moulin de Champagne. Un vannage et un déversoir ont été créés pour alimenter le moulin. La vanne levante est toujours présente et rompt le calme du cours d'eau par une cascade (**photos 13 - 14**).

Situé en rive gauche, le site du moulin de Champagne fait partit du bois de Champagne et bénéficie d'un cadre très boisé.



13



1

En amont du Bois de Champagne, on retrouve le secteur dégagé aux grandes cultures. Dans ce secteur, un fossé part en rive droite de la Flume, au niveau du point bas de la vallée. Un talus boisé le long de la rivière témoigne du détournement de son cours vers le bief du moulin (**photos 15 et 16**). Ce fossé draine les eaux des grandes cultures en fond de vallée (**Photo 17**)



5. PRESENTATION DES SITES

5.1. LE MOULIN DE LA MOTTE

5.1.1. LOCALISATION DU MOULIN DE LA MOTTE

Le Moulin de la Motte se trouve sur le cours de la Flume dans le département d'Ille-et-Vilaine. L'ancien moulin se trouvait sur la commune de Vezin-le-Coquet. La zone d'influence des ouvrages concernent également les communes de Pacé (rive gauche) et de Le Rheu (rive droite).



Figure 6 : localisation sur la carte IGN du Moulin de la Motte

5.1.2. HISTORIQUE

Le *Moulin de la Motte* fait l'objet d'un règlement d'eau en date du 26 juin 1873.

L'extrait de la carte de Cassini présentée ci-dessous identifie le lieu-dit les Haies et localise le moulin (roue dentée).

Cet extrait de carte montre très clairement l'existence d'un deuxième bras au Sud du bras apportant l'eau au moulin. Ce bras correspondant à l'emplacement du cours naturel de la Flume au droit du site avant sont déplacement pour l'alimentation du moulin.



Figure 7 : Extrait de la carte de Cassini autour du site du Moulin de la Motte

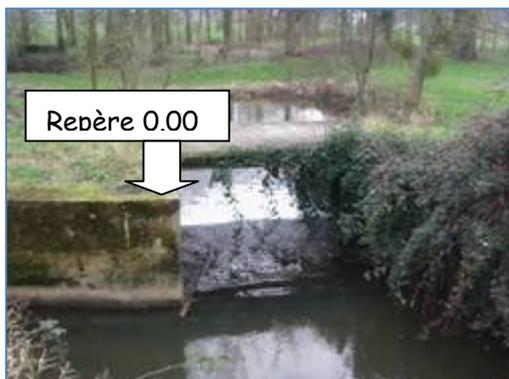
L'ancien cours de la Flume est nettement visible sur les cartes d'état major (complètement éditée en 1875).



Figure 8 : Extrait de la carte d'état major autour du site du Moulin de la Motte

5.1.3. REPERE DE NIVELLEMENT

Il n'existe pas de repère de nivellement directement sur le site, le relevé topographique s'établit donc en niveau relatif dont le repère est établi sur la culée rive gauche du déversoir principal (cote 0.00).



Le levé topographique est établi en cote relative par rapport à la culée rive gauche du déversoir principal (cote 0.00).

5.1.4. DESCRIPTION DU SYSTEME ET DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

Le Moulin de la Motte se trouve directement sur le cours actuel de la Flume. Le bâtiment n'existe plus et l'emplacement du moulin est aujourd'hui matérialisé par l'ancien coursier. Le plan ci-dessous décrit le système hydraulique.

Le système hydraulique est composé d'un déversoir de décharge et du coursier de l'ancien moulin.



1



2



3

- 1- Vue du déversoir de décharge depuis l'aval.
- 2- Vue du déversoir de décharge depuis l'amont.
- 3- Vue de l'état de dégradation de la culée aval rive droite.

Le déversoir de décharge capte la majorité du débit de la Flume. Il est surmonté d'une passerelle permettant d'accéder à la prairie située en rive droite du bief. La partie rive gauche amont de l'ouvrage a été bétonnée entre le déversoir de décharge et l'ancien coursier du moulin.

Les culées de l'ouvrage, en pierres maçonnées, sont en mauvais état. La culée rive droite est en partie détruite (photo n°3 ci-dessus) et la culée rive gauche présente un déchaussement des pierres sur sa partie aval.

Lors de la réalisation des levés topographiques réalisé le 10/02/11, le dénivelé entre la ligne d'eau amont et la ligne d'eau aval était de 0.77 m.



1



2



3

- 1- Vue de l'ancien coursier du moulin.
- 2- Vue de l'ancien coursier du moulin avec l'emplacement de la roue.
- 3- Vue du système hydraulique depuis l'aval.

L'ancien coursier du moulin a fait l'objet de modification de sa structure. Une reprise béton a été réalisée de part et d'autre du coursier, et un pont a été reconstruit sur l'ancien emplacement de la roue. La voûte du pont a été réalisée à l'aide de demi-buse de 0.5 m de longueur, recouverte d'un parement en pierre.

Lors de la réalisation des levés topographiques réalisé le 10/02/11, le dénivelé entre la ligne d'eau amont et la ligne d'eau aval était de 0.77 m.

5.1.5. LE FONCIER SUR LE SITE

Les ouvrages appartiennent au propriétaire des parcelles attenantes (Mr De POULPIQUET). Les

parcelles n°4 section ZM et n°1 section ZN sur la commune de Le Rheu et n°530 et 532 de la section OG sur la commune de Pacé appartiennent à ce propriétaire.

Les parcelles n°86 de la section ZM et n° 2 de la section ZN sur la commune de Le Rheu appartiennent à Mr Jean-Yves GALLAIS.

Dans le cadre d'un projet de restauration de la continuité écologique, ces parcelles pourraient être concernées par les travaux. La figure ci-dessous récapitule les propriétaires concernés sur le site.

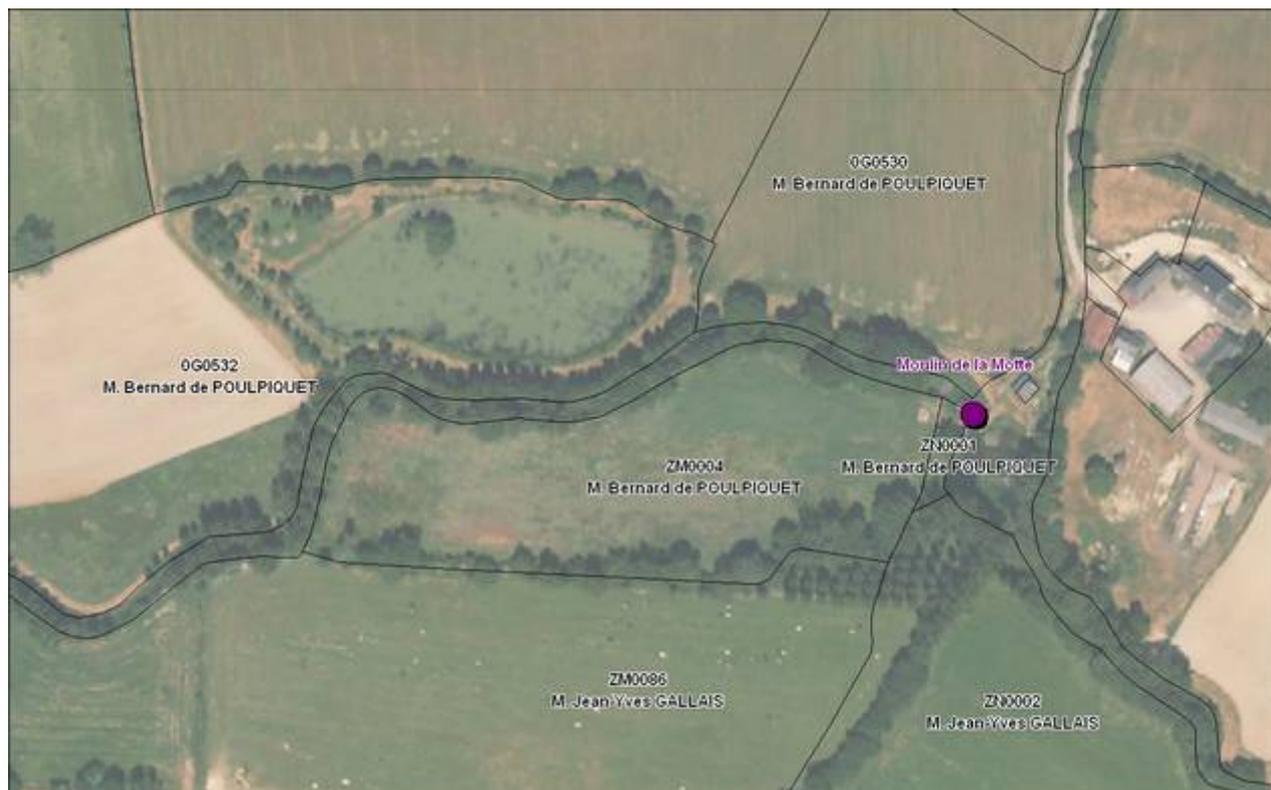


Figure 9 : référence des propriétaires concernés sur le site du Moulin de la Motte

5.1.6. LES COMPOSANTES MORPHODYNAMIQUES

Les passages de terrain pour réaliser les relevés topographiques ont été réalisés au mois de février 2011.

Un relevé topographique a été réalisé sur le site à l'aide d'un niveau optique et d'une mire.

Ces relevés sont calés sur le repère relatif que nous avons défini au niveau du radier amont de la vanne de décharge.

La cote de ce repère est de 0.00.

Le levé topographique a permis de prendre les cotes suivantes :

- Détail des ouvrages,
- Prise des cotes de fond (radier des ouvrages),

- Réalisation de plusieurs profils transversaux sur le bief et directement en amont,
- Profil en long du fond depuis l'amont de la zone d'influence à la confluence avec l'ancien cours naturel de la Flume.

Les schémas sont présentés en annexe.

5.1.6.1. LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE ET LA LIGNE D'EAU

5.1.6.1.1. LA CONTINUITÉ

La continuité écologique au sens de la Directive Cadre sur l'Eau se traduit par :

- la libre circulation des espèces peuplant un cours d'eau,
- le transit des sédiments.



Vue de l'ouvrage en conditions hydrauliques moyennes (10 février 2011).



Vue de l'ouvrage lors de débits soutenus (22 février 2011).

La circulation piscicole sur cet ouvrage n'est pas assujettie à sa manœuvre puisque toutes les composantes sont fixes. Elle est par contre directement liée aux conditions de débit contrôlant la hauteur et la configuration de la chute de l'ouvrage, mais également les vitesses.

Il est classé en classe 1 pour la circulation de l'anguille par l'ONEMA (franchissable sans difficultés apparentes (libre circulation assurée à tout niveau de débit).

Le lit de la Flume a été déplacé pour l'alimentation du moulin. Ce déplacement a engendré une rupture de pente favorable aux dépôts de matériaux grossiers dans le bief (cailloux, graviers).

5.1.6.1.2. LA LIGNE D'EAU

La zone d'influence de l'ouvrage lors de la prospection de terrain était de 300 m environ.

Les écoulements sont de type profond sur l'ensemble du linéaire (hauteur d'eau supérieure à 60 cm et vitesse d'écoulement inférieure à 30 cm/s). La hauteur d'eau est donc artificialisée sur l'ensemble du linéaire d'influence.

5.1.6.2. LE LIT MINEUR

La diversité des habitats est une des conditions indispensable à la richesse des milieux. Cette diversité permet d'une part d'augmenter la diversité des espèces présentes mais également de favoriser le maintien d'espèces plus polluo-sensibles et indicatrices d'un milieu non artificialisé au niveau de ses écoulements.

La diversité des habitats aquatiques est donc fonction :

- De la diversité des faciès d'écoulement,
- De la diversité des profondeurs d'eau sur le profil en long et le profil en travers de la Flume,
- De la végétation aquatique présente dans le chenal d'écoulement,
- Des annexes hydrauliques présentes et analysées dans un paragraphe distinct,
- Des habitats présents en berge (souche, caches sous-berges, encombres...) et analysés dans le paragraphe concernant le compartiment berges-ripisylve.

Analyse du profil en long et des profils en travers

Le profil en long (présenté en annexe) illustre l'évolution du fond de la Flume et la ligne d'eau entre le transect 1 et le premier radier important présent en aval de l'ouvrage.

La pente générale de la rivière est homogène et relativement faible (0.3 %) sur l'ensemble de la zone étudiée.

La Flume présente une succession de fosses et de points hauts constituant des radiers lors de en amont de la zone d'influence de l'ouvrage. La zone d'influence de l'ouvrage présente des profondeurs plus homogènes comprises entre 0.4 m et 1.2 m.



Les écoulements sont de type « profond » sur l'ensemble de la zone d'influence de l'ouvrage (photo de droite). La partie amont de la zone d'influence présente des profondeurs nettement plus diversifiées avec une alternance de radiers, de plats courants et de fosses (photo de gauche ci-dessus).

Immédiatement en aval de l'ouvrage, une fosse de dissipation est présente. Des radiers sont ensuite présents en aval.



Faciès d'écoulements de type « profond » au niveau de la fosse de dissipation de l'ouvrage et de type « plats courants » évoluant vers des radiers en étiage (photo de droite).

Les substrats sont essentiellement composés d'un mélange de graviers, de cailloux et de quelques pierres. Les substrats sont à dominance de pierres et de cailloux en amont de la zone d'influence de l'ouvrage et à dominance de graviers et de cailloux dans la zone de remous du déversoir.

Les 3 transects (présentés en annexe) illustrent la forme du lit mineur et la ligne d'eau en différents points. La largeur du lit mouillé évolue de 3.7 à 5.3 m avec une largeur moyenne légèrement supérieure au niveau de la zone d'influence de l'ouvrage.

La localisation des transects est matérialisée sur la carte présentée en annexe.

La végétation aquatique et les héliophytes

La période de réalisation des relevés de terrain est peu propice à l'observation des hydrophytes et des héliophytes.

Les hydrophytes

Aucune espèce d'hydrophyte n'a été observée sur le site.

Les héliophytes

Plusieurs espèces d'héliophytes ont été recensées sur le site. La période de prospection n'est pas favorable à un recensement exhaustif. Les espèces observées sont les suivantes :

- La Baldingère faux Roseau (*Phalaris arundinacea*),
- L'Iris jaune (*Iris pseudacorus*),
- La salicaire (*Lythrum salicaria*),
- Les orties.

5.1.6.3. LES BERGES ET LA RIPISYLVE

Comme le montrent les profils transversaux réalisés sur le site, les berges sont abruptes. Les sous-berges sont présentes sur la zone d'influence de l'ouvrage mais sont de faible ampleur.

La végétation arborescente est bien présente et essentiellement composée de saules, de chênes et de frênes. Des peupliers d'alignement sont présents en rive gauche sur la partie amont. Quelques peupliers sont également présents en rive gauche. Les peupliers d'alignement représentent 45 % du linéaire de berge.

Les essences arbustives sont représentées par le cornouiller, le noisetier et les ronciers.

Une ripisylve complexe (composée de plusieurs essences et plusieurs classes d'âge) est présente sur près de 50 % du linéaire total de berge sur la zone prospectée.



Présence de peupliers d'alignement en rive gauche et d'une ripisylve diversifiée en rive droite.



Les systèmes racinaires constituent un habitat préférentiel (ici en amont de la zone d'influence).

Un peuplier déraciné est présent sur la partie amont de la zone d'influence de l'ouvrage.

La berge en rive droite présente la particularité de présenter un talus matérialisé sur le transect 2. Ce talus témoigne du déplacement de la Flume pour l'alimentation du moulin de la Motte.

5.1.6.4. LE DEBIT

Sur la zone d'influence de l'ouvrage, aucun prélèvement n'a été recensé. Seul un drain a été recensé. Il faut noter la disparition progressive de l'ancien cours naturel. Il ne reste plus que les vestiges de ce lit qui est déconnecté à l'amont et à l'aval.



Vue de l'état de l'ancien cours naturel sur sa partie amont.



Sur plusieurs secteurs, l'ancien lit est plus marqué avec la présence d'eau stagnante.

5.1.6.5. LE LIT MAJEUR ET LES ANNEXES HYDRAULIQUES

L'occupation des sols du lit majeur de la Flume est composée :

- Par des prairies temporaires sur 20 % du linéaire,
- Par un étang en rive gauche sur 21 % du linéaire,
- Par une culture avec bande enherbée sur 12 % du linéaire,
- Par une prairie humide en rive droite sur 44 % du linéaire.

Deux annexes hydrauliques sont recensées sur le secteur étudié. Il s'agit de la prairie humide située en rive droite du bief et de l'ancien cours naturel de la Flume.



Vue de l'ancien cours naturel de la Flume.



Vue de la partie aval de la prairie humide présente en rive droite de la Flume depuis l'ouvrage.

5.1.7. LES USAGES RENCONTRES

Sur la zone d'influence de l'ouvrage, le seul usage recensé est l'activité de pêche.

Un passage à gué est présent en amont de la zone d'influence de l'ouvrage et permet d'accéder avec des engins à la prairie humide située en rive droite du bief.

5.2. LE MOULIN DU PONT DE PACE

5.2.1. LOCALISATION DU MOULIN DU PONT DE PACE

Le Moulin du Pont de Pacé se trouve sur le cours de la Flume dans le département d'Ille-et-Vilaine. L'ancien moulin et sa zone d'influence se trouve sur la commune de Pacé.



Figure 10 : localisation sur la carte IGN du Moulin du Pont de Pacé

5.2.2. HISTORIQUE

Le **Moulin du Pont de Pacé** fait l'objet d'un règlement d'eau en date du 26 juin 1873. Le site a été modifié lors de la deuxième opération d'aménagement hydraulique de la Flume pour laquelle un arrêté de Déclaration d'Utilité Publique a été pris en date du 18 mai 1983.

Lors de ces travaux, le déversoir de décharge permettant la répartition des eaux entre le cours naturel de la Flume et le bief a été détruit. Le clapet a alors été implanté plus en aval lors de ces travaux.

L'extrait de la carte de Cassini présentée ci-dessous identifie le lieu-dit et localise le moulin (roue dentée).

Le moulin n'existe plus. Seule une petite roue matérialise la présence historique d'un moulin sur le site.



*Vue de la roue matérialisant l'emplacement du
Moulin du Pont de Pacé.*

En amont du moulin, un déversoir et une vanne remplace l'ancienne vanne usinière. Un passage busé de diamètre 800 mm a été créé en aval et permet d'accéder à des logements (élargissement de la voie d'accès).

Un clapet de décharge a également été installé sur le bief pour décharger le débit arrivant de la Flume. Ce bras alimente une ancienne réserve incendie.

En aval du moulin, le canal de fuite suit la route D287 puis passe sous le pont de Pacé et rejoint la Flume. Le canal de fuite de l'ancien moulin présente un linéaire d'environ 90 ml.

Le plan du système hydraulique est présenté en annexe.

5.2.4.1. CLAPET DU PONT DE PACE

Le clapet est électrifié, permettant ainsi de le manœuvrer depuis le poste de contrôle situé en rive droite. Ce clapet remplace l'ancien déversoir de décharge qui était situé immédiatement après la diffluence entre la Flume et le bief (photo n°3 ci-dessous).

Un radier béton a été réalisé en aval pour lutter contre les affouillements.

La hauteur de chute est de l'ordre de 1.00 m.



1



2



3

- 1- *Vue du clapet abaissé le 10 février 2011 pour les besoins de l'étude*
- 2- *Vue du clapet depuis l'aval*
- 3- *Emplacement de l'ancien déversoir de décharge du Moulin de Pacé remplacé par le clapet.*

5.2.4.2. LES OUVRAGES DE GESTION HYDRAULIQUE

Le dispositif de décharge est composé :

- D'une vanne de décharge couplée à un déversoir,
- D'un clapet.

5.2.4.2.1. LA VANNE ET LES DEVERSOIRS DE DECHARGE DU BIEF

Il s'agit d'une vanne métallique à fonctionnement manuel à cric. Les potences sont également métalliques.

Vanne de décharge :

- Situation : partie aval du bief en amont de la voie d'accès aux logements
- Largeur : 1 m (passage d'eau)
- Hauteur : 0.53 m
- Cote radier : 32.54 m NGF



De part et d'autre du vannage, la partie déversante de l'ouvrage est composée d'un muret béton d'une largeur utile de 3.08 m et d'une hauteur de 0.63 m. La cote de déversement de cet ouvrage est de 33.17 m NGF.



Passage busé de diamètre 800 mm sous la voie d'accès aux logements situés entre le bief et la Flume.



Repère en fonte disposé en rive droite de la vanne située sur le bief

En aval de la vanne, la voie d'accès aux logements situés entre le bief et la Flume est composée d'un dalot prolongé d'un passage busé de diamètre 800 mm.

Un repère en fonte est disposé en rive droite de la vanne (photo de droite ci-dessus).

5.2.4.2.2. LE CLAPET DE DECHARGE DU BIEF

Il s'agit d'un clapet semi-automatique reposant sur un déversoir. Des palplanches protègent les fondations de l'ouvrage. Un pavage compose le radier de l'ouvrage.



- 1- *Vue du clapet depuis le bief*
- 2- *Vue du clapet depuis l'aval*
- 3- *Vue du batardeau maintenant en eau la réserve incendie*

Une passerelle permet d'assurer les cheminements vers la vallée de la Flume. Une réserve incendie est alimentée par le débit transitant par le clapet de décharge. Un déversoir béton équipé d'une échancrure pour batardeau permet de gérer les niveaux d'eau dans la réserve.

5.2.5. LE FONCIER SUR LE SITE

Le Moulin du Pont de Pacé et ses ouvrages appartiennent à la commune de Pacé.

La commune est également propriétaire de l'ensemble du linéaire de la zone d'influence des ouvrages qui composent le système hydraulique.

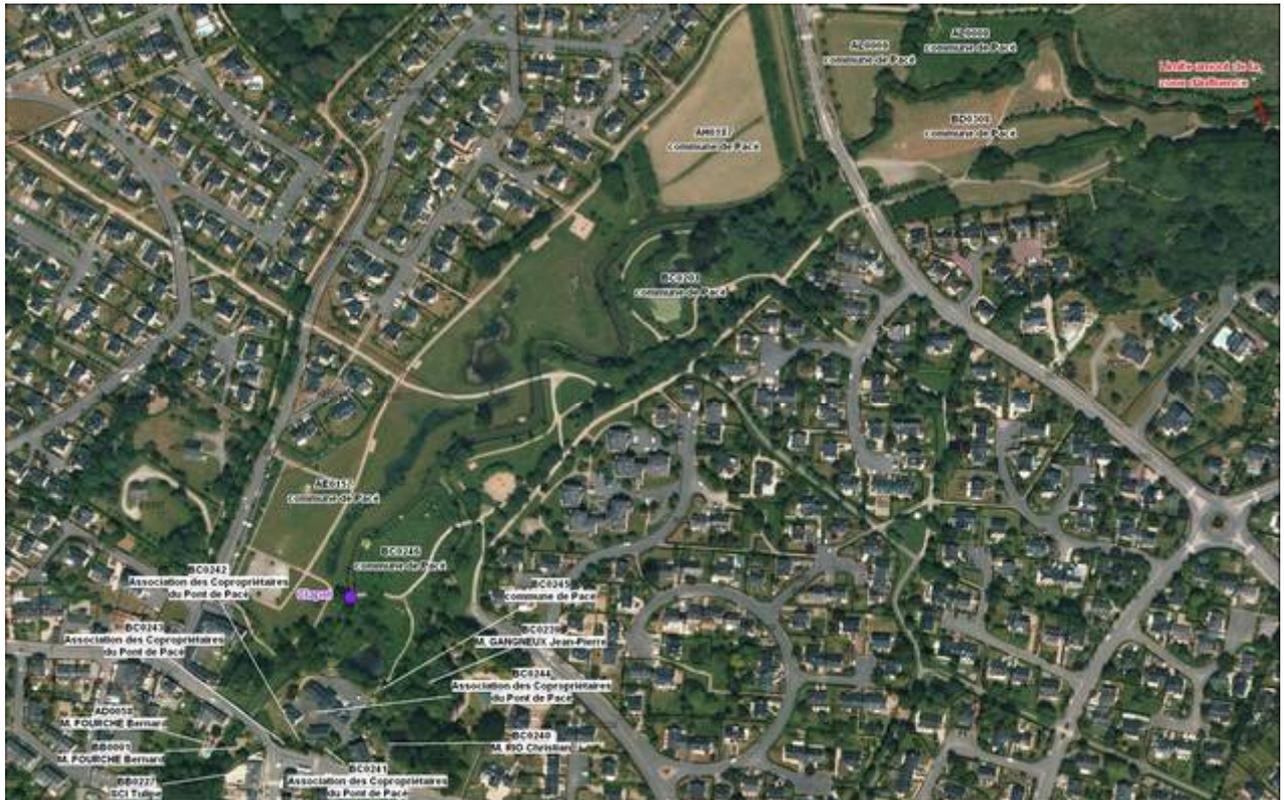


Figure 12 : référence des propriétaires concernés sur le site du Moulin du Pont de Pacé

5.2.6. ANALYSE TOPOGRAPHIQUE DU SITE

5.2.6.1. SITE DU MOULIN DU PONT DE PACE

Un relevé topographique a été réalisé sur le site à l'aide d'un niveau optique et d'une mire. Ces relevés sont calés sur le repère NGF situé sur le pont de Pacé.

Le levé topographique a permis de prendre les cotes suivantes :

- Détail ouvrages de gestion hydraulique,
 - o Vannes et clapets,
- Prise des cotes de fond (radier des ouvrages),
- Réalisation de plusieurs profils transversaux en amont et en aval des ouvrages,
- Profil en long du fond.

Les schémas sont présentés en annexe.

5.2.7. LES COMPOSANTES MORPHODYNAMIQUES

Les passages de terrain pour réaliser les relevés topographiques ont été réalisés au mois de février 2011. Un premier passage a été réalisé avec le clapet complètement abaissé le 10 février pour analyser l'état des différentes composantes morphodynamiques.

Un deuxième passage a été réalisé le 22 février lorsque la ligne d'eau était remontée suite à la manipulation du clapet.

5.2.7.1. LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE ET LA LIGNE D'EAU

5.2.7.1.1. LA CONTINUITÉ

La continuité écologique au sens de la Directive Cadre sur l'Eau se traduit par :

- la libre circulation des espèces peuplant un cours d'eau,
- le transit des sédiments.



Vue du clapet en position haute (février 2011).



Vue du clapet en position abaissé (février 2011).

La circulation piscicole au niveau d'un ouvrage manœuvrable est directement liée à la gestion qui en est faite. Cependant, le clapet dans sa configuration haute ne permet pas la circulation piscicole de l'ensemble des espèces. Il est classé en classe 4 pour la circulation de l'anguille par l'ONEMA (très difficilement franchissable : passage possible seulement en conditions exceptionnelles).

Seules des manœuvres hivernales d'abaissement total lors des crues peuvent ponctuellement assurer la circulation piscicole.

L'implantation d'un clapet a considérablement dégradé la circulation des sédiments par :

- le ralentissement de la dynamique de la Flume sur la zone d'influence du clapet,
- la nature même de l'ouvrage qui limite les possibilités de circulation de sédiments en bloquant les sédiments circulant sur le fond du cours d'eau.

Le déficit de transport solide modifie les équilibres morphodynamiques et conduit à un impact écologique avec des modifications des peuplements aquatiques mais également terrestres.

5.2.7.1.2. LA LIGNE D'EAU

La zone d'influence maximale du clapet en position haute remonte en amont du Pont Amelin.

La position haute du clapet (cote de 32.64 m NGF) équivaut à une hauteur d'eau voisine de 1.20 m sur le radier amont du clapet.

La zone d'influence n'est pas été clairement définie étant données les conditions hydrauliques défavorables. Elle représente 972 ml et s'étend jusqu'en amont du Pont Amelin.

La pente moyenne d'écoulement de la rivière sur ce secteur est de 0.9 pour mille.

Les écoulements sont de type profond sur l'ensemble du linéaire (hauteur d'eau supérieure à 60 cm et vitesse d'écoulement inférieure à 30 cm/s). La hauteur d'eau est donc artificialisée sur l'ensemble du linéaire d'influence.

5.2.7.2. LE LIT MINEUR

5.2.7.2.1. LES MEANDRES

Pour expliquer l'état actuel du lit mineur et les différentes profondeurs observées, il faut tout d'abord expliquer une composante essentielle de la morphodynamique du cours d'eau : le méandre.

Définition du méandre

Un méandre est une sinuosité plus ou moins prononcée d'un cours d'eau, quelle que soit sa taille. Un méandre est le résultat d'une combinaison de comportements hydrauliques et de transport sédimentaire particuliers, que l'on rencontre en général dans les plaines alluviales, de pente faible.

Tout méandre possède une dynamique : la berge concave ou externe d'un coude de méandre a tendance à reculer du fait des forces hydrauliques à laquelle elle est exposée, tandis que la berge convexe ou interne a tendance à prograder (progresser) en raison du dépôt sédimentaire.

Ces processus se poursuivent jusqu'à la coupure du méandre, point de départ d'un nouveau cycle d'évolution. Les bras de rivière coupés deviennent des bras morts, puis des zones humides ponctuellement inondées lors des périodes de hautes eaux, au fur et à mesure que le temps s'écoule. A terme, ces zones humides peuvent s'assécher complètement.

Le niveau de l'eau est plus profond aux abords de la berge concave, et les plus faibles profondeurs sont situées le long de la berge convexe.

La figure ci-dessous explique le principe d'évolution d'un méandre.

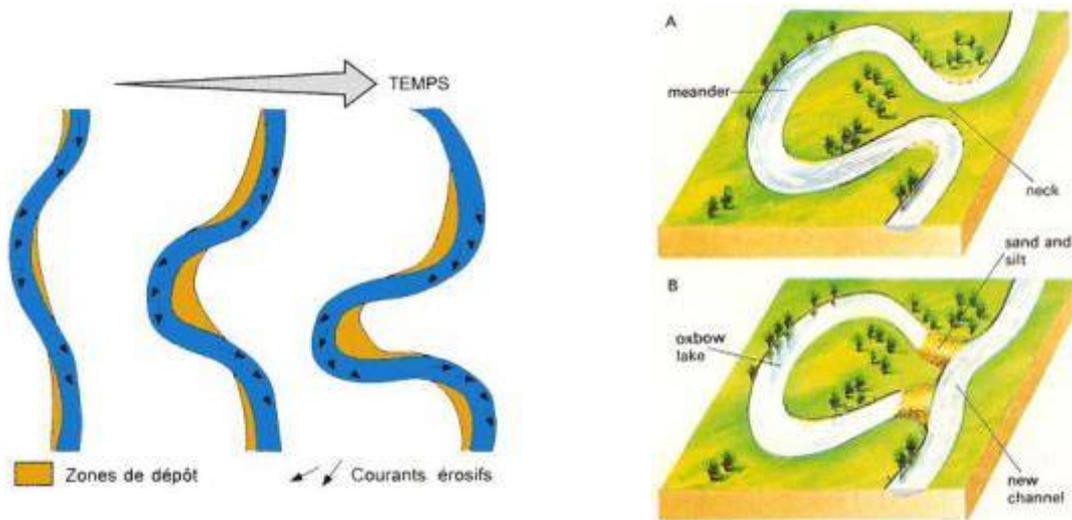


Figure 13 : schéma de principe de formation et de recouplement d'un méandre

Formes élémentaires d'un méandre

Un méandre est constitué d'unités morphodynamiques différentes, qui se distinguent par leur écoulement, leur activité érosive, leur morphologie et leur situation particulière dans le méandre.

Une mouille de concavité (*Pool*) est une zone située le long de la berge extérieure du méandre, caractérisée par une hauteur d'eau importante. C'est ici que l'essentiel de l'érosion se produit lors des périodes de hautes eaux.



Berge concave d'un méandre de la Flume.

Ces unités font face, sur la berge convexe (intérieur du méandre), à des bancs de convexité (*point bar*). Ils sont caractérisés par la faible hauteur d'eau tout au long de l'année, et peuvent même être totalement émergés lors de l'étiage. Leur existence est due à un dépôt sédimentaire important.

Sur un profil en travers, le lit d'un cours d'eau est donc dissymétrique, sur ses portions courbées.

Les radiers (*rifle*) sont situés entre deux boucles de méandres. Ils se caractérisent par leur faible profondeur, leur longueur comprise entre 1 et 5 fois la largeur du lit (Malavoi, 1989), un écoulement

plus rapide que dans le reste des segments de la rivière (sauf en cas de crue), un granoclassement allant des éléments grossiers en amont et fins en aval. Les radiers sont donc des zones de dépôt.

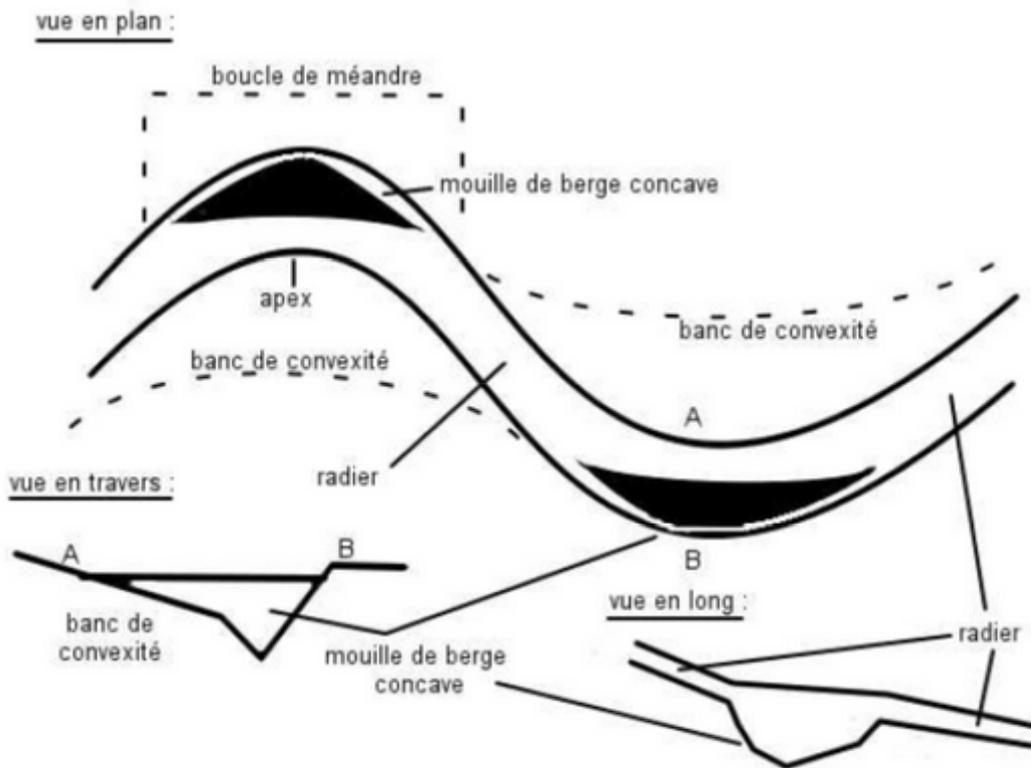


Figure 14 : schéma des principales composantes d'un méandre

5.2.7.2.2. LE TRANSPORT SOLIDE, UNE COMPOSANTE ESSENTIELLE

L'équilibre dynamique

Les cours d'eau recherchent en permanence un équilibre entre la forme du lit et les débits. On parle ainsi d'un équilibre dynamique qui s'opère entre les processus d'érosion et de dépôt. Les rivières ont, en effet, de l'énergie à dissiper ce qui se traduit par un débit liquide (flux d'eau) et un débit solide (limons, cailloux, blocs, ...).

Le débit liquide est indissociable du débit solide : la rivière reçoit des sédiments issus des eaux de ruissellement de son bassin versant, en arrache à ses berges et à son lit, en dépose et reprend selon sa vitesse d'écoulement. Plus la pente et le débit liquide sont importants, plus la taille des sédiments transportés est importante. Pour que le cours d'eau puisse dissiper convenablement leur énergie, il est impératif que les sédiments restent mobilisables.

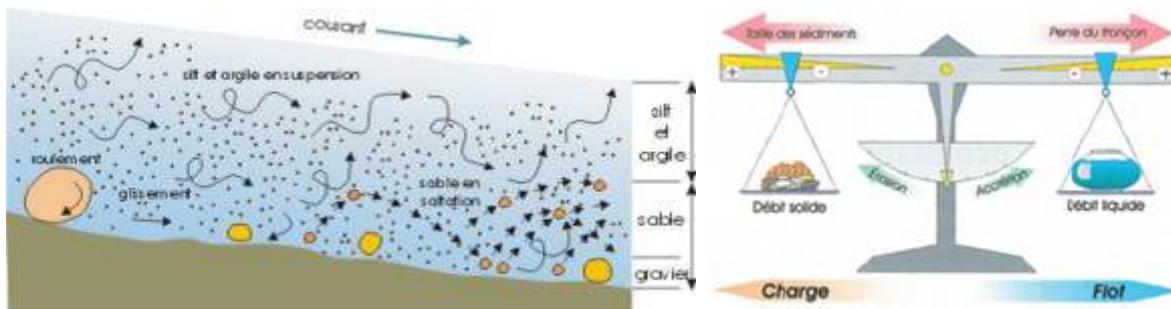


Figure 15 : le transport solide d'un cours d'eau et l'équilibre débit liquide-débit solide

Une accentuation locale de la pente, suite à un recalibrage par exemple, se traduit par une érosion plus active : le cours d'eau a besoin d'augmenter son débit solide, ce qui se traduit par une mobilisation de sédiments de taille plus importante.

A contrario, une diminution locale de la pente, par la présence d'un seuil par exemple, déplace le système vers un dépôt (accrétion) : le cours d'eau recherche son équilibre par un dépôt plus important de sédiments et une diminution de la taille des matériaux transportés.

Toute variation d'une de ces composantes se traduit donc par le déplacement de l'équilibre vers une érosion ou un dépôt.

Les aménagements réalisés sur la Flume

Les travaux hydrauliques réalisés sur la Flume

La Flume et ses affluents ont connu dans les années 1980, des travaux hydrauliques pour limiter les crues. Un recalibrage et un reprofilage de la Flume ont ainsi été réalisés suite à une Déclaration d'Utilité Publique datant pour la 1^{ère} tranche du 18 mai 1983.

Les zones de rétrécissement et les hauts-fonds ont été terrassés pour améliorer l'écoulement.

Implantation du déversoir du Moulin du Pont de Pacé puis du clapet

L'implantation du déversoir de décharge du Moulin du Pont de Pacé (détruit aujourd'hui) a engendré un déficit du transit sédimentaire. Les sédiments bloqués en amont du déversoir ne pouvant plus permettre le rééquilibrage morphodynamique en aval, la Flume a cherché à compenser ce déficit en venant éroder son lit. La portion entre l'ancien déversoir et le clapet se retrouve aujourd'hui très incisé dans l'argile avec des substrats essentiellement composés d'argile.

Ce constat est vraisemblablement accentué par des travaux de curage réalisés sur le site.

Lors de la 2^{ème} tranche des travaux hydrau-agricoles, le clapet du Pont de Pacé a été implanté et l'ancien déversoir placé plus en amont a été détruit.

Conséquences des aménagements

Ces différents aménagements ont conduit à une modification importante de l'équilibre morphodynamique :

- Les travaux hydrauliques ont conduit à un surélargissement de la Flume. Le retrait de dépôts a engendré le déséquilibre sédimentaire en engendrant un déficit. L'augmentation des sections d'écoulement et les travaux de rectification ont en plus favorisé l'accentuation des vitesses d'écoulements et la limitation des débordements en accentuant les processus érosifs.
- Le régime hydraulique de la Flume a changé suite aux travaux hydrauliques et à la modification de l'occupation des sols (augmentation des surfaces imperméabilisées et des surfaces augmentant le coefficient de ruissellement global (cultures)). La modification du régime hydraulique et du gabarit de la Flume a augmenté les vitesses de transit dans le lit mineur conduisant à un décapage des substrats (les écoulements se font sur l'argile directement sur de nombreux secteurs.
- L'implantation du déversoir puis du clapet a bloqué le rééquilibrage naturel de la Flume.

5.2.7.2.3. LES HABITATS

La diversité des habitats est une des conditions indispensable à la richesse des milieux. Cette diversité permet d'une part d'augmenter la diversité des espèces présentes mais également de favoriser le maintien d'espèces plus polluo-sensibles et indicatrices d'un milieu non artificialisé au niveau de ses écoulements.

La diversité des habitats aquatiques est donc fonction sur le site du Pont de Pacé :

- De la diversité des faciès d'écoulement,
- De la diversité des profondeurs d'eau sur le profil en long et le profil en travers de la Flume,
- De la végétation aquatique présente dans le chenal d'écoulement,
- Des annexes hydrauliques présentes et analysées dans un paragraphe distinct,
- Des habitats présents en berge (souche, caches sous-berges, encombres...) et analysés dans le paragraphe concernant le compartiment berges-ripisylve.

Analyse du profil en long et des profils en travers

Le profil en long (présenté en annexe) illustre l'évolution du fond de la Flume et la ligne d'eau entre les transects 1 et 13 soit entre l'amont du Pont Amelin et le pont de Pacé.

La pente générale de la rivière est homogène et relativement faible (0.09 %) sur l'ensemble de la zone étudiée.

La Flume présente une succession de quelques fosses et de points hauts constituant des radiers lors de l'abaissement du clapet.

Lors de l'abaissement du clapet, 5 radiers ont été identifiés sur la zone prospectée.

En position haute du clapet, les écoulements sont de type profond sur l'ensemble du linéaire (hauteur d'eau supérieure à 60 cm et vitesse d'écoulement inférieure à 30 cm/s).



Les écoulements sont de type « profond » sur l'ensemble de la zone d'influence du clapet. Suite à l'abaissement du clapet (photo de gauche ci-dessus), des faciès lotiques sont présents.

Immédiatement en aval du clapet, une alternance de plats courants (hauteur d'eau inférieure à 60 cm et vitesse d'écoulement supérieure à 30 cm/s) et de quelques fosses apporte une meilleure diversité des habitats et des substrats.



Faciès d'écoulements de type « plats courants » en aval du clapet.

Les substrats sont essentiellement argileux mais plusieurs secteurs sur la zone d'influence du clapet présentent une granulométrie composée d'un mélange de graviers, de cailloux et de quelques pierres.



Vue de la granulométrie au niveau de l'alimentation du bief. Le radier retrouvé en position abaissée du clapet permet d'observer une granulométrie non colmatée composée de cailloux et de graviers.



Vue des écoulements sur l'argile, témoignant du déficit de transport solide et des modifications du régime hydraulique de la Flume.

Les relevés topographiques permettent de distinguer quatre secteurs homogènes discriminés par rapport à la ligne d'eau :

- La zone en amont du pont de Pont Amelin (entre les profils en travers T1 et T2) : la Flume présente une profondeur plus marquée avec des fosses en extérieur de méandres et des habitats intéressants au niveau des systèmes racinaires. Le lit mouillé présente une largeur de l'ordre de 7 m.
- La zone entre le pont de Pont Amelin et le départ du bief du Moulin du Pont de Pacé (entre les profils en travers T2 et T8) : le fond de la Flume est relativement plat. Quelques fosses et quelques points hauts sont néanmoins présents. La largeur du lit mouillé est de 6 à 8.5 m.
- La zone entre le départ du bief du Moulin du Pont de Pacé et le clapet (entre les profils en travers T8 et le clapet) : le chenal d'écoulement est plus incisé et la largeur de la Flume moins importante (lit mouillé de l'ordre de 5 m de largeur).
- La partie en aval du clapet jusqu'au Pont de Pacé : le profil en long est plus diversifié avec la présence de fosses et de points hauts. La largeur de la Flume est moins importante (entre 5.8 et 8 m avec une largeur plus importante au niveau du pont de Pacé (entre 11 et 20 m).

Les 13 transects (présentés en annexe) illustrent la forme du lit mineur et la ligne d'eau en différents points.

La localisation des transects est matérialisée sur la carte présentée en annexe.

La végétation aquatique et les héliophytes

La période de réalisation des relevés de terrain est peu propice à l'observation des hydrophytes et des héliophytes.

Les hydrophytes

Les hydrophytes recensées sur la zone d'influence du clapet du Pont de Pacé sont :

- Les Callitriches (*Callitriche Sp.*) : quelques pieds sont présents sur les zones d'accélération en aval du clapet et sur la zone d'influence au niveau des hauts-fonds.



Herbiers de Callitriches recensés sur une zone de radier lorsque le clapet est abaissé.



Petits herbiers de Callitriches se développant sur le plat courant situé juste en amont du Pont de Pacé.

Plusieurs espèces d'hydrophytes exotiques envahissantes sont recensées dans les mares sur le site et présentent un risque de colonisation des milieux aquatiques :

- *Egeria densa*,
- L'Elodée du Canada (*Elodea Canadensis*),
- Le Myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum*).

Lors de la prospection, un développement d'algues filamenteuses a été observé sur plusieurs secteurs. (photo ci-dessous).



Développement d'algues filamenteuses sur les substrats.

Les héliophytes

Plusieurs espèces d'héliophytes ont été recensées sur le site. La période de prospection n'est pas favorable à un recensement exhaustif. Les espèces observées sont les suivantes :

- La Baldingère faux Roseau (*Phalaris arundinacea*),

- L'Iris jaune (*Iris pseudacorus*),
- *Polygonum sp*,
- La salicaire (*Lythrum salicaria*),
- Les orties.

5.2.7.3. LES BERGES ET LA RIPISYLVE

Comme le montrent les profils transversaux réalisés sur le site, les berges sont abruptes.

On observe un profil de lit avec des fosses de concavité en extérieur de méandres où les berges sont abruptes, et des zones moins profondes en intérieur de méandres où l'on retrouve soit des sédiments fins (vase, sable) ou des banquettes d'argile.

Le maintien d'un niveau constant de la ligne d'eau suite à l'implantation du clapet à bloquer le rééquilibrage morphodynamique de la Flume et a conduit naturellement à un élargissement du lit mineur et à une rectitude des berges.

La végétation arborescente est peu présente et essentiellement composée d'aulnes, de saules, de chênes et de frênes.

Les essences arbustives sont représentées par le cornouiller et les ronciers.

La végétation se développe plutôt en crête de berge mais le recul du trait de berge tend à faire glisser la végétation sur le franc bord de la berge.

Une ripisylve complexe (composée de plusieurs essences et plusieurs classes d'âge) n'est présente que sur moins de 25 % du linéaire total de berge sur la zone prospectée. Le reste du linéaire est dépourvue de végétation arborescente ou arbustive ou ne présente que quelques arbres isolés.



Présence de galeries de rats musqués.



Les systèmes racinaires constituent un habitat préférentiel mais peu présent sur la zone d'influence du clapet.

A noter la présence de plusieurs arbres instables (présentant un début de sous-cavement). Des galeries de rats musqués ont été observées lors de l'abaissement du niveau d'eau.

La nature des berges (limono-argileuses) limite les encoches d'érosion. De nombreux secteurs présentent néanmoins des instabilités en absence de végétation ligneuse :



Vue de l'état des berges immédiatement en amont du clapet.



Zone d'élargissement de la Flume avec des banquettes d'argile (à droite sur la photo) matérialisant l'emplacement historique de la berge.

Les habitats en berge sont peu présents étant donné la faible présence de la ripisylve. Ces habitats sont nettement plus présents en amont du Pont Amelin où la ripisylve est plus dense et plus âgées.

Les aulnes sont en mauvais état sanitaire sur le site avec la présence du phytophthora (tâches brunâtre sur l'écorce). Toutes les classes d'âge sont touchées.



Les aulnes sont atteints du phytophthora.

5.2.7.4. LE DEBIT

Sur la zone d'influence du clapet, aucun prélèvement n'a été recensé. Seuls des apports de rejets pluviaux et de drains ont été répertoriés.

5.2.7.4.1. IMPACTS SUR LES CRUES

Les ouvrages facilitent en général les débordements dans le lit majeur en amont de leur implantation.

Le linéaire affecté est dépendant de la hauteur de l'ouvrage, de la pente du cours d'eau et de la largeur du lit majeur.

L'effet de stockage dans une retenue est très faible par rapport au débit d'une crue.

A titre d'exemple, en admettant que les 81 seuils recensés sur la Sèvre Nantaise puissent stocker 10 centimètres d'eau sur toute l'étendue de leur remous et sur une largeur moyenne de 15 mètres, le volume équivalent représente environ 300000 m³, soit l'équivalent de l'ordre d'un quart d'heure seulement de l'écoulement à Clisson en crue biennale (176 m³/s) (source : stratégie d'intervention de l'agence de l'eau sur les seuils en rivière, Malavoi 2003).

La fréquence des débordements en amont d'un ouvrage est généralement augmentée. En fonction de la vulnérabilité de la zone, ces débordements peuvent être plus ou moins problématiques. Ainsi, en zone urbanisée, cet effet est réellement négatif.

L'effet d'écrêtement des crues par les ouvrages de petites tailles semble possible sur les petites crues de faible fréquence mais moins évident sur les crues de retour de plus de 10 ans.

Le fonctionnement et le gabarit du clapet du Pont de Pacé induit un abaissement dès que l'onde de crue arrive. Son mode de fonctionnement ne favorise donc pas les débordements.

5.2.7.4.2. IMPACTS SUR LES ETIAGES

Le volume d'eau retenu par un ouvrage est l'impact visuel le plus facile à comprendre et souvent l'aspect défendu sur un site. Si cet aspect peut apparaître positif vis-à-vis de l'aspect paysager ou de l'aspect halieutique, la présence d'un ouvrage présente également des aspects négatifs.

Pour les ouvrages au fil de l'eau comme le clapet du Pont de Pacé, l'effet sur les débits d'étiages peut apparaître assez modeste et essentiellement lié à l'évaporation dans le plan d'eau amont.

En prenant un taux d'évaporation moyen pour le bassin Loire-Bretagne de 100 mm par mois (source : stratégie d'intervention de l'agence de l'eau sur les seuils en rivière, Malavoï 2003), de juin à septembre (soit 100 l/m²), un plan d'eau de 10 m de large sur 1000 m de long évapore environ 1 000 000 de litres par mois, soit 0.4 l/s.

A l'échelle d'un ouvrage, ce débit peut apparaître dérisoire, mais l'effet cumulé des différents ouvrages présents sur un cours d'eau peut devenir significatif.

L'impact sur la température de la Flume n'est pas négligeable. Les faibles débits transitant en période d'étiage ne permettent pas un renouvellement rapide de l'eau en amont de l'ouvrage et favorisent un réchauffement global de la température en période d'étiage.

5.2.7.5. LE LIT MAJEUR ET LES ANNEXES HYDRAULIQUES

L'occupation des sols du lit majeur est essentiellement composée d'espaces verts. Une prairie est présente en amont du Pont Amelin.

Deux annexes hydrauliques sont recensées sur la zone d'influence du clapet. Il s'agit de deux fossés présents en rive droite de la Flume en aval du pont de Pont Amelin.



Vue du fossé amont, situé le long de la route de Pont Amelin.



Vue du fossé aval.

5.2.8. LES USAGES RENCONTRES

Sur la zone d'influence du clapet, deux usages de l'eau sont recensés :

- la randonnée, avec la présence de nombreux cheminements le long de la Flume,
- la pêche : la pratique de la pêche.

De nombreux rejets d'eaux pluviales transitent vers la Flume.



*Vue des cheminements aménagés le long de la Flume
et du bief du Moulin du pont de Pacé.*

5.3. LE MOULIN DE CHAMPAGNE

5.3.1. LOCALISATION DU MOULIN DE CHAMPAGNE

Le Moulin de Champagne se trouve sur le cours de la Flume dans le département d'Ille-et-Vilaine. L'ancien moulin se trouvait sur la commune de Pacé. La zone d'influence des ouvrages concerne uniquement la commune de Pacé.

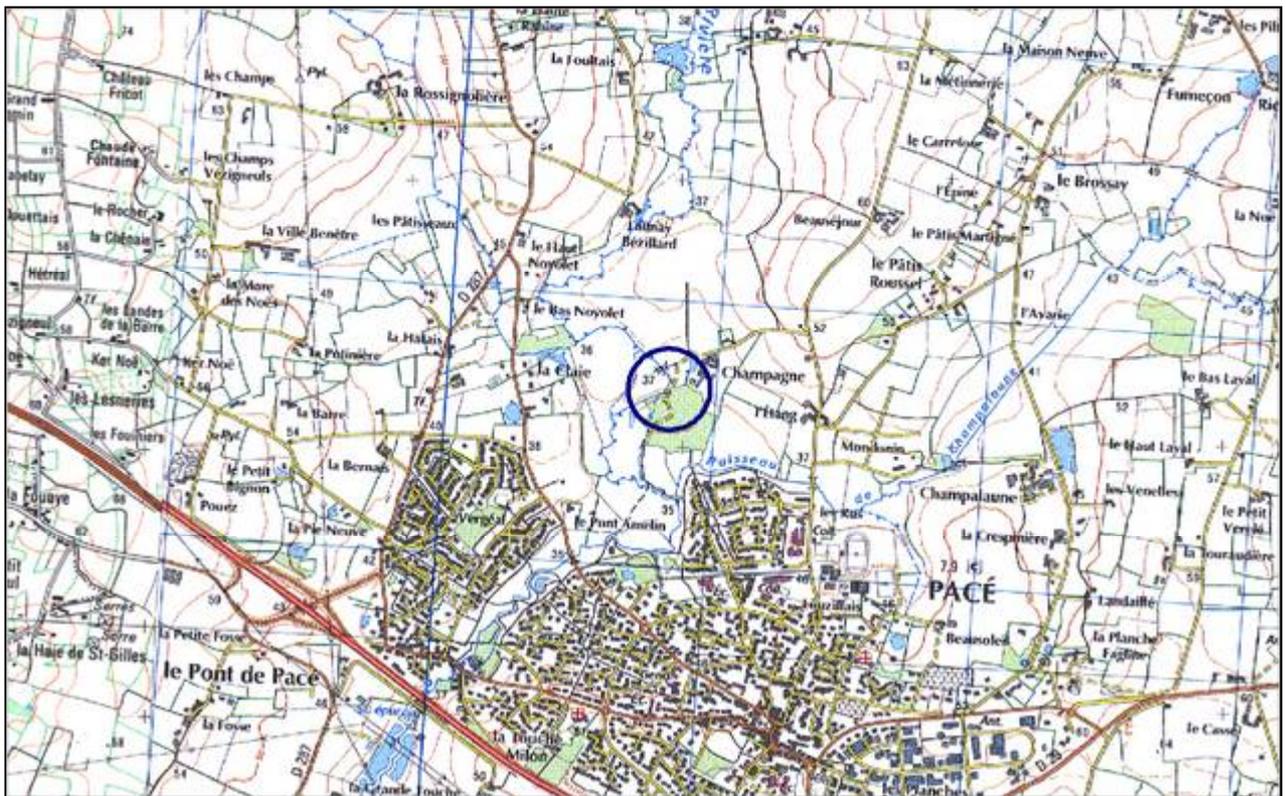


Figure 16 : localisation sur la carte IGN du Moulin de Champagne

5.3.2. HISTORIQUE

Le *Moulin de Champagne* fait l'objet d'un règlement d'eau en date du 26 juin 1873.

L'extrait de la carte de Cassini présentée ci-dessous identifie le lieu-dit et localise le moulin (roue dentée).

Cet extrait de carte montre très clairement l'existence d'un deuxième bras à l'Ouest du bras apportant l'eau au moulin. Ce bras correspondant à l'emplacement du cours naturel de la Flume au droit du site avant sont déplacement pour l'alimentation du moulin.



Figure 17 : Extrait de la carte de Cassini autour du site du Moulin de Champagne

L'ancien cours de la Flume est nettement visible sur les cartes d'état major (complètement éditée en 1875).

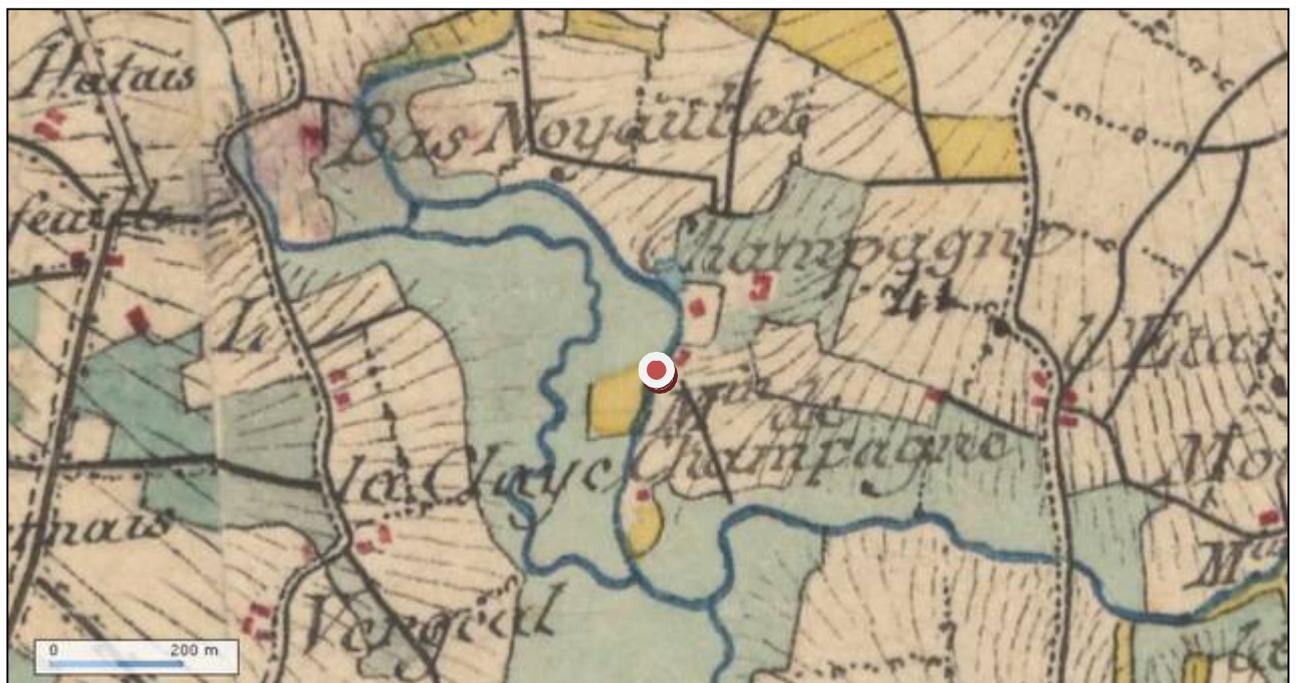


Figure 18 : Extrait de la carte d'état major autour du site du Moulin de Champagne

5.3.3. REPERE DE NIVELLEMENT

Il existe un repère de nivellement directement sur le site. Le relevé topographique s'établit donc par rapport à ce repère situé sur le pont en amont du moulin (cote 35.996 m NGF).



5.3.4. DESCRIPTION DU SYSTEME ET DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

Le Moulin de Champagne se trouve directement sur le cours de la Flume. Le tracé du cours d'eau a été déplacé pour gagner de la hauteur de chute au niveau de l'ancien moulin.

Le moulin est aujourd'hui ruiné et les canaux d'aménage et de fuite sont comblés de sédiments accumulés. L'ensemble du débit transite aujourd'hui par les anciennes vannes de décharge et par un déversoir plus récent réalisé par l'AAPPMA de Pacé.

Les vestiges du tracé historique de la Flume en fond de vallée sont matérialisés par un fossé de drainage au milieu des cultures.

Le plan du système hydraulique est présenté en annexe.

5.3.4.1. OUVRAGE DE PRISE D'EAU DU MOULIN

Le Moulin de Champagne est en ruine. Le canal d'aménage entre les ouvrages de décharge et le moulin est complètement bouché par les sédiments accumulés en bout de bief.



Vue du Moulin de Champagne en ruine.



Le canal d'améné au moulin est complètement obstrué par les sédiments.

5.3.4.2. LES OUVRAGES DE GESTION HYDRAULIQUE

Le dispositif est composé :

- D'un système composé de trois anciennes vannes de décharge,
- D'un déversoir plus récent construit pour augmenter la capacité de décharge du bief.

5.3.4.2.1. LE SYSTEME COMPOSE D'ANCIENNES VANNES

Ce dispositif est composé de trois anciennes vannes dépourvues aujourd'hui de dispositif de manœuvre. Les anciennes vannes sont en bois et fonctionnent manuellement.

Les potences sont métalliques.

Le dénivelé en position fermée le 10 février 2011 était de 1.4 m entre la cote de surverse des vannes et la ligne d'eau aval.

Anciennes vannes de décharge :

- Situation : en rive gauche
- Largeur : 0.8 m (passage d'eau) et 0.61 m pour la vanne située en rive droite
- Hauteur : 1 m
- Cote fond radier amont : 34.71 m NGF
- Cote fond radier aval : 34.30 m NGF



Le dispositif n'avait plus été manœuvré depuis plusieurs années. Une forte accumulation de sédiments était donc présente lors de la manipulation réalisée en février 2011. Le dispositif présente un état général dégradé et peu fonctionnel pour l'ouverture et la fermeture.

5.3.4.2.2. LE DEVERSOIR DE DECHARGE

Le déversoir présente un pendage latéral avec un point bas en rive gauche du déversoir (5 cm). Ce déversoir est calé plus bas que la partie supérieure des anciennes vannes de décharge mais plus haut que le coursier des vannes. Une passerelle a été réalisée sur ce déversoir avec des poteaux EDF.

Le dénivelé entre la cote amont du déversoir et la ligne d'eau le 10 février 2011 est de 0.93 m. La pente du déversoir est de l'ordre de 7 %.



Caractéristiques du déversoir

- Situation : en rive droite
- Largeur : de 3.4 à 3.8 m
- Longueur : 13.5 m
- Cote fond amont : 35.16 m NGF
- Cote fond aval : 34.21 m NGF

Ce déversoir présente un parement béton avec des aspérités. La partie aval du déversoir est particulièrement instable avec un sous-cavement important.



1



2



3

- 1- Vue de la partie amont du parement du déversoir depuis l'aval
- 2- Vue de la partie aval du parement du déversoir depuis l'amont
- 3- Vue du sous-cavement du déversoir sur sa partie aval

5.3.5. LE FONCIER SUR LE SITE

Le Moulin de Champagne et ses ouvrages appartiennent à la commune de Pacé qui possède également les parcelles cultivées en rive droite de la zone d'influence de l'ouvrage.

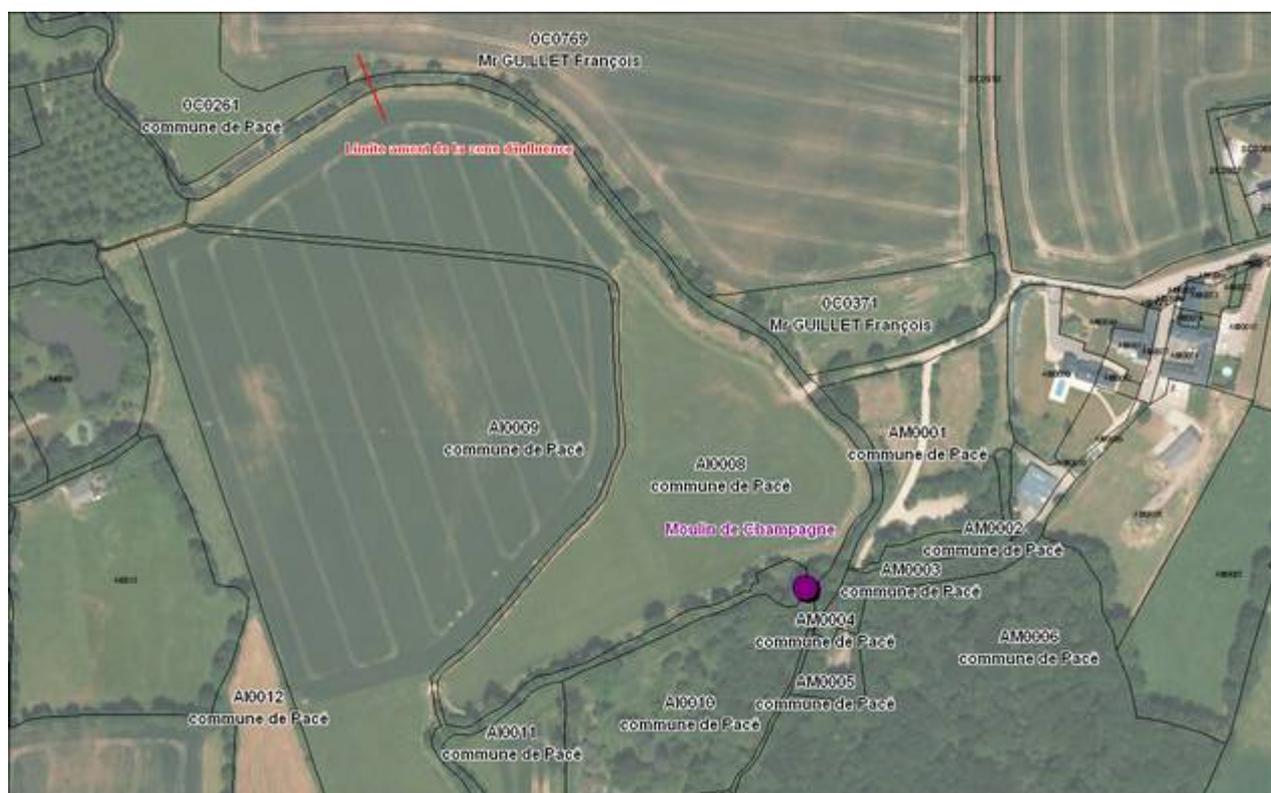


Figure 19 : référence des propriétaires concernés sur le site du Moulin de Champagne

5.3.6. LES COMPOSANTES MORPHODYNAMIQUES

Les passages de terrain pour réaliser les relevés topographiques ont été réalisés au mois de février 2011. Un premier passage a été réalisé avec le clapet complètement abaissé le 10 février pour analyser l'état des différentes composantes morphodynamiques.

Un deuxième passage a été réalisé le 22 février lorsque la ligne d'eau était remontée suite à la manipulation du clapet.

5.3.6.1. LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE ET LA LIGNE D'EAU

5.3.6.1.1. LA CONTINUITÉ

La continuité écologique au sens de la Directive Cadre sur l'Eau se traduit par :

- la libre circulation des espèces peuplant un cours d'eau,
- le transit des sédiments.



Vue des écoulements par le vannage en position ouverte (10 février 2011).



Vue des écoulements par le déversoir de décharge (anciennes vannes en position fermée) 22 février 2011).

La circulation piscicole au niveau d'un ouvrage manœuvrable est directement liée à la gestion qui en est faite. Les anciennes vannes ne sont jamais manœuvrées. Seul le passage d'eau au niveau du déversoir peut être éventuellement utilisé pour la remontée des espèces.

Le système hydraulique est classé en classe 1 pour la circulation de l'anguille par l'ONEMA (franchissable sans difficultés apparentes (libre circulation assurée à tout niveau de débit).

Des aménagements ont été réalisés par la fédération de pêche et l'AAPPMA en aval de l'ouvrage pour rehausser la ligne d'eau et envoyer la chute aval.

Les modifications de tracé de la Flume et l'absence de manœuvre de l'ouvrage engendrent un manque de transit sédimentaire au niveau de l'ouvrage. L'accumulation des sédiments visible lors de l'opération d'abaissement du niveau d'eau en février permet de matérialiser la problématique.



Vue de l'accumulation de sédiments fins dans le bief en amont des ouvrages de décharge (10 février 2011).



Vue de l'incision dans les sédiments fins suite à l'ouverture des anciennes vannes de décharge (10 février 2011).

5.3.6.1.2. LA LIGNE D'EAU

La zone d'influence de l'ouvrage est relativement faible et s'explique par le déplacement du lit de la Flume pour gagner de la hauteur de chute au niveau du Moulin de Champagne.

Avec les vannes fermées, la cote de la ligne d'eau du bief correspond à la cote basse du déversoir de décharge (35.16 m NGF).

La zone d'influence est peu étendue et représente 400 m (jusqu'au profil en travers T1).

La pente moyenne du bief entre le profil en travers T1 et le radier des anciennes vannes est de 0.8 pour mille.

La pente globale entre le profil en travers T1 et le profil en travers T5 est de l'ordre de 0.22 pour mille avec la portion la plus pentue en aval de l'ouvrage (retour de la Flume au niveau du point bas de la vallée).

Les écoulements sont de type profond sur l'ensemble du linéaire (hauteur d'eau comprise entre 80 cm à 2 m, et vitesse d'écoulement inférieure à 30 cm/s). La hauteur d'eau est donc artificialisée sur l'ensemble du linéaire d'influence.

5.3.6.2. LE LIT MINEUR

La diversité des habitats est une des conditions indispensable à la richesse des milieux. Cette diversité permet d'une part d'augmenter la diversité des espèces présentes mais également de favoriser le maintien d'espèces plus polluo-sensibles et indicatrices d'un milieu non artificialisé au niveau de ses écoulements.

La diversité des habitats aquatiques est donc fonction sur le site :

- De la diversité des faciès d'écoulement,
- De la diversité des profondeurs d'eau sur le profil en long et le profil en travers de la Flume,
- De la végétation aquatique présente dans le chenal d'écoulement,

- Des annexes hydrauliques présentes et analysées dans un paragraphe distinct,
- Des habitats présents en berge (souche, caches sous-berges, encombres...) et analysés dans le paragraphe concernant le compartiment berges-ripisylve.

Analyse du profil en long et des profils en travers

Le profil en long (présenté en annexe) illustre l'évolution du fond de la Flume et la ligne d'eau entre l'amont du transect 1 et l'aval du transect 5.

La Flume présente un fond relativement plat sur l'ensemble de la zone d'influence de l'ouvrage. Les fosses sont peu présentes.

Lors de l'ouverture des vannes, 3 radiers et 5 zones indépendantes de plats courants ont été identifiés sur la zone d'influence de l'ouvrage.



Les écoulements sont de type « profond » sur l'ensemble de la zone d'influence de l'ouvrage. Suite à l'ouverture de l'ouvrage (photo de gauche ci-dessus), des faciès lotiques sont présents.

Immédiatement en aval de l'ouvrage, une alternance de radiers et de plats courants apporte une meilleure diversité des habitats et des substrats. Des aménagements de diversification des habitats ont été réalisés sur cette partie de la Flume par la Fédération de pêche d'Ille-et-Vilaine.



Vue des aménagements piscicoles réalisés en aval des ouvrages de décharge du Moulin de Champagne.

Sur la zone d'influence de l'ouvrage, les substrats sont essentiellement composés d'un mélange de graviers et de cailloux. Des substrats plus grossiers (pierres) viennent compléter la granulométrie sur la moitié aval de la zone d'influence.

La partie extrême avale de la zone d'influence est particulièrement envasée (50 m).

En aval de l'ouvrage, les substrats sont plus diversifiés avec un mélange de pierres, de cailloux et de graviers. Des blocs ont été apportés lors des aménagements piscicoles.



Vue de la granulométrie composée de cailloux et de graviers sur la partie amont de la zone d'influence.



Substrats limoneux juste en amont des ouvrages de décharge du Moulin de Champagne.

Les relevés topographiques permettent de distinguer trois secteurs homogènes discriminés par rapport à la ligne d'eau :

- La zone en amont du profil T1 : cette zone correspond à la partie amont de la modification du tracé pour l'alimentation du moulin de Champagne. Cette zone est plus profonde et relativement homogène. Ce secteur est largement colonisé par les nénuphars.
- La zone entre le profil T1 et les ouvrages de décharge du moulin : le fond de la Flume est relativement plat. Quelques fosses et quelques points hauts sont néanmoins présents. La largeur du lit mouillé varie peu et reste entre 5.6 à 7 m. Un merlon est présent en rive droite le long de la Flume.
- La zone entre les ouvrages de décharge et la confluence avec le fossé de drainage au milieu des cultures (rive droite) présente un profil en long plus diversifié.

Les transects (présentés en annexe) illustrent la forme du lit mineur et la ligne d'eau en différents points.

La localisation des transects est matérialisée sur la carte présentée en annexe.

La végétation aquatique et les hélophytes

La période de réalisation des relevés de terrain est peu propice à l'observation des hydrophytes et des hélophytes.

Les hydrophytes

Les hydrophytes recensées sur la zone d'influence du clapet du Pont de Pacé sont :

- Les Callitries (*Callitriche Sp.*) : quelques pieds sont présents sur les zones d'accélération sur la zone d'influence au niveau des hauts-fonds,
- Le nénuphar (*Nuphar lutea*) : les herbiers sont présents en amont du profil en travers T2.
- Les algues filamenteuses sont présentes en amont du profil en travers T2 et en aval de l'ouvrage.



Herbiers de nénuphars se développant sur la partie amont de la zone d'influence.



Petits herbiers de Callitriches se développant sur les hauts-fonds peu ombragés de la zone d'influence.

Les héliophytes

Peu d'espèces d'héliophytes ont été recensées sur le site :

- La Baldingère faux Roseau (*Phalaris arundinacea*),
- Les orties.

La période de prospection est cependant peu favorable à l'observation de l'ensemble des espèces présentes.

5.3.6.3. LES BERGES ET LA RIPISYLVE

Comme le montrent les profils transversaux réalisés sur le site, les berges sont abruptes.

Le maintien d'un niveau constant de la ligne d'eau conduit naturellement à un élargissement du lit mineur qui, avec la présence des systèmes racinaires, favorise la formation de sous-berges (voir transect 3).

La végétation arborescente est bien représentée et essentiellement composée de saules, de chênes et de frênes. Les habitats en berge sont favorisés par la ripisylve dense et âgée.

Les essences arbustives sont représentées par le cornouiller, le noisetier et les ronciers.

Une ripisylve complexe (composée de plusieurs essences et plusieurs classes d'âge) est présente sur plus de 37 % du linéaire total de berge sur la zone d'influence de l'ouvrage (y compris un talus boisé

sur la partie médiane en rive droite). Le reste du linéaire est dépourvue de végétation arborescente ou arbustive ou ne présente que quelques arbres isolés.



Les systèmes racinaires permettent la formation de sous-berges intéressantes.

5.3.6.4. LE DEBIT

Sur la zone d'influence du clapet, aucun prélèvement n'a été recensé. Seuls des apports d'un réseau de drainage sont recensés par le biais du fossé présent en fond de vallée. Ce fossé conflue en aval de l'ouvrage.

5.3.6.5. LE LIT MAJEUR ET LES ANNEXES HYDRAULIQUES

L'occupation des sols du lit majeur est essentiellement composée de cultures avec bandes enherbées (dont des cheminements) avec 74 % de la zone d'influence de l'ouvrage. Une prairie humide est présente en rive gauche en amont de l'aire de pique-nique (8 %). Les espaces verts et boisements complètent l'occupation des sols sur la zone d'influence de l'ouvrage avec 18 % du linéaire.

Trois annexes hydrauliques sont recensées sur la zone d'influence de l'ouvrage :

- Un fossé au niveau de l'aire de pique-nique en rive gauche de la Flume,
- Une annexe hydraulique en rive gauche immédiatement en amont de l'ouvrage (photos ci-dessous),
- Le fossé de drainage présent dans les cultures en rive droite et qui conflue en aval de l'ouvrage.



Vue de l'annexe hydraulique située de l'autre côté du chemin d'accès au moulin en rive gauche.



Vue du passage busé envasé permettant une connexion hydraulique avec l'annexe. Les connexions biologiques sont compromises par l'envasement.

5.3.7. LES USAGES RENCONTRES

Sur la zone d'influence du clapet, deux usages de l'eau sont recensés :

- la randonnée, avec la présence de nombreux cheminements le long de la Flume. Une aire de pique-nique est aménagée en rive gauche de la zone d'influence de l'ouvrage,
- la pêche : la pratique de la pêche.



Vue des cheminements aménagés le long de la Flume avec des plantations de haies bocagères.

5.4. LE MOULIN DE SAUT BOIS

5.4.1. LOCALISATION DU MOULIN DE SAUT BOIS

Le Moulin de Saut Bois se trouve sur l'affluent principal de la Flume, le ruisseau de l'étang de Saut Bois dans le département d'Ille-et-Vilaine. L'ancien moulin se trouve en rive gauche en aval de l'étang sur la commune de Langan. La zone d'influence des ouvrages concernent également la commune de Romillé (rive droite du plan d'eau).

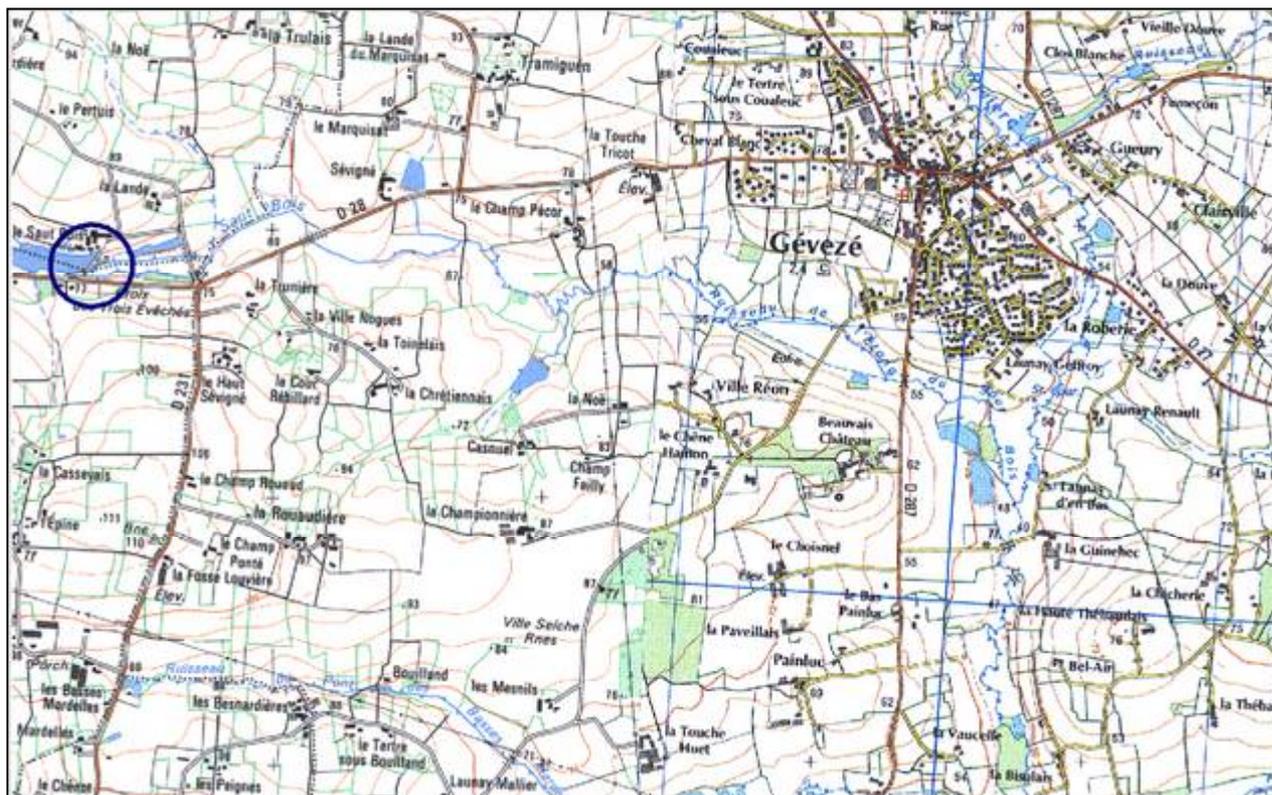


Figure 20 : localisation sur la carte IGN du Moulin de Saut Bois

5.4.2. HISTORIQUE

L'extrait de la carte de Cassini présentée ci-dessous identifie le lieu-dit Saut Bois et localise le moulin (roue dentée). Le plan d'eau associé au moulin est également matérialisé sur la carte. Il a été créé avant 1829 et a fait l'objet d'un arrêté préfectoral d'enclos piscicole en date du 27 janvier 1968 pour une durée de 30 ans.



Figure 21 : Extrait de la carte de Cassini autour du site du Moulin de Saut Bois et de son plan d'eau associé

5.4.3. REPERE DE NIVELLEMENT

Il n'existe pas de repère de nivellement directement sur le site, le relevé topographique s'établit donc en niveau relatif dont le repère est établi sur le radier de la vanne de décharge du plan d'eau (au droit de la vanne) (cote 0.00).



Le levé topographique est établi en cote relative par rapport au radier de la vanne de décharge (cote 0.00).

5.4.4. DESCRIPTION DU SYSTEME ET DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

Le Moulin de Saut Bois se trouve directement sur le cours du ruisseau de l'Etang du Saut Bois.

Il n'existe pas de bief à proprement parler, l'alimentation du canal usinier se faisant directement à partir d'un ouvrage de prise d'eau qui se trouvait en rive gauche sur la digue du plan d'eau.

Le moulin se trouve en rive gauche au pied de la digue du plan d'eau.

Un bras de décharge du plan d'eau est géré par deux vannes positionnées à l'amont immédiat de la digue en rive droite. Les écoulements de trop-plein sont gérés d'abord par un module rectangulaire suivi d'un déversoir (alimentant le cours naturel en fond de vallée en rive gauche de la vallée) puis par 2 buses de Ø 300 mm en rive droite du plan d'eau (déversant dans le bras de décharge en rive droite de la vallée).

Une vanne de fond permet de vidanger le plan d'eau par une buse de diamètre 400 mm. Les écoulements rejoignent le bras de décharge de rive gauche (cours naturel) environ 120 m en aval de la digue.

Le canal usinier du moulin se trouvait en rive gauche le long du déversoir de décharge. La prise d'eau pour l'alimentation du moulin a été condamnée par le propriétaire.

Le bras situé en rive gauche présente une longueur totale de 425 m. Le bras de décharge situé en rive droite présente une longueur totale de plus de 590 m. La confluence des deux bras est donc très en aval par rapport à la digue du plan d'eau. Des concurrences d'attrait entre les deux bras sont donc à prendre en compte dans le cadre des aménagements.

Le plan du système hydraulique est présenté en annexe.

5.4.4.1. OUVRAGE DE PRISE D'EAU DU MOULIN

Le canal d'alimentation du coursier se fait par deux buses béton (Ø 400 mm) pour le passage de la chaussée.

Ce passage d'eau a été bouché par le propriétaire.



Vue de l'amont de l'ancienne prise d'eau pour l'alimentation du moulin.



Vue de l'emplacement de l'ancienne roue du moulin. Les écoulements par les deux buses condamnées sont récupérés par des tuyaux PVC.

5.4.4.2. LES OUVRAGES DE GESTION HYDRAULIQUE

Le dispositif est composé :

- De deux vannes de décharge en rive droite,
- De 2 buses PEHD, faisant office de trop-plein du plan d'eau, déversant dans le bras de décharge situé en rive droite,
- D'un trop-plein composé d'un pont cadre et d'un batardeau suivi d'un déversoir en rive gauche
- D'une vanne de vidange suivie d'un passage busé de diamètre 400 mm.

5.4.4.2.1. LES VANNES DE DECHARGE

Le radier des vannes de décharge fait office de repère pour le levé topographique, il est défini à la cote 0.00 (au droit des vannes).

Il s'agit de deux vannes métalliques à fonctionnement manuel à cric.

Les potences sont également métalliques. Un plan de grille est implanté en amont dont la partie supérieure a été découpée pour satisfaire une demande de l'administration.

Vannes de décharge :

- Situation : en rive droite accolée à l'amont de la digue du plan d'eau
- Largeur : 0.66 m chacune (passage d'eau)
- Hauteur : 0.90 m
- Cote fond radier amont : 0.235
- Cote fond radier aval : -0.075 (aval route)



Sous la chaussée, les écoulements se font via un dalot en pierres maçonnées avec une voûte en plafond.

Sa hauteur est de 1.85 m, pour une largeur de 0.50 m et sur une longueur de 6.60 m.

La pente d'écoulement du dalot est de 4.7 %. Une chute aval de l'ordre de 1.65 m est observée à l'aval du dalot.

Le dénivelé total entre la ligne d'eau du plan d'eau et la ligne d'eau au pied de l'ouvrage était donc de 2.54 m lors de nos relevés le 22 février 2011.

Le dispositif présente un état général satisfaisant même si quelques fuites sont constatées.



Vue de la chute aval de l'ouvrage de décharge par débit soutenu



Vue de la chute aval de l'ouvrage de décharge par débit faible

5.4.4.2.2. LES BUSES DE TROP-PLEIN

Un passage busé positionné en rive droite de l'étang permet l'écoulement des eaux de trop-plein du plan d'eau. Il est composé de 2 buses PEHD Ø 300 mm.

Les cotes amont du fond des buses présentent une différence de 2 cm, on retiendra dans le cadre de l'étude la cote la plus basse (buse la plus éloignée des vannes de décharge), soit 0.925.

Le fond de la buse la plus profonde se trouve donc 92.5 cm au dessus du radier des vannes de décharge et environ 11 cm au dessus de la ligne d'eau du plan d'eau le 22 février 2011.



Vue des buses de trop-plein depuis l'amont.



Vue de la partie aval des buses de trop-plein.

Les écoulements par cet ouvrage de décharge rejoignent le bras de décharge du plan d'eau situé en rive droite.

5.4.4.2.3. LA VANNE DE VIDANGE

Une vanne murale permet de vidanger le plan d'eau. La vidange s'effectue via un passage busé traversant la digue du plan d'eau de diamètre 400 mm.

Vue de la vanne de vidange du plan d'eau



Le dénivelé total entre la ligne d'eau du plan d'eau et le bas de la buse en aval de la digue était donc de 3.65 m lors de nos relevés le 22 février 2011.

Une pêcherie en bois permet de récupérer les poissons lors des vidanges. La dernière vidange a été réalisée en 1999.



Vue du dispositif de vidange depuis l'aval avec sa pêcherie en bois.



Vue des bassins en béton permettant de stocker les poissons.

5.4.4.2.4. LE DEVERSOIR DE DECHARGE

Le déversoir de décharge se trouve en rive gauche de la digue et du moulin. Il a été refait suite à un effondrement de la digue en 2003. Il est composé d'un pont cadre rectangulaire présentant une section utile de 2.5 m de large par 1 m de hauteur.

Lors des travaux, le pont cadre a été implanté 30 cm plus bas que l'ancien déversoir.

Un batardeau a été implanté en amont pour permettre de maintenir une ligne d'eau dans le plan d'eau plus haute de 26 cm que la cote du déversoir (cote équivalente à l'ancien déversoir).

Ce pont cadre, d'une longueur de 6.1, est prolongé par huit modules trapézoïdaux en béton posé avec un dénivelé d'environ 20 cm entre éléments. Ils permettent de dissiper l'énergie de l'écoulement jusqu'à la cote de l'écoulement naturel en aval.

Les deux derniers modules ne présentent pas de chute et le déversoir a été prolongé par un radier béton sur une longueur de 11.5 m.



Vue du pont cadre et du batardeau implanté en amont.



Vue des modules trapézoïdaux implantés en aval du pont cadre depuis l'aval.

Le dénivelé total entre la ligne d'eau du plan d'eau et la ligne d'eau au pied de l'ouvrage était donc de 4.35 m lors de nos relevés le 22 février 2011.

Le dispositif présente un état général satisfaisant même si quelques fuites sont constatées.



Vue de la chute aval au niveau du pont cadre.



Vue de l'ouvrage depuis la digue du plan d'eau.

5.4.4.3. LE PLAN D'EAU (RESERVE DU MOULIN)

Lors de la création du moulin, une digue a été réalisée transversalement à la vallée de manière à contenir les écoulements et ainsi créer une réserve d'eau pour le fonctionnement du moulin.

Elle se trouve accolée à l'amont du moulin.

Ce plan d'eau se trouve sur le cours du ruisseau de l'Étang de Saut Bois et reçoit en rive droite les eaux de deux affluents. D'une superficie de 3.2 ha, le volume estimé du plan d'eau représente 45 000 m³.

L'emprise actuelle du plan d'eau se trouve sur deux communes :

- Sur la rive gauche, la parcelle est sur la commune de Langan : parcelle OB 391,
- Sur la rive droite, les parcelles OD 189 et OD 193 sont sur la commune de Romillé.

Le plan d'eau est marqué sur sa partie amont par la présence d'une roselière. Cette roselière est en

régression selon le propriétaire du plan d'eau. Plusieurs hypothèses peuvent être formulées dont l'impact des rongeurs (ragondins et rats musqués) mais la plus importante semble être la gestion actuelle du plan d'eau. Si les marnages ne sont pas assez marqués et ne suivent pas le régime hydrologique naturel du cours d'eau, l'impact sur le développement des roselières est important.



Aperçu du plan d'eau et de sa roselière.

La digue du plan d'eau supporte une voirie permettant aujourd'hui d'accéder uniquement au moulin.



Aperçu de la digue qui supporte la chaussée d'accès au moulin (photo de gauche)

5.4.5. LE FONCIER SUR LE SITE

Le Moulin de Saut Bois, l'étang et ses ouvrages appartiennent au propriétaire du Moulin (*Mr Massot*).

Il est également en cours d'acquisition des parcelles situées en aval de la digue.

Dans le cadre d'un projet de restauration de la continuité écologique, ces parcelles pourraient être concernées par les travaux.

5.4.6. ANALYSE TOPOGRAPHIQUE DU SITE

5.4.6.1. SITE DU MOULIN DE SAUT BOIS

Un relevé topographique a été réalisé sur le site à l'aide d'un niveau optique et d'une mire. Ces relevés sont calés sur le repère relatif que nous avons défini au niveau du radier amont de la vanne de décharge.

La cote de ce repère est de 0.00.

Le levé topographique a permis de prendre les cotes suivantes :

- Détail ouvrages de gestion hydraulique,
 - o Vannages et buses
- Prise des cotes de fond (radier des ouvrages),
- Réalisation de profils longitudinaux et transversaux sur le bras de décharge en aval des ouvrages.

Les schémas sont présentés en annexe.

5.4.6.2. ANALYSE DES RELEVÉS

Compte tenu des caractéristiques physiques du site et des possibilités d'aménagement, nous nous sommes concentrés sur les données topographiques des bras de décharge.

Le bras de rive gauche est le cours historique du ruisseau en fond de vallée. Le bras de rive droite est un bras de décharge qui conflue 590 m environ en aval des vannes de décharge avec le cours naturel.

Une route traverse ces deux bras en amont de leur confluence (voie communale permettant d'accéder au lieu-dit « la Lande » notamment). Le débit transitant par le cours naturel provenant du déversoir de décharge de l'étang de Saut Bois situé en rive gauche est évacué par une buse de diamètre 1000 mm.

Le débit transitant par le bras de décharge du plan d'eau situé en rive droite est évacué par un ouvrage d'art dont la capacité d'écoulement est nettement plus conséquente.



Passage busé du bras de rive gauche sous la voie communale en aval du plan d'eau



Pont du bras de rive droite sous la voie communale située en aval du plan d'eau

L'existence de deux bras en aval de l'étang de Saut-Bois complique le système hydraulique pour son franchissement éventuel par la population piscicole du ruisseau.

L'attractivité des deux bras dépend en effet du mode de gestion des vannes situées en rive droite et alimentant le bras de rive droite.

Deux configurations d'attrait ont été observées lors de la prospection de terrain :

- Dans un premier temps, les vannes de décharge étaient ouvertes. Le débit d'attrait était ainsi sur le bras de décharge situé en rive droite en aval du plan d'eau.
- Dans un second temps, pour réaliser les relevés topographiques, la fermeture des vannes a engendré un débit plus important sur le déversoir de décharge alimentant le bras en rive gauche de la vallée. Le débit d'attrait était alors sur ce bras.

Les relevés topographiques montrent clairement que le fond du bras de décharge situé en rive droite est plus haut que le fond du bras situé en rive gauche :

- Le premier radier en aval des vannes de décharge (bras rive droite) est à la cote de - 1.82 m,
- Le fond du bras situé en aval du déversoir de rive gauche est à la cote de - 3.55 m (soit 1.73 m plus bas).

Le dénivelé des ouvrages alimentant ces deux bras est donc différent :

- Le dénivelé total au niveau des vannes de décharge alimentant le bras de rive droite est de 2.54 m (cote du plan d'eau le 22 février 2011),
- Le dénivelé total au niveau du déversoir de décharge alimentant le bras de rive gauche est de 4.35 m (cote du plan d'eau le 22 février 2011).

Ces dénivelés, constituent une hauteur infranchissable pour la faune piscicole. Le dénivelé plus faible au niveau des vannes de décharge du plan d'eau et la présence d'un pont routier plus important en aval du plan d'eau recentrent les investigations sur le bras de rive droite.

Les écoulements en aval des vannes de décharge se font tout d'abord sur la roche mère, puis, au bout d'une trentaine de mètres, le fond du bras est composé d'une granulométrie nettement plus diversifiée composée d'un mélange de cailloux, de pierres et de graviers.

Ce bras présente la particularité de ne pas couler en fond de vallée. Un talus boisé est donc présent sur la quasi-totalité du linéaire sauf immédiatement en aval de la digue sur une vingtaine de mètres.

Ce talus boisé est matérialisé sur le profil en travers réalisé sur le bras (profil T1). Ce talus présente une hauteur d'environ 1 m par rapport au niveau de la ligne d'eau lors de notre prospection de terrain (22/02/2011).



Vue des substrats et de l'alternance des faciès d'écoulement sur le bras situé en rive droite de la vallée en aval du plan d'eau.



Le talus boisé en rive gauche du bras de décharge est absent immédiatement en aval de la digue du plan d'eau.



Ancienne brèche dans le talus au niveau du profil en travers T1 colmatée par des troncs.

6. LES ORIENTATIONS DE SCENARIO

6.1. ORIENTATIONS DU SDAGE

Dans sa mesure 9B concernant la continuité écologique des cours d'eau, le SDAGE précise :

« Les ouvrages transversaux aménagés dans le lit des cours d'eau ont des effets cumulés très importants sur l'état et le fonctionnement des milieux aquatiques du bassin Loire-Bretagne. Ces ouvrages font obstacle au libre écoulement des eaux et des sédiments, à la dynamique fluviale, à la libre circulation des espèces aquatiques (poissons migrateurs en particulier), au passage et à la sécurité des embarcations légères.

Outre leurs effets d'obstacles, ces ouvrages de retenues accentuent l'eutrophisation, le réchauffement des eaux et réduisent fortement la richesse des habitats et peuplements aquatiques (banalisation, perte de diversité hydrodynamique, colmatage...) et augmentent l'évaporation. Le bassin hydrographique de la Loire est d'autant plus sensible à ces phénomènes cumulatifs qu'il s'articule autour d'axes fluviaux de très grande longueur.

Pour le franchissement des obstacles, les mesures de restauration doivent privilégier les solutions d'effacement physique garantissant la transparence migratoire pour toutes les espèces, la pérennité des résultats, ainsi que la récupération d'habitats fonctionnels et d'écoulements libres.

Sans préjudice des concessions existantes, les objectifs de résultats en matière de transparence migratoire à long terme conduisent à retenir l'ordre de priorité suivant :

- 1°) effacement ;
- 2°) arasement partiel et aménagement d'ouvertures (échancrures...), petits seuils de substitution franchissables par conception ;
- 3°) ouverture de barrages (pertuis ouverts...) et transparence par gestion d'ouvrage (manœuvres d'ouvrages mobiles, arrêts de turbine...);
- 4°) aménagement de dispositif de franchissement ou de rivière de contournement avec obligation d'entretien permanent et de fonctionnement à long terme.

La définition précise des actions à entreprendre suppose des études particulières, cours d'eau par cours d'eau. En matière de continuité écologique des cours d'eau, même si la solution d'effacement total des ouvrages transversaux est, dans la plupart des cas, la plus efficace et la plus durable pour les raisons indiquées ci-dessus, d'autres méthodes peuvent être envisagées, notamment : ouverture des vannages, aménagement de dispositifs de franchissement adaptés. Pour les ouvrages transversaux abandonnés ou sans usages avérés l'effacement sera privilégié.

La restauration de la continuité écologique doit se faire en priorité sur les cours d'eau suivants :

- cours d'eau classés au titre de l'article L. 432-6 du code de l'environnement, dans l'attente du classement au titre de l'article L.214-17 du code de l'environnement (NB : Flume et ruisseau de l'Etang de Saut Bois en proposition de classement),

- cours d'eau classés au titre du I de l'article L. 214-17 du code de l'environnement,
- autres cours d'eau identifiés comme prioritaires pour l'anguille,
- cours d'eau pour lesquels la restauration de la continuité écologique est nécessaire pour atteindre l'objectif de bon état.

Il est également nécessaire d'assurer une continuité entre les réservoirs biologiques et les secteurs à réensemencer au sein des aires de besoins. »

6.2. ELEMENTS JURIDIQUES ET REGLEMENTAIRES

Les éléments juridiques et réglementaires énumérés ci-dessous sont issus d'un travail mené par Anthony NEAUX pour l'Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Nantaise et pour le Syndicat Mixte de la Vallée du Thouet (Le statut juridique des ouvrages hydrauliques, Neaux 2008).

Dans le cadre de ce document, les différents cas d'ouvrage sont précisés et repris succinctement dans les paragraphes suivants.

Les moulins présents sur les cours d'eau non domaniaux avant l'abolition des droits féodaux conservent un régime particulier et sont bénéficiaires d'un « droit d'eau fondé en titre », ce sont les usines et moulins ayant une existence légale.

Cependant la période de trouble juridique qui a suivi la révolution a fait émerger la nécessité d'une réglementation particulière aux moulins et usines hydrauliques, lesquels devront désormais être autorisés et par là même « fondés sur titre ».

La notion de droit d'eau est liée à ce type d'ouvrage.

6.2.1. LES OUVRAGES FONDES EN TITRE

Les ouvrages fondés en titre sont les ouvrages exploitant la force motrice du cours d'eau avant l'abolition des droits féodaux.

Le titulaire de ce droit doit en rapporter la preuve à l'administration. La jurisprudence considère que la seule preuve de l'existence de l'ouvrage avant 1789, pour les cours d'eaux non domaniaux, suffit pour que ces titres soient présumés établis.

Le titulaire d'un droit fondé en titre peut, dans les limites de leur consistance légale, apporter des modifications à ses installations sans autorisation nouvelle.

Le Conseil d'Etat a jugé dans un arrêt du 26 juillet 1866 « Ulrich » « qu'aucune disposition législative ou réglementaire n'oblige les usiniers à se pourvoir d'une autorisation pour modifier les ouvrages régulateurs d'une retenue tant que rien n'a été changé au régime des eaux et que, sans accroître la force motrice dont ils peuvent disposer, les usiniers ne font que mieux l'utiliser au moyen d'additions

et de perfectionnements apportés aux vannes motrices, aux coursiers et aux roues hydrauliques ». L'autorisation par règlement d'eau d'une augmentation de force motrice issue de travaux sur les ouvrages régulateurs a ainsi pour effet de rendre l'ouvrage fondé sur titre.

6.2.2. LES OUVRAGES FONDES SUR TITRE

Les ouvrages fondés sur titre ont été réglementés à partir du XIX^{ème} siècle par l'administration. La consistance légale est définie à l'issue d'une procédure de l'administration.

6.2.3. CAS DES OUVRAGES ETUDIES

Le tableau ci-dessous récapitule les dates de règlement d'eau.

Nom de l'ouvrage	Date règlement d'eau ou autorisation administrative
Moulin de la Motte	Règlement d'eau en date du 26 juin 1873
Moulin du Pont de Pacé	Règlement d'eau en date du 26 juin 1873 + arrêté de DUP
Moulin de Champagne	Règlement d'eau en date du 26 juin 1873
Moulin de l'Etang de Saut-Bois	Règlement d'eau non retrouvé + existence avant 1829

Tableau 8 : récapitulatif des dates de règlement d'eau des moulins étudiés

Seule la date du règlement d'eau du Moulin de l'Etang de Saut-Bois n'a pas été retrouvée. Tous les moulins étudiés figurent sur la carte de Cassini de Rennes dont les relevés ont été effectués entre 1785 et 1787.

La preuve de l'existence des moulins avant la révolution n'a pas été recherchée mais il semblerait que tous les moulins ont un droit fondé en titre.

L'existence d'un règlement d'eau pour les moulins de la Motte, du Pont de Pacé et de Champagne en date de 1873 indique que ces ouvrages sont au moins fondés sur titre.

6.2.3.1.1. CONSERVATION DU DROIT D'EAU FONDE EN TITRE

Seul le Moulin de l'Etang de Saut-Bois semble être en mesure d'une conservation de son droit fondé en titre. Malgré la condamnation de sa prise d'eau, le droit fondé en titre ne semble pas pouvoir être remis en cause.

6.2.3.1.2. PERTE POSSIBLE DU DROIT D'EAU FONDE EN TITRE

L'état des autres systèmes hydrauliques remplit les conditions fixées par la jurisprudence pour la perte du droit d'eau fondé en titre. En effet l'état de ruine des éléments essentiels destinés à l'exploitation de la pente et du volume du cours d'eau rend insusceptible l'exploitation de la force motrice du cours d'eau par le propriétaire de l'ouvrage :

- Le Moulin de la Motte n'existe plus, il ne reste plus du système hydraulique que le déversoir de décharge et le vestige du coursier du moulin,

- Le Moulin du Pont de Pacé n'existe plus. Le bâtiment est détruit et une route a été construite à la place. La construction du clapet a cependant été autorisée par un arrêté de DUP.
- Le Moulin de Champagne est en ruine. Le canal d'aménagé du moulin est complètement comblé.

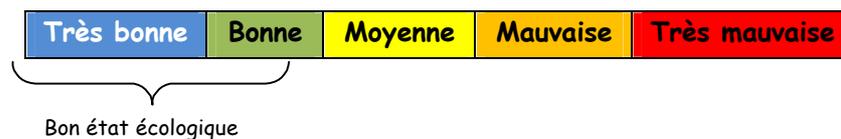
6.3. SCENARII PROPOSES SUR LES SITES ETUDIES

Conformément au SDAGE, les orientations doivent être établies sur la base des scénarii suivants :

- *Dérasement de l'ouvrage,*
- *Arasement partiel et/ou aménagement d'ouverture,*
- *Ouverture du barrage et transparence par gestion des ouvrages,*
- *Aménagement d'un dispositif de franchissement piscicole ou de rivière de contournement.*

Pour chaque ouvrage, un tableau synthétique présente l'état des composantes hydromorphologiques et les enjeux associés au site. Les scénarii sont ensuite détaillés en fonction des caractéristiques des sites.

L'appréciation de la qualité des compartiments (DCE) est réalisée à partir des codes couleur suivants :



Des enjeux sont ensuite déterminés par site avec un classement permettant de situer les enjeux entre eux :

+	++	+++
Importance faible	Importance moyenne	Importance forte

Les enjeux associés aux ouvrages et à leur zone d'influence sont identifiés dans le cahier des charges de l'étude :

- Enjeux environnementaux : biologique et notamment piscicole, maintien des connections hydrauliques, des frayères, influence sur la qualité de l'eau et des habitats,
- Enjeux socio-économiques : usages directs ou indirects, usages existants ou non, sécurité des biens et des personnes,
- Enjeux patrimoniaux : historique du site, état du patrimoine bâti,
- Enjeux hydrauliques : réception des eaux pluviales, inondations,
- Enjeux récréatifs : pêche, promenade.

6.3.1. LE MOULIN DE LA MOTTE

Le moulin est ruiné et ne permet donc pas de justifier la possibilité d'une utilisation de la force motrice. Les usages sont très limités sur la zone d'influence de l'ouvrage. Seule la pêche est pratiquée sur le site.

6.3.1.1. DIAGNOSTIC SYNTHETIQUE DE L'OUVRAGE

Composantes	Etat initial DCE	Commentaires
Hydraulique	Débit	L'impact sur le compartiment débit est négligeable étant donné la faible zone d'influence. Le détournement du tracé de la Flume conduit à une zone d'expansion des crues en fond de vallée.
	Ligne d'eau	La hauteur de chute de l'ouvrage est limitée. L'ouvrage n'impacte que faiblement la ligne d'eau.
Lit mineur		L'ouvrage limite l'alternance des faciès et donc des habitats. Le détournement du tracé de la Flume a fortement impacté le compartiment mais les habitats se sont améliorés depuis l'implantation du moulin.
Berge/ripisylve		Les habitats en berge sont présents mais de qualité restreinte. La présence de peupliers d'alignement altère la qualité du compartiment. La présence de l'ouvrage garantit la mise en eau des habitats en sous-berge.
Annexes		Une zone potentielle pour la reproduction du brochet est recensée au niveau de la prairie humide située en rive droite du bief. L'ancien cours de la Flume peut être également considéré comme une zone potentielle. Ces zones ne sont pas fonctionnelles en l'état et l'ouvrage n'a pas de rôle particulier par rapport au fonctionnement des annexes hydrauliques.
Continuité (circulation des espèces)		La circulation de l'anguille ne pose pas de problème sur cet ouvrage intégrant la ZAP anguille. Il pose néanmoins des problématiques pour les petites espèces et les espèces ne possédant pas de capacités de saut.
Continuité (circulation des sédiments)		La perte de dynamique de la Flume sur la zone d'influence de l'ouvrage limite la circulation des sédiments. La hauteur de chute est néanmoins de faible ampleur, limitant ainsi l'impact.

Enjeux environnementaux	Enjeux socio-économiques	Enjeux patrimoniaux	Enjeux hydrauliques	Enjeux récréatifs
+	+	+	+	+

Les enjeux sur ce site sont de faible importance. Le seul usage recensé est la pratique de la pêche.

6.3.1.2. SCENARII PROPOSES

Parmi les orientations du SDAGE, l'ouverture par gestion des ouvrages n'est pas possible. Cette solution est donc écartée.

L'aménagement d'un dispositif de franchissement sur l'ouvrage ne se justifie pas vis-à-vis des usages et enjeux sur le site.

Il reste donc deux scénarii à étudier :

- L'arasement partiel de l'ouvrage (échancrure) : l'état de vétusté de l'ouvrage présente un réel risque par rapport à la structure de l'ouvrage et à la pérennité des aménagements réalisés. Il ne s'agit pas en effet de réaliser une échancrure qui déstabiliserait encore un peu plus l'ouvrage.
- Le dérasement de l'ouvrage est envisageable avec deux possibilités :
 - o Le démantèlement de l'ouvrage avec le maintien du tracé actuel,
 - o La restauration du cours naturel de la Flume en restaurant les écoulements au niveau du point bas de la vallée.

6.3.2. LE MOULIN DU PONT DE PACE

Le moulin n'existe plus et ne permet donc pas de justifier la possibilité d'une utilisation de la force motrice.

6.3.2.1. DIAGNOSTIC SYNTHETIQUE DE L'OUVRAGE

Composantes		Etat initial DCE	Commentaires
Hydraulique	Débit		Les travaux hydrauliques réalisés sur la Flume et les modifications d'occupation des sols altèrent la qualité du compartiment en accentuant les vitesses de transit. De nombreux rejets pluviaux arrivent sur la zone d'influence de l'ouvrage.
	Ligne d'eau		La hauteur de chute de l'ouvrage impacte la ligne d'eau.
Lit mineur			L'ouvrage limite l'alternance des faciès et donc des habitats. Les travaux hydrauliques réalisés ont considérablement altéré la qualité des habitats.
Berge/ripisylve			Les habitats en berge sont peu présents. L'absence de ripisylve sur la majorité du linéaire limite les habitats en berge.
Annexes			Des zones potentielles pour la reproduction du brochet sont recensées sur la zone d'influence de l'ouvrage. Des fossés en connexion directe avec la Flume peuvent être exploités par les géniteurs de brochet. L'aménagement en espaces verts du site avec la création de plans d'eau altère cependant la qualité du compartiment.
Continuité (circulation des espèces)			La circulation de l'anguille est difficile sur cet ouvrage intégrant la ZAP anguille. Elle est assujettie à la manœuvre du clapet.
Continuité (circulation des sédiments)			La perte de dynamique de la Flume sur la zone d'influence de l'ouvrage et la conception de l'ouvrage (clapet) limitent la circulation des sédiments. La possibilité d'abaisser totalement l'ouvrage permet néanmoins d'obtenir une meilleure transparence vis-à-vis de la circulation des sédiments.

Enjeux environnementaux	Enjeux socio-économiques	Enjeux patrimoniaux	Enjeux hydrauliques	Enjeux récréatifs
+++	+++	+	+++	+++

Les enjeux sur ce site sont plus importants que sur le site du Moulin de la Motte. Les enjeux environnementaux sont importants avec un impact important de l'ouvrage sur les composantes morphodynamiques de la Flume et notamment la continuité écologique.

Les enjeux socio-économiques et hydrauliques sont liés par le risque inondation qui pèse au niveau de Pacé. Des habitations sont régulièrement impactées par les inondations.

Les enjeux patrimoniaux sont faibles avec l'absence du moulin et un ouvrage sur la Flume récent.

Les enjeux récréatifs sont importants avec la présence de cheminements le long du cours d'eau et la pratique de la pêche sur le site.

6.3.2.2. SCENARII PROPOSES

Parmi les orientations du SDAGE, l'ouverture par gestion de l'ouvrage est possible mais ne permet pas d'améliorer les composantes morphodynamiques. Cette solution est donc écartée.

L'aménagement d'un dispositif de franchissement sur l'ouvrage ne se justifie pas vis-à-vis des usages et enjeux sur le site. Le coût de l'aménagement pour permettre la circulation de toutes les espèces serait en effet démesuré par rapport à l'intérêt de conservation de l'ouvrage.

Il reste donc deux scénarii à étudier :

- L'arasement partiel de l'ouvrage : un abaissement partiel de l'ouvrage ne permettra pas de le rendre franchissable par les espèces. Ce scénario n'est donc pas retenu.
- Le dérasement de l'ouvrage est envisageable mais pose des questions sur le devenir du bief et sur l'intégration paysagère sur un site très fréquenté par les promeneurs.

6.3.3. LE MOULIN DE CHAMPAGNE

Le moulin est ruiné et ne permet donc pas de justifier la possibilité d'une utilisation de la force motrice. Les usages sont très limités sur la zone d'influence de l'ouvrage. Seule la pêche et la randonnée sont pratiquées sur le site.

6.3.3.1. DIAGNOSTIC SYNTHETIQUE DE L'OUVRAGE

Composantes	Etat initial DCE	Commentaires
Hydraulique	Débit	L'impact sur le compartiment débit est négligeable étant donné la faible zone d'influence. Le détournement du tracé de la Flume conduit à une zone d'expansion des crues en fond de vallée.
	Ligne d'eau	La hauteur de chute de l'ouvrage est limitée. L'ouvrage n'impacte que faiblement la ligne d'eau.
Lit mineur		L'ouvrage limite l'alternance des faciès et donc des habitats. Le détournement du tracé de la Flume a fortement impacté le compartiment mais les habitats se sont améliorés depuis l'implantation du moulin.
Berge/ripisylve		Les habitats en berge sont présents mais de qualité restreinte. La présence de l'ouvrage garantit la mise en eau des habitats en sous-berge.
Annexes		Une zone potentielle d'ampleur pour la reproduction du brochet est recensée au niveau du moulin en rive gauche. Cette zone en eau en permanence et avec des problèmes de connexion avec la Flume (envasement du passage busé) n'est pas fonctionnelle. L'ancien cours de la Flume peut être également considéré comme une zone potentielle mais les supports de ponts sont néanmoins limités. La mise en cultures du lit majeur altère fortement la qualité du compartiment.
Continuité (circulation des espèces)		La circulation de l'anguille ne pose pas de problème sur cet ouvrage. Il pose néanmoins des problématiques pour les petites espèces avec une pente sur le déversoir de l'ordre de 7 %.
Continuité (circulation des sédiments)		La perte de dynamique de la Flume sur la zone d'influence de l'ouvrage limite la circulation des sédiments. L'absence de manœuvre des vannes engendre une sédimentation importante sur la partie aval du bief.

Enjeux environnementaux	Enjeux socio-économiques	Enjeux patrimoniaux	Enjeux hydrauliques	Enjeux récréatifs
+++	+	+	+	+++

Les enjeux environnementaux sont forts sur ce site avec un impact important de l'ouvrage sur les composantes morphodynamiques de la Flume et notamment la continuité écologique et le compartiment annexes-lit majeur.

Les enjeux socio-économiques, patrimoniaux et hydrauliques sont faibles sur le site avec l'absence de zones habitées et l'état de ruine du moulin.

Les enjeux récréatifs sont importants avec la présence de cheminements le long du cours d'eau et la pratique de la pêche sur le site.

6.3.3.2. SCENARII PROPOSES

Parmi les orientations du SDAGE, l'ouverture par gestion des ouvrages est possible mais ne permet pas d'assurer la continuité écologique. Cette solution est donc écartée.

L'aménagement d'un dispositif de franchissement sur l'ouvrage ne se justifie pas vis-à-vis des usages et enjeux sur le site.

Il reste donc deux scénarii à étudier :

- L'arasement partiel de l'ouvrage (échancrure) : l'état de vétusté de l'ouvrage présente un réel risque par rapport à la structure de l'ouvrage et à la pérennité des aménagements réalisés. Il ne s'agit pas en effet de réaliser une échancrure qui déstabiliserait encore un peu plus l'ouvrage.
- Le dérasement de l'ouvrage est envisageable avec deux possibilités :
 - o Le démantèlement de l'ouvrage avec le maintien du tracé actuel,
 - o La restauration du cours naturel de la Flume en restaurant les écoulements au niveau du point bas de la vallée (au niveau du fossé de drainage actuel).

6.3.4. LE MOULIN DE L'ETANG DE SAUT-BOIS

Le moulin existe et permet de justifier la possibilité d'une utilisation de la force motrice.

6.3.4.1. DIAGNOSTIC SYNTHETIQUE DE L'OUVRAGE

Composantes	Etat initial DCE	Commentaires
Hydraulique	Débit	Le plan d'eau impacte le débit du ruisseau.
	Ligne d'eau	La hauteur de chute importante de l'ouvrage impacte la ligne d'eau.
Lit mineur		La création du plan d'eau a fortement modifiée l'état du compartiment.
Berge/ripisylve		Les habitats en berge sont présents avec la présence de la ripisylve et la roselière.
Annexes		La roselière présente au niveau de la queue du plan d'eau est une zone de reproduction pour les brochets et les cyprinidés Le ruisseau est cependant sur un contexte salmonicole altéré par le manque de connectivité entre l'amont et l'aval du plan d'eau..
Continuité (circulation des espèces)		La circulation des espèces est impossible dans sa configuration actuelle. Seules quelques anguilles sont susceptibles de pouvoir coloniser le plan d'eau avec un retard de migration et un effet accumulation important au pied de l'ouvrage.
Continuité (circulation des sédiments)		Tout le transit sédimentaire du ruisseau est bloqué dans le plan d'eau.

Enjeux environnementaux	Enjeux socio-économiques	Enjeux patrimoniaux	Enjeux hydrauliques	Enjeux récréatifs
+++	++	+++	++	+

Les enjeux environnementaux sont importants avec un impact important de l'ouvrage sur les composantes morphodynamiques du ruisseau de l'Étang de Saut-Bois et notamment la continuité écologique.

Les enjeux socio-économiques et hydrauliques sont liés par le risque inondation qui pèse au niveau du moulin et du risque inhérent à la rupture de la digue.

Les enjeux patrimoniaux sont forts avec la présence du moulin et de son plan d'eau associé.

Les enjeux récréatifs sont faibles et uniquement privés.

6.3.4.2. SCENARI PROPOSES

Parmi les orientations du SDAGE, plusieurs semblent d'ores et déjà irréalisables à savoir :

- **Dérasement ou arasement partiel de l'ouvrage**

- o Le caractère fondé en titre de l'ouvrage permet au propriétaire de conserver la jouissance de son droit d'eau (qui devra être établi),
- o Le propriétaire souhaite conserver son plan d'eau.

Le dérasement de l'ouvrage conduirait inévitablement à la disparition du plan d'eau et la ligne d'eau actuelle ne serait plus assurée.

- **Ouverture du barrage et transparence par gestion des ouvrages**

- o L'ouverture des ouvrages (vanne de décharge) ne permettra pas la circulation piscicole compte tenu de la chute aval,
- o Cette vanne permet le maintien de la cote du plan d'eau.

Seul l'équipement de l'ouvrage semble permettre de trouver un consensus sur l'aménagement proposé :

- Un bras d'attrait devra être favorisé pour permettre de limiter les aménagements,
 - o Les espèces à prendre en compte conditionnent l'aménagement à proposer : le franchissement de l'anguille ne présente pas les mêmes contraintes qu'un aménagement permettant de faire circuler l'ensemble des espèces.
- L'aménagement devra être préférentiellement sur le bras de décharge situé en rive droite dont le gabarit et l'ouvrage routier aval présentent un dimensionnement mieux adapté,
- Une modification ou la création d'un nouvel ouvrage de décharge semble inévitable du fait de la présence des vannes de décharge engendrant des problématiques de calage de l'aménagement et de gestion ultérieure.

Une réflexion doit également être menée avec le propriétaire et les membres du comité de pilotage sur la calage de la ligne d'eau amont, toute réduction de cette ligne d'eau engendrerait bien sûr une réduction du dénivelé total et des coûts d'aménagement réduits.

7. ANNEXE



Hydro > Accueil > Recherche > Visualisation des données > Synthèse

Stations : [Tout décocher / cocher](#) [J7214010 La Flume à Pace \[Pont D 231\]](#)

Procédures :

[FICHE-STATION](#) ?[QJM](#) ?[ENTRE2](#) ?[SYNTHESE](#) ?[TOUSMOIS](#) ?[VCN-QCN](#) ?[QMNA](#) ?**SYNTHESE : données hydrologiques de synthèse (1978 - 2010)****LA FLUME à PACE [PONT D 231]**

code station : J7214010 producteur : DREAL Bretagne
 bassin versant : 93 km² e-mail : olivier.nauleau@developpement-durable.gouv.fr

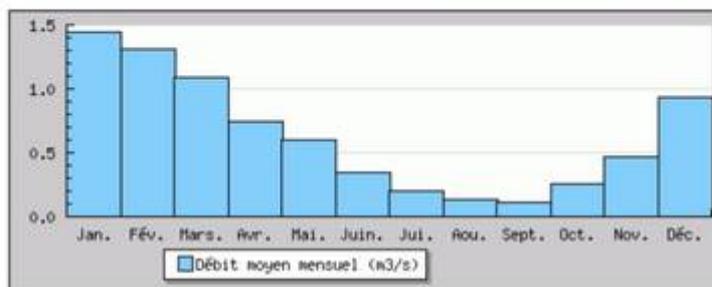
Calculées le 31/01/2011 - Intervalle de confiance : 95 %

écoulements mensuels (naturels) - données calculées sur 33 ans

	janv.	févr.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.	année
débits (m ³ /s)	1.450 #	1.310 #	1.090 #	0.741	0.598 #	0.342	0.201	0.132 #	0.116 #	0.256 #	0.463 #	0.931 #	0.633
Qsp (l/s/km ²)	15.6 #	14.1 #	11.7 #	8.0	6.4 #	3.7	2.2	1.4 #	1.2 #	2.8 #	5.0 #	10.0 #	6.8
lame d'eau (mm)	41 #	35 #	31 #	20	17 #	9	5	3 #	3 #	7 #	12 #	26 #	215

Qsp : débits spécifiques

Les codes de validité affichés sont :
 . (espace) : valeur bonne
 ! : valeur reconstituée par le gestionnaire et jugée bonne
 # : valeur 'estimée' (mesurée ou reconstituée) que le gestionnaire juge incertaine



modules Interannuels (loi de Gauss - septembre à août) - données calculées sur 33 ans

module (moyenne)
0.633
[0.540;0.726]

fréquence	quinquennale sèche	<u>médiane</u>	quinquennale humide
-----------	--------------------	----------------	---------------------

débits (m ³ /s)	0.370 [0.250;0.470]	0.640 [0.490;0.840]	0.880 [0.780;1.000]
----------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Les valeurs entre crochets représentent les bornes de l'intervalle de confiance dans lequel la valeur exacte du paramètre estimé a 95% de chance de se trouver.

basses eaux (loi de Galton - janvier à décembre) - données calculées sur 33 ans

fréquence	VCN3 (m ³ /s)	VCN10 (m ³ /s)	QMNA (m ³ /s)
biennale	0.024 [0.016;0.036]	0.029 [0.020;0.043]	0.047 [0.032;0.068]
quinquennale sèche	0.008 [0.005;0.012]	0.010 [0.006;0.015]	0.016 [0.010;0.024]

Les valeurs entre crochets représentent les bornes de l'intervalle de confiance dans lequel la valeur exacte du paramètre estimé a 95% de chance de se trouver.

crues (loi de Gumbel - septembre à août) - données calculées sur 32 ans

fréquence	QJ (m ³ /s)	QIX (m ³ /s)
biennale	5.600 [5.000;6.500]	7.800 [6.900;9.000]
quinquennale	8.500 [7.600;10.00]	12.00 [11.00;14.00]
décennale	10.00 [9.200;13.00]	15.00 [13.00;18.00]
vicennale	12.00 [11.00;15.00]	17.00 [15.00;21.00]
cinquantennale	15.00 [13.00;18.00]	21.00 [18.00;26.00]
centennale	non calculé	non calculé

Les valeurs entre crochets représentent les bornes de l'intervalle de confiance dans lequel la valeur exacte du paramètre estimé a 95% de chance de se trouver.

maximums connus (par la banque HYDRO)

débit instantané maximal (m ³ /s)	27.10 #	12 novembre 2000 15:42
hauteur maximale instantanée (cm)	242	12 novembre 2000 15:42
débit journalier maximal (m ³ /s)	14.90 #	5 janvier 2001

débits classés - données calculées sur 12005 jours

fréquence	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02
débit (m ³ /s)	4.670	3.540	2.260	1.550	0.929	0.638	0.446	0.301	0.205	0.128	0.081	0.042	0.020	0.010