

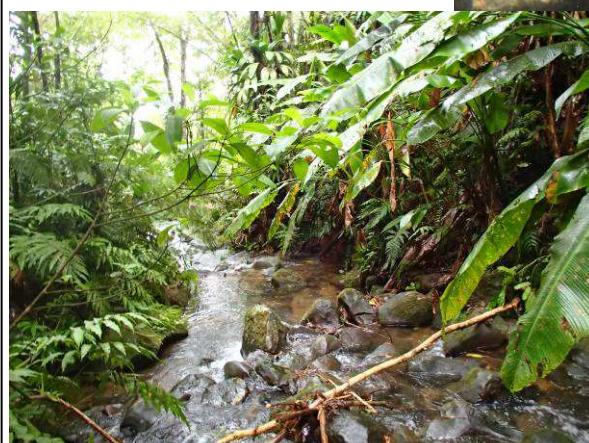
Rivière du Galion : Inventaires hydro-biologiques au niveau des principaux obstacles à la continuité écologique

Rapport de Phase 3



ICHTYOLOGIE APPLIQUÉE

3 rue des Grands Champs
ZA des 3 prés
35890 LAILLE



Date : 16/06/2014

Version : 1.0

Rédacteur(s) : BK /FB / FM/ AL

Remarques : version compressé

Ce rapport doit être cité comme suit :

KNAEBEL B., CHARRIER F., MAZEL V., ALLIGNE M., MOYON F., LEGAULT A., BONNAIRE F., BEUREL B., 2013. Rivière du Galion : Inventaires hydro-biologiques au niveau des principaux obstacles à la continuité écologique, rapport de Phase 3, pour la Communauté de communes de la Martinique, 74p. plus annexes et fiches actions.

Sommaire

Sommaire	2
Table des figures	4
Table des tableaux.....	5
1 Objectifs de l'étude	6
2 Contexte de l'étude	7
3 Présentation du site d'étude et des ouvrages concernés.....	8
3.1 Présentation du bassin versant du Galion.....	8
3.1.1 Réseau hydrographique	8
3.1.2 Géologie	9
3.1.3 Géomorphologie	10
3.1.4 Climat	11
3.1.5 Hydrologie.....	11
3.1.6 Obstacles à l'écoulement présents sur le Galion	13
3.1.7 Peuplement piscicole	14
3.2 Localisation des ouvrages étudiés.....	21
4 Synthèse des problématiques de montaison par ouvrage et priorisation.....	22
4.1 Evaluation de la franchissabilité des ouvrages.....	22
4.1.1 Evaluation des impacts potentiels de l'ouvrage de Bras Gommier	23
4.1.2 Evaluation des impacts potentiels des ouvrages Gué aval et Gué amont.....	24
4.1.3 Evaluation des impacts potentiels de l'ouvrage du Pont de Bassignac.....	25
4.1.4 Evaluation des impacts potentiels de l'ouvrage de la prise d'eau de l'usine du Galion	26
4.1.5 Evaluation des impacts potentiels de l'ouvrage de la prise d'eau de l'usine de Fond Galion	27
4.1.6 Synthèse.....	28
4.2 Priorisation des aménagements.....	30
4.3 Espèces concernées par les aménagements	31
5 Problématiques liées à la dévalaison	33
6 Autres enjeux liés aux ouvrages	37
6.1 Impact des ouvrages sur la morphologie du cours d'eau	37
6.2 Usages anthropiques liés aux ouvrages	38
7 Type d'aménagements proposés	39
7.1 Prise d'eau de Fond Galion.....	39
7.2 Prise d'eau de l'Usine du Galion.....	40
7.3 Pont de Bassignac.....	40
7.4 Gué amont / Gué aval	40

- Sommaire -

7.5	Prise d'eau du Bras Gommier.....	40
7.6	Synthèse des types d'aménagements proposés	41
8	Caractéristiques des taxons à prendre en compte dans les aménagements	42
8.1	Macro-crustacés.....	42
8.1.1	Conditions de montaison	42
8.1.2	Conditions de dévalaison	43
8.1.3	Capacités de franchissement	44
8.2	Poissons	48
8.2.1	Les Gobiidées	49
8.2.2	Eleotris Perniger	53
8.2.3	Muguilidae	54
9	Type de dispositifs de franchissement déjà réalisés en contexte tropical et Antillais.....	56
10	Recommandations sur les principes d'aménagement en montaison.....	62
11	Fiches actions	64
12	Bibliographie	65
13	ANNEXE : esquisses des propositions d'aménagements	75

Table des figures

Figure 1: Bassin versant de la rivière du Galion (source Egis eau, 2011)	8
Figure 2 : Synthèse hydrologique à la station limnimétrique de Bassignac (1971-1995, FISH PASS, données sources : DEAL Martinique).....	12
Figure 3 : Cascade de Bolarivié (source : Bolarivié.net)	14
Figure 4 : Schéma du cycle amphidrome (source : Tabouret, 2012).....	17
Figure 5 : Schéma du cycle catadrome (source : Tabouret, 2012).....	18
Figure 6 : Conditions hydrodynamiques préférentielles de certaines espèces (source : FDAAPPMA Martinique, 2011, d'après Monti et al, 2006 ; Coat, 2009 ; en Guadeloupe)	20
Figure 7 : Localisation du site d'étude et des ouvrages concernés (FISH PASS)	21
Figure 8 : Synthèse de l'évaluation de la franchissabilité des ouvrages (FISH PASS).....	29
Figure 9 : Nombre d'individus échantillonnés en montaison en relation avec la vitesse de l'eau (Bauer et Delahoussaye, 2008, modifications FISH PASS)	45
Figure 10: Cycle de vie de Sicydium basé sur des observations en Dominique (Bell et al. 2009)	50
Figure 11 : Exemple de dispositif de franchissement, D'après Fievet et al. 2001a. (A) passe en écharpe (B) passe aménagée en cascade (C) simple chute d'eau.....	57
Figure 12: proposition d'aménagement d'un ouvrage existant (d'après Fièvet et al. 2001a)	58
Figure 13 : seuil prolongé par un module arrondi en béton grossier ou agrémenté d'enrochements	59
Figure 14 : variante d'aménagement avec plan incliné pour créer une surface humide émergée adaptée au franchissement de certaines espèces de poissons et crustacés	59
Figure 15 : Passes à crustacés d'après Yasuda et al. (non daté), tirée du rapport de Nicolas Toitot, 2003.....	60
Figure 16 : vue en coupe d'une rampe « idéale » pour le franchissement des poissons et des macro-crustacés (FISH PASS)	63

Table des tableaux

Tableau 1 : Liste des ouvrages extraits du SDVP (projection : WGS84 – UTM 20N – Martinique) (Egis eau, 2011)	13
Tableau 2 : Liste présence/absence des espèces de Poissons et Crustacés recensées sur le bassin du Galion entre 2007 et 2011 sur différentes stations (sources : Asconit, 2008a ; 2008c ; 2011a ; 2011b)	15
Tableau 3 : tableau et positionnement des ouvrages étudiés (FISH PASS)	21
Tableau 4 : Synthèse des impacts potentiels de l'ouvrage Bras Gommier sur les différents taxons (FISH PASS)	23
Tableau 5 : Synthèse des impacts potentiels des ouvrages Gué amont et Gué aval sur les différents taxons (FISH PASS)	24
Tableau 6 : Synthèse des impacts potentiels de l'ouvrage du pont de Bassignac sur les différents taxons (FISH PASS)	25
Tableau 7 : Synthèse des impacts potentiels de la prise d'eau de l'usine du Galion sur les différents taxons (FISH PASS)	26
Tableau 8 : Synthèse des impacts potentiels de la prise d'eau de Fond Galion sur les différents taxons (FISH PASS)	27
Tableau 9 : Priorisation des aménagements (FISH PASS)	31
Tableau 10 : Taxons potentiellement impactés par chaque ouvrage (FISH PASS)	32
Tableau 11 : Taxons à prendre en compte pour les aménagements (FISH PASS)	32
Tableau 12 : Tableaux sur les problématiques liées à la dévalaison et premières pistes d'aménagement (FISH PASS)	35
Tableau 13 : Usages recensés par ouvrage (FISH PASS)	38
Tableau 14 : Synthèse des aménagements proposés par ouvrage (FISH PASS)	41
Tableau 15 : Hauteurs de barrage (en mètre) bloquant la migration des espèces de poissons amphidromes à 50% et 95% d'occurrence (source : Cooney <i>et al.</i> 2013)	54

1 Objectifs de l'étude

La présente étude s'intègre dans le contexte de l'élaboration du Contrat de Rivière du Galion.

Elle vise au niveau de la baie du Galion à :

- Estimer l'impact des ouvrages majeurs transversaux sur les continuités écologiques en déterminant leur franchissabilité par la faune aquatique en montaison et dévalaison : poissons, larves et macro-crustacés de la rivière du Galion
- Proposer des actions à mettre en place au niveau de ces ouvrages afin de maintenir la continuité écologique et de préserver les habitats

La mission est organisée en 3 phases :

La première phase de terrain consiste en la réalisation de pêches électriques en amont et en aval d'ouvrages identifiés par le comité de pilotage, de relevés topographiques des ouvrages, d'interview de pêcheurs ancestraux et d'une pêche à la senne en estuaire.

Cette phase a été réalisée et validée. Les données brutes ont été transmises au maître d'ouvrage. Les fiches de terrains remplies (fiches ouvrages, fiches stations et transects) sont fournies en rapport d'Annexe.

La seconde phase consiste en l'analyse et l'interprétation de ces résultats pour évaluer l'impact de chacun des ouvrages caractérisés sur les continuités écologiques.

La troisième phase aura une visée directement opérationnelle puisque nous proposerons des pistes d'action à mener pour permettre le franchissement de ces obstacles.

Le présent rapport correspond au rapport de Phase 3.

2 Contexte de l'étude

Le bassin versant du Galion, territoire d'action du premier Contrat de Rivière de Martinique, correspond au bassin versant de la baie du Galion, compris entre la Pointe Jean-Claude et la Pointe Marcussy. Il est situé au sud de la presqu'île de la Caravelle. Il s'étend sur plus de 44,5 km² et 4 communes : Trinité, Gros-Morne, Sainte-Marie et Le Robert.

La rivière du Galion atteint en 2008 le bon état écologique fixé par la DCE. Cependant, son état chimique est mauvais selon le SDAGE de 2009. Le bassin versant du Galion est en effet soumis à de fortes pressions. La population y est importante et les activités agricoles nombreuses (bananes et cannes à sucre essentiellement).

En outre, de nombreux ouvrages (seuils, ponts, gués,...) ont été construits sur la rivière du Galion afin de pourvoir aux différents usages de l'homme. Nombreux sont ceux pouvant potentiellement avoir un effet «obstacle» pour les espèces aquatiques, réduisant, voire supprimant, les possibilités, pour les animaux aquatiques, d'accomplir entièrement leurs cycles de vie (reproduction, repos, alimentation, croissance). « Ce blocage peut réduire également les possibilités d'établir des échanges entre différents groupes pour préserver une certaine qualité génétique » (Etude de la continuité écologique des cours d'eau de la Martinique, DEAL 2010).

La mesure « Trame Verte et Bleue » du Grenelle de l'Environnement vise à enrayer le déclin de la biodiversité au travers de la préservation et de la restauration des continuités écologiques.

Dans ce contexte, cette étude vise à identifier les principaux ouvrages hydrauliques au niveau du cours d'eau du Galion qui perturbent la circulation des espèces et à intervenir afin de maintenir la continuité écologique à leur niveau.

3 Présentation du site d'étude et des ouvrages concernés

3.1 Présentation du bassin versant du Galion

3.1.1 Réseau hydrographique

Le bassin versant de la rivière du Galion est un territoire géographique de 44.5 km² (Figure 1). Il représente 4% du territoire martiniquais et s'étend sur quatre communes : Le Robert au sud, Gros Morne à l'ouest, Sainte-Marie au nord et Trinité à l'est. Sur les 70 bassins versants de la Martinique, il est ainsi le 4^{ème} par sa superficie. Le point le plus haut du bassin se situe à une altitude de 694 m au lieu-dit « la Mome bellevue » où le relief est très escarpé. L'exutoire du bassin se situe en baie du Galion au sud de la presqu'île de la Caravelle, dans une zone de mangrove.

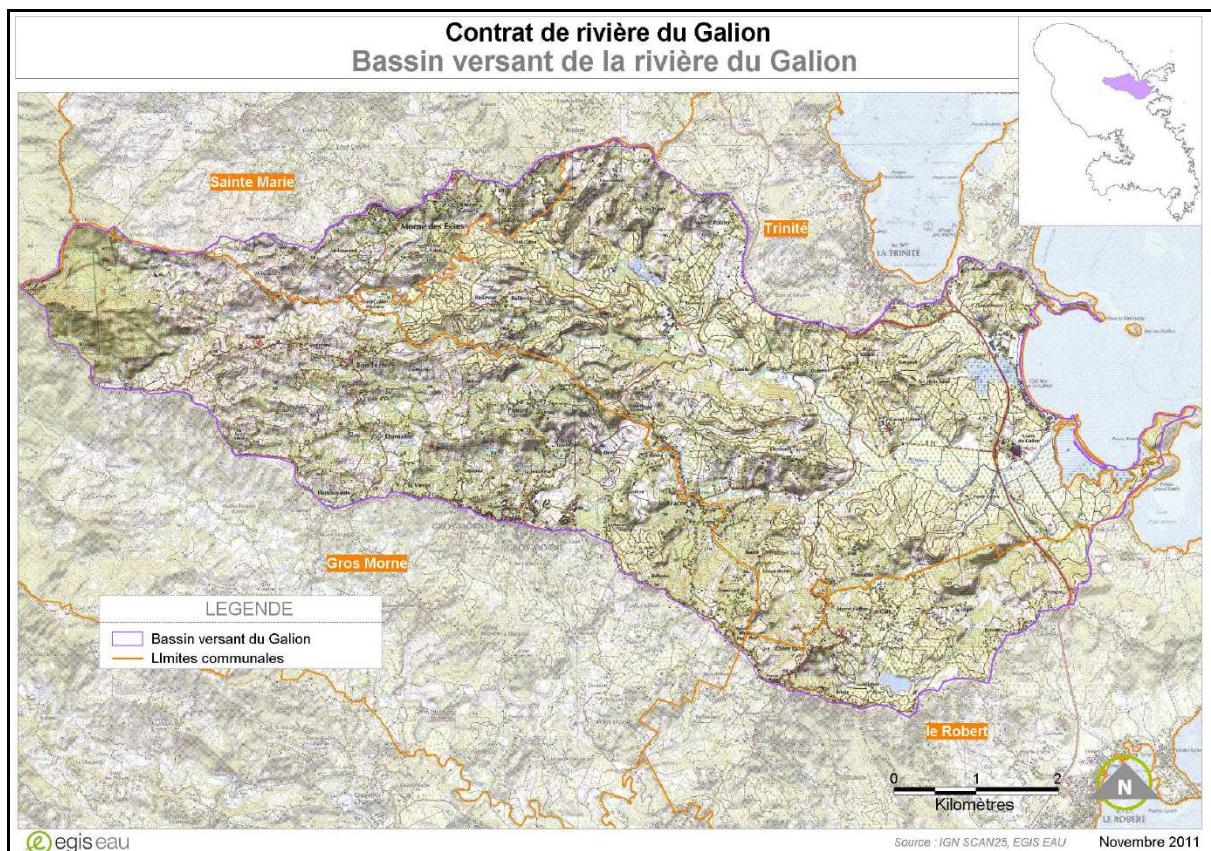


Figure 1: Bassin versant de la rivière du Galion (source Egis eau, 2011)

- Présentation du site d'étude et des ouvrages concernés -

La rivière du Galion s'étend sur 20.47 km. Elle prend sa source à 650 m d'altitude et nait de la confluence de deux bras : Bras Gommier et Bras Verrier. Son réseau hydrographique comprend 7 affluents principaux, d'amont en aval :

- en rive gauche : Bras Verrier (2.25 km), Ravine Covi (2.49 km), Rivière Canaris (2.53 km).
- en rive droite : Bras Gommier Percé (2.73 km). Rivière Petit Galion (8.71 km), Rivière de la Tracée (8.36 km), Rivière de la Digue (5.17 km).

Le bassin du Galion, étendu et peu large, est caractérisé par un réseau hydrographique riche de nombreuses rivières et ravines, temporaires et permanentes ; certaines étant à l'origine de cascades (Egis eau, 2011 ; Asconit, 2011b).

3.1.2 Géologie

La géologie de la Martinique est constituée principalement de formations volcaniques apparues entre l'oligocène et le plio-pléistocène (-30 à -1 Million d'années, sources : BRGM).

Les principales unités géologiques de l'île résultent donc de plusieurs phases majeures d'activité volcanique. Ces unités se sont mises en place selon une progression de l'Est vers l'Ouest et du Sud vers le Nord avec, localement et temporairement, quelques récurrences. Le socle du bassin versant du Galion est volcanique issu de plusieurs épisodes qui se sont succédés. Il s'agit de formations géologiques issues de coulées massives d'andésite et de basalte émises par le volcan-bouclier du Morne Jacob. Les formations de laves et de hyaloclastites peuvent présenter des altérations importantes de type brèches et conglomérats (essentiellement d'origine climatique). La composition des sols est représentée majoritairement par des profils argileux. On distingue les différents types d'amont en aval suivant que l'on se trouve dans des secteurs d'érosion ou d'accumulation.

- Des sols à allophane en amont du bassin versant
- Des Ferrisols compacts dans la partie aval du bassin versant
- Des alluvions continentales au niveau des fonds de vallée en partie dans la plaine du Galion

- Présentation du site d'étude et des ouvrages concernés -

- Des alluvions marines qui prennent le pas sur les alluvions continentales sur la bordure littorale du bassin versant en particulier à proximité des zones de mangrove (Egis eau, 2011).

3.1.3 Géomorphologie

Le cours d'eau du Galion se décompose en deux micro-régions écologiques : la zone supérieure composée de forêts hygrophiles sur mornes et les zones moyennes et inférieures couvertes de forêts méso-hygrophile sur mornes et vallées.

La zone supérieure est représentée par des argiles bruns-rouges d'altération formant le substratum géologique du fond du cours d'eau. Le substratum pédologique se caractérise par des sols à allophanes avec gibbsite et par la présence de ferrisols. Le lit majeur est de forme encaissée ne présentant pas de risques inondation. Le lit mineur, sinueux de pente moyenne, présente un faciès d'écoulement dominé par les cascades et secondairement par des plats. Sur cette zone, la végétation rivulaire est dense et les phénomènes d'érosion ne sont que localisés.

Les zones moyennes et inférieures sont également caractérisées par des argiles bruns rouges d'altération sur le fond de la rivière. Le substratum pédologique est composé de ferrisols compacts, de colluvions et alluvions continentales mais aussi de sols brun-rouille à halloysite (sol de prédilection pour la culture de la banane). Le lit majeur est de forme intermédiaire et présente une occupation au sol de type agricole. Le risque inondation est « moyen » c'est à dire plus élevé qu'en zone supérieure mais peu fréquent. Le lit mineur, sinueux, présente une pente faible et un faciès d'écoulement majoritairement plat même si la présence de mouilles est à noter. La végétation rivulaire est plutôt clairsemée et l'érosion des berges localisée (Egis eau, 2011).

3.1.4 Climat

Sur le bassin versant du Galion, le climat est de type tropical humide. Deux saisons très marquées, séparées par deux intersaisons, caractérisent l'ensemble de l'île :

- Le carême, entre février et mai, période chaude et sèche où les précipitations sont faibles,
- L'hivernage, entre juillet et novembre, période plus humide avec des précipitations importantes et des risques cycloniques.

Sur le bassin du Galion, la pluviométrie y est très variable, liée à la topographie de son territoire. Ainsi, les précipitations moyennes annuelles varient entre 2000 mm/an à l'aval et 5000 mm/ an à l'amont (Egis eau, 2011).

3.1.5 Hydrologie

Les données recueillies correspondent à la seule station limnimétrique située au pont de Bassignac (Figure 2).

- Présentation du site d'étude et des ouvrages concernés -

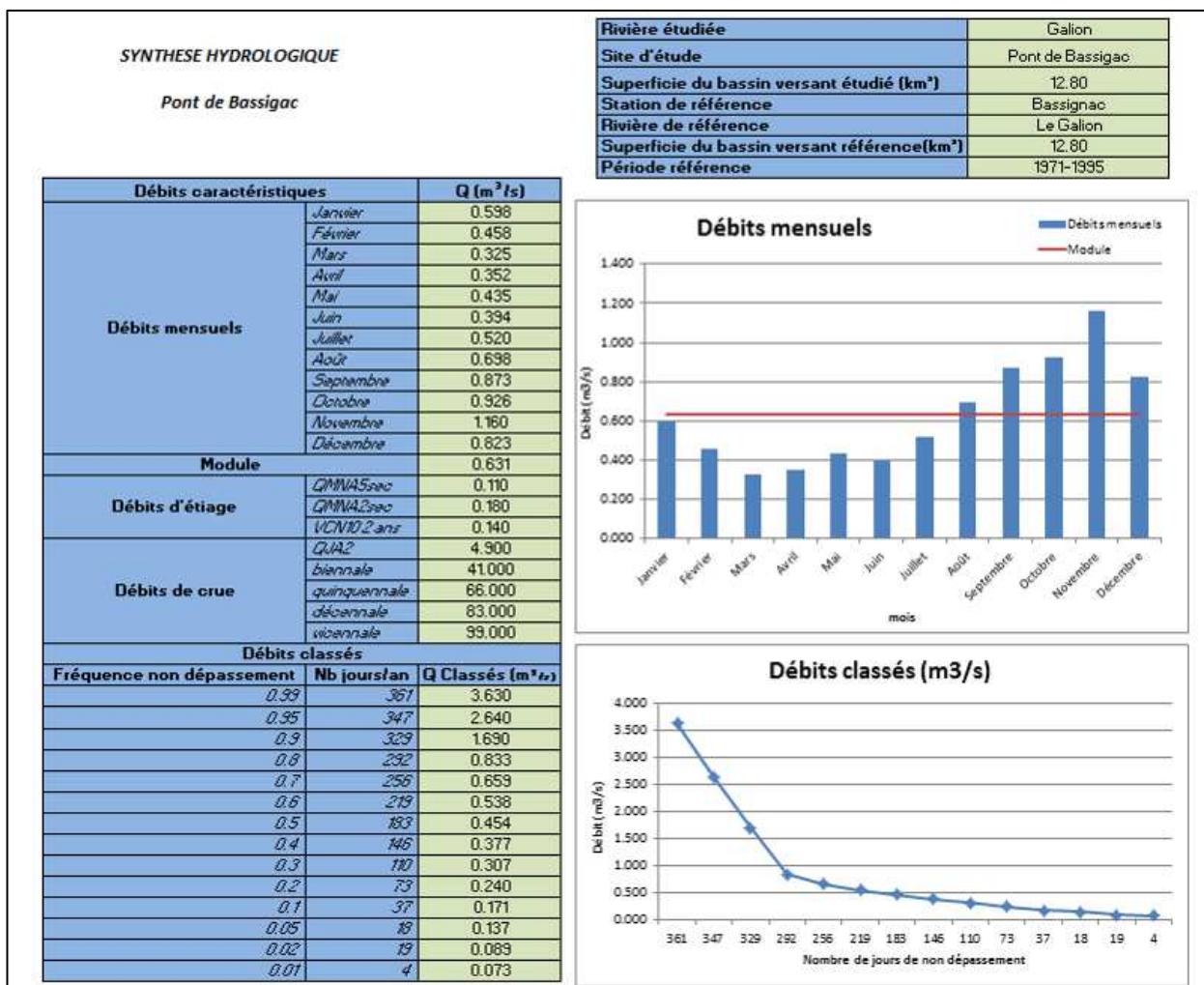


Figure 2 : Synthèse hydrologique à la station limnimétrique de Bassignac (1971-1995, FISH PASS, données sources : DEAL Martinique)

L'hydrogramme des débits mensuels du Galion montre des périodes d'étiage marquées (Carême) et de crues (Hivernage). En effet, les débits moyens sont faibles de février à mai (Carême) suivis par une période de croissance débutant en juillet et se poursuivant jusqu'en novembre (Hivernage).

3.1.6 Obstacles à l'écoulement présents sur le Galion

Certains ouvrages ont déjà été recensés dans le Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement (ROE) sur la rivière du Galion. D'après Egis eau, 2011 les ouvrages extraits du Schéma directeur à Vocation piscicole (Fédération de Pêche de la Martinique, 2011) sont repris dans le tableau suivant (Tableau 1). Sont recensés neuf ouvrages transversaux et longitudinaux pouvant avoir un impact sur le fonctionnement biologique de la rivière Galion.

Tableau 1 : Liste des ouvrages extraits du SDVP (projection : WGS84 – UTM 20N – Martinique) (Egis eau, 2011)

Type d'ouvrage	Particularité de l'ouvrage	Hauteur de chute (m)	Coordonnées X	Coordonnées Y
seuil	transversal	0.4	715340	1630937
pont	transversal	0	718466	1629016
pont	transversal	0	717301	1629376
pont	transversal	1	716993	1629650
gué	transversal	0.4	715309	1630817
passerelle	transversal	0	721225	1627973
protection berge	linéaire	0	721182	1627966
passerelle	transversal	0	719064	1628333
chute naturelle	transversal	3	714297	1630519

Il existe neuf ouvrages, dont 8 anthropiques et dont sept entravent de manière transversale le cours d'eau du Galion **et 4, de par la création d'une chute, peuvent entraver la circulation piscicole.** Un obstacle naturel correspondant à une cascade de 3m de hauteur est également listé.

La présente étude intègre 3 ouvrages non listés dans le précédent tableau :

- Un gué,
- Un ouvrage à l'aval du bassin versant (prise d'eau de Fond Galion, 2 m de chute)
- Un ouvrage à l'amont du bassin versant (prise d'eau de Bras Gommier, 2 m de chute).

- Présentation du site d'étude et des ouvrages concernés -

Ainsi, d'après les données actuellement disponibles, l'étude intègre tous les obstacles à la circulation piscicole présents sur le Galion, mise à part la cascade naturelle située au lieu-dit Bolarivié :



Figure 3 : Cascade de Bolarivié (source : Bolarivié.net)

3.1.7 Peuplement piscicole

3.1.7.1 *Peuplement piscicole du Galion*

Sur le bassin du Galion, 10 espèces de Poissons appartenant à 6 familles et 12 espèces de Macro-crustacés décapodes intégrant 4 familles ont été recensées (Tableau 2). La richesse totale s'élève ainsi à 22 espèces. Cependant, il est à noter que l'espèce *Jonga serrei* (Atyidae) n'est retrouvée qu'une seule fois sur les 4 études répertoriées. Il en est de même pour *Awaous banana* (Gobiidae), *Oreochromis mossambicus* (Cichlidae) et *Xiphophorus hellerii* (Poecilidae), trois espèces de Poissons inventoriées lors de l'état des lieux de 2007 (Asconit, 2008a).

- Présentation du site d'étude et des ouvrages concernés -

Tableau 2 : Liste présence/absence des espèces de Poissons et Crustacés recensées sur le bassin du Galion entre 2007 et 2011 sur différentes stations (sources : Asconit, 2008a ; 2008c ; 2011a ; 2011b)

Classe	Famille	Genre	Nom scientifique	Etat des lieux environnement piscicole-Phase 2 (Asconit, 2008a)					Suivi DCE 2007 (Asconit, 2008c)	Détermination des DMB (Asconit, 2011b)	Suivi DCE (Asconit, 2011a)			
				BV	AFFLUENT la Tracée (1')	AMONT (1) lieu-dit Tamarin	Intermédiaire (2) chemin du Petit Galion, aval du Gué	aval du pont du chemin de bananeraie		Grand Galion (aval du BV)	Galion confluence amont	Galion confluence aval		
CRUSTACES	Atyidae	Atya	<i>Atya innocous</i>	x	x	x	x				x	x	x	
		Atya	<i>Atya scabra</i>	x	x		x	x			x	x		
		Atya	<i>Atya sp</i>	x	x	x	x	x					x	
		Jonga	<i>Jonga serrei</i>										x	
		Micratya	<i>Micratya poeyi</i>	x	x	x	x	x	x		x	x		
		Potimirim	<i>Potimirim potimirim</i>	x	x	x							x	
	Palaemonidae	Macrobrachium	<i>Macrobrachium acanthurus</i>	x			x	x	x					
		Macrobrachium	<i>Macrobrachium carcinus</i>	x			x	x		x			x	
		Macrobrachium	<i>Macrobrachium crenulatum</i>	x			x	x		x			x	
		Macrobrachium	<i>Macrobrachium faustum</i>	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
		Macrobrachium	<i>Macrobrachium heterochirus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Macrobrachium	<i>Macrobrachium sp</i>	x	x		x	x						
	Pseudothelphusidae	Guinotia	<i>Guinotia dentata</i>	x	x	x							x	
	Xiphocarididae	Xiphocaris	<i>Xiphocaris elongata</i>	x	x		x	x	x	x	x		x	
Richesse spécifique Crustacés				11	8	5	7	8	5	8	5		10	
POISSONS	Anguillidae	Anguilla	<i>Anguilla rostrata</i>	x			x		x					
	Eleotridae	Eleotris	<i>Eleotris perniger</i>	x			x		x					
	Cichlidae	Oreochromis	<i>Oreochromis mossambicus</i>	x										
	Rivulidae	Rivulus	<i>Rivulus cryptocallus</i>	x							x		x	
	Gobiidae	Awaous	<i>Awaous banana</i>	x			x							
		Sicydium	<i>Sicydium plumieri</i>	x					x					
		Sicydium	<i>Sicydium punctatum</i>						x					
		Sicydium	<i>Sicydium sp</i>	x	x	x	x	x		x	x		x	
	Poeciliidae	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	x	x	x	x	x						
		Poecilia	<i>Poecilia vivipara</i>	x										
		Poecilia	<i>Poecilia sp</i>	x							x	x		
		Xiphophorus	<i>Xiphophorus hellerii</i>	x										
Richesse spécifique Poissons				9	?	?	?	3	4	?	?		?	
RICHESSE TOTALE				20	?	?	?	11	9	?	?		?	

- Présentation du site d'étude et des ouvrages concernés -

En Martinique, il existe cinq espèces considérées d'intérêt patrimonial fort car endémique. Ces espèces endémiques des Antilles sont recensées dans la rivière du Galion : *Micratya poeyi*, *Macrobrachium faustinum* et *Xiphocaris elongata* pour les Crustacés ; *Eleotris perniger* et *Rivulus cryptocallus* pour les Poissons. Cela n'exclue bien entendu pas l'intérêt des autres espèces, notamment par le rôle joué dans la chaîne trophique et le rôle socio-économique potentiel (activités halieutiques).

La faune réunionnaise est la seule faune des DOM à avoir bénéficié d'un classement de l'IUCN (Tabouret, 2012), ainsi, aucune espèce de la faune de Martinique n'est classée sur liste rouge.

La grande majorité des espèces de crustacés et de poissons des eaux douces de la Martinique sont des espèces diadromes, c'est-à-dire passant une partie de leur cycle de vie en mer et l'autre en eau douce. Deux types de diadromie sont observés en Martinique : l'amphidromie et la catadromie.

3.1.7.2 Rappel sur l'amphidromie

Ce type de diadromie concerne la majorité des poissons d'eau douce de la Martinique (Anguille exclue), et la plupart des macro-crustacés.

En Martinique, et plus généralement dans les régions Indo-Pacifiques, aux Caraïbes, en Afrique de l'Ouest, en Amérique centrale et au Nord de l'Amérique du sud, les rivières sont colonisées majoritairement par des espèces de poissons et de crustacés d'eau douce présentant un cycle de vie adapté aux conditions spécifiques de ces habitats. En effet, des variations saisonnières climatiques et hydrologiques extrêmes marquent ces milieux.

Les espèces se reproduisent en eau douce. Après l'éclosion, les larves dérivent vers l'aval pour rejoindre la mer où elles subissent une phase planctonique de 3 à 6 mois (Bell, 1994 ; Lord et al., 2010), phase clef de la dispersion des espèces dans les régions insulaires (Keith et al., 2008).

- Présentation du site d'étude et des ouvrages concernés -

Chez les poissons (Eleotridae, Gobiidae), au terme de cette période de croissance larvaire marine, les post-larves se nourrissent de plancton puis rejoignent de nouveau les rivières où elles subissent une métamorphose. Des comportements similaires sont observables chez les crevettes.

Les individus se pigmentent, deviennent benthiques et herbivores pour la plupart : ils se nourrissent d'algues et de diatomées en les raclant sur les substrats durs (galets, rochers) (Keith et al., 2008). Les individus restent en rivière pour y grandir et s'y reproduire (McDowall, 1997 ; Keith, 2003). Les espèces sont alors appelées amphidromes (Figure 4).

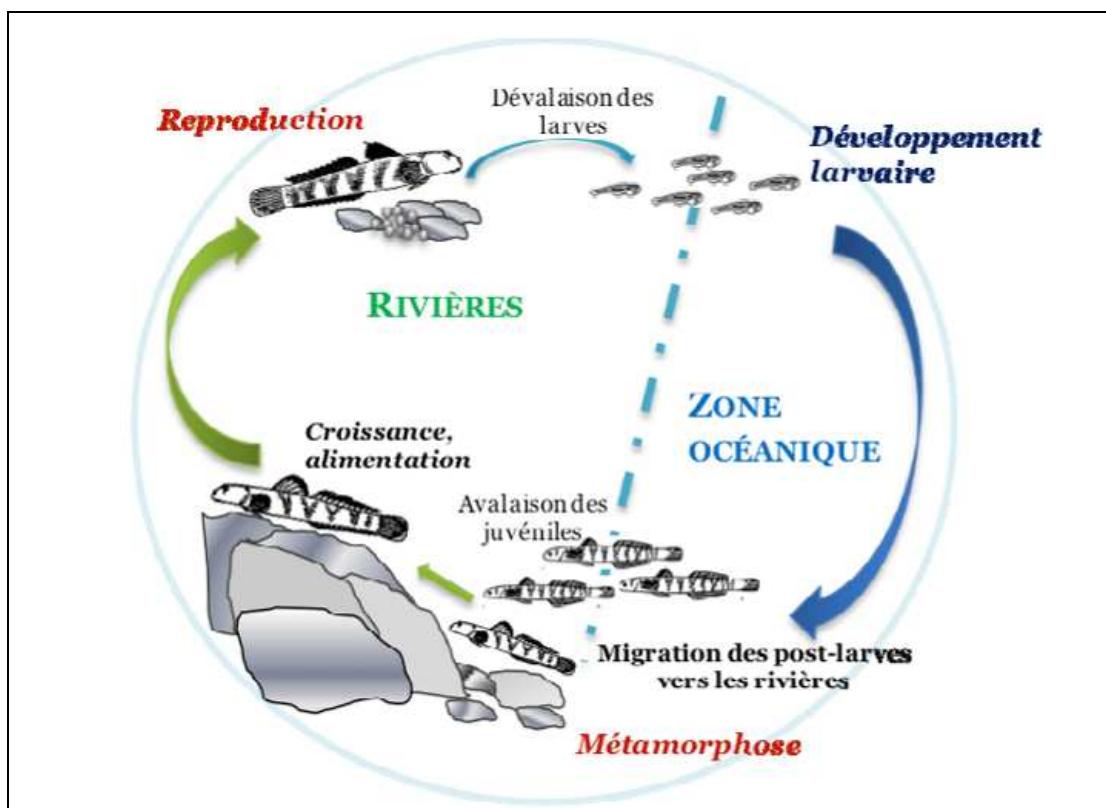


Figure 4 : Schéma du cycle amphidrome (source : Tabouret, 2012)

3.1.7.3 Rappel sur la catadromie

En Martinique, peu d'espèces sont catadromes (mulets, anguilles). Les poissons catadromes passent la majorité de leur cycle biologique en eau douce (phase de croissance et d'alimentation) et migrent en mer pour se reproduire.

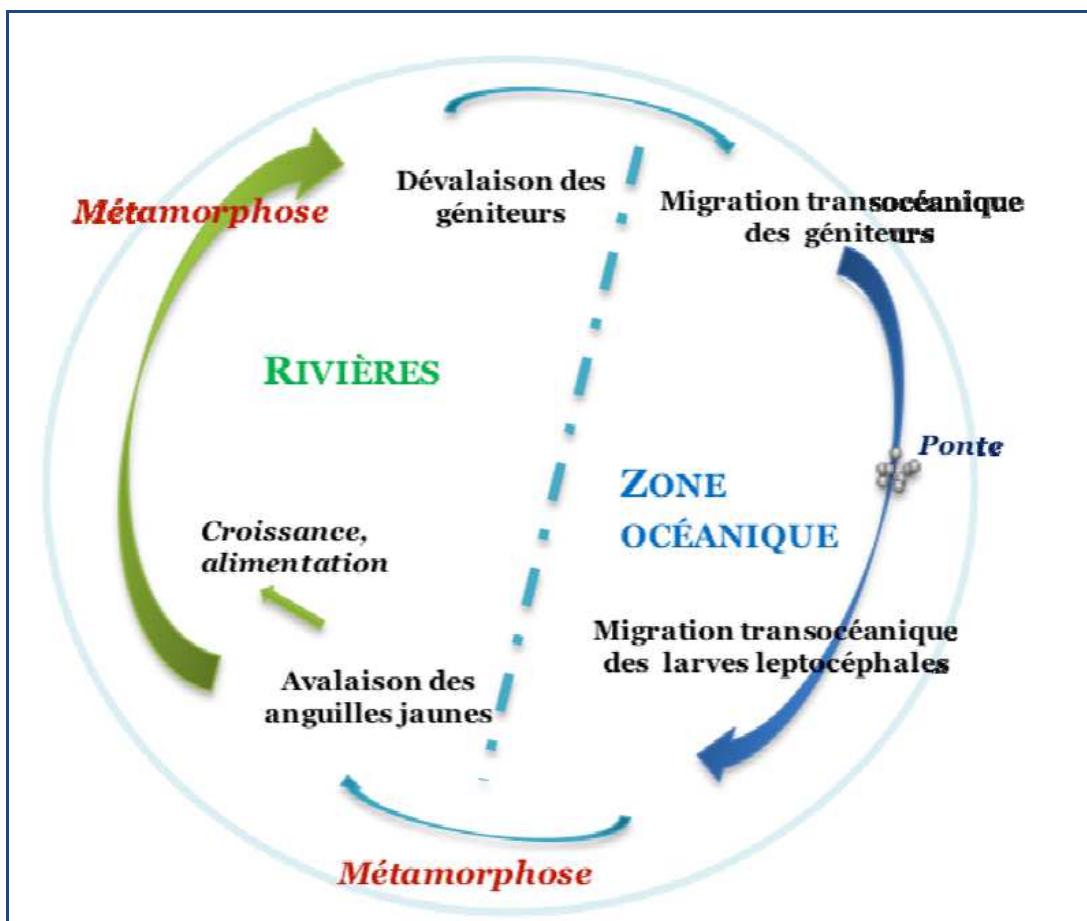


Figure 5 : Schéma du cycle catadrome (source : Tabouret, 2012)

3.1.7.4 Facteurs expliquant la répartition des espèces (zonation des peuplements)

La structure du peuplement de Poissons et de Crustacés des cours d'eau Martiniquais varie en fonction de plusieurs paramètres écologiques :

- **Répartition spatiale**

Une différenciation nord-sud est remarquable. Au sud, les peuplements sont plus diversifiés et les poissons représentent une part importante de la biocénose. Les torrents du nord offrent un habitat plus sélectif (vitesse de l'eau et obstacles à la montaison, FDAAPPMA de la Martinique, 2011). Un gradient altitudinal permet d'expliquer que les crustacés dominent les milieux en altitude et les poissons augmentent vers l'aval. Cette distribution est due à la capacité des espèces à franchir les

- Présentation du site d'étude et des ouvrages concernés -

obstacles, les conditions de vie devenant plus limitantes et leur comportement de reproduction (amphidromie).

• Répartition temporelle

Une variation saisonnière liée aux périodes d'hivernage et de carême très marquées explique la répartition des espèces.

Durant l'hivernage, la richesse du peuplement et l'abondance des individus est plus importante à l'aval des cours d'eau. Concrètement, la reproduction a lieu préférentiellement en hautes eaux, et les animaux juvéniles entament leur migration. Ainsi, si la population est plus importante et plus diversifiée, elle est aussi caractérisée par des petits individus. Par conséquent, en altitude, le peuplement des espèces à forte capacité de franchissement, est plus abondant (densité, biomasse) durant le carême (Fiévet et al., 2001; Monti et al., 2010). Inversement, pendant la saison des pluies (été), les densités en amont diminuent en raison d'une migration vers l'aval pour la ponte et de la mortalité des adultes (Monti et al., 2010).

• Conditions abiotiques

D'après la FDAAPPMA de la Martinique, 2011, une bonne oxygénation de l'eau favoriserait la faune aquatique. En outre, les conditions de vitesses de courant et de hauteur d'eau seraient également un facteur fortement conditionnant de la répartition de l'ichtyofaune et des macrocrustacés (voir figure suivante). Il est cependant à noter que ces paramètres hydrodynamiques sont également fortement corrélés avec l'altitude.

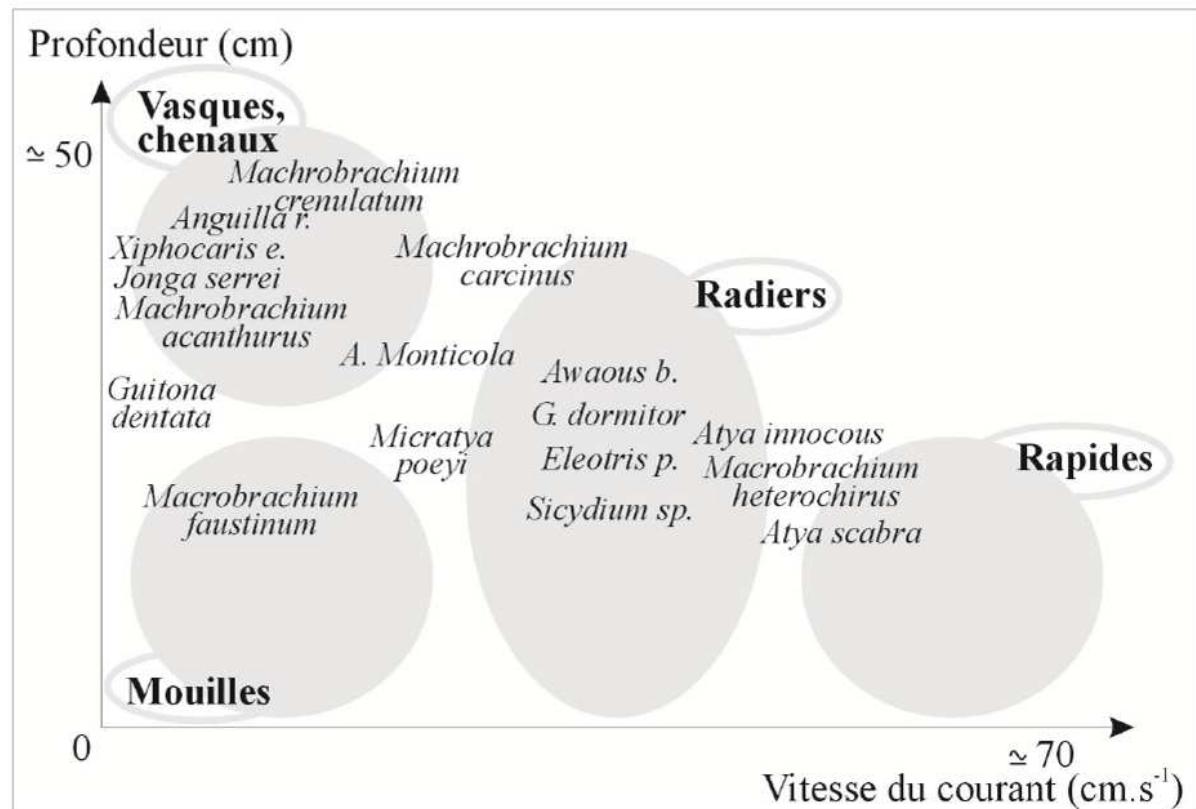


Figure 6 : Conditions hydrodynamiques préférentielles de certaines espèces (source : FDAAPPMA Martinique, 2011, d'après Monti et al, 2006 ; Coat, 2009 ; en Guadeloupe)

3.2 Localisation des ouvrages étudiés

Les inventaires faunistiques ont été réalisés à l'amont et à l'aval de 5 ouvrages considérés comme des obstacles potentiels pour la faune aquatique. Certains ouvrages qui sont à priori problématiques ont déjà été recensés dans le Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement (ROE) sur la rivière du Galion. Quatre des ouvrages étudiés avaient ainsi déjà été pré-identifiés lors d'un diagnostic ICE (Impact sur la Continuité Ecologique) réalisé par la DEAL (Direction de l'Eau, de l'Aménagement et du Logement). Le 5°, correspondant à deux passages à gué situés à une centaine de mètre de distance l'un de l'autre, a été sélectionné lors de la réunion de démarrage. Les ouvrages suivants ont donc été étudiés :

Tableau 3 : tableau et positionnement des ouvrages étudiés (FISH PASS)

NOM_OUVRAGE	Identifiant_CCNM	ID_ROE_V5	X_RRAF91	Y_RRAF91
Prise_eau_bras_gommier	nc	nc	710138.89	1629118.43
Gue_amont	nc	ROE73476	715346.27	1630928.73
Gue_aval	9	ROE73475	715307.92	1630819.71
Pont_Bassignac	8	ROE73486	717004.24	1629650.56
Prise_eau_usine_Galion	nc	nc	718744.85	1628713.87
Prise_eau_fond_Galion	3	nc	720433.48	1627656.63

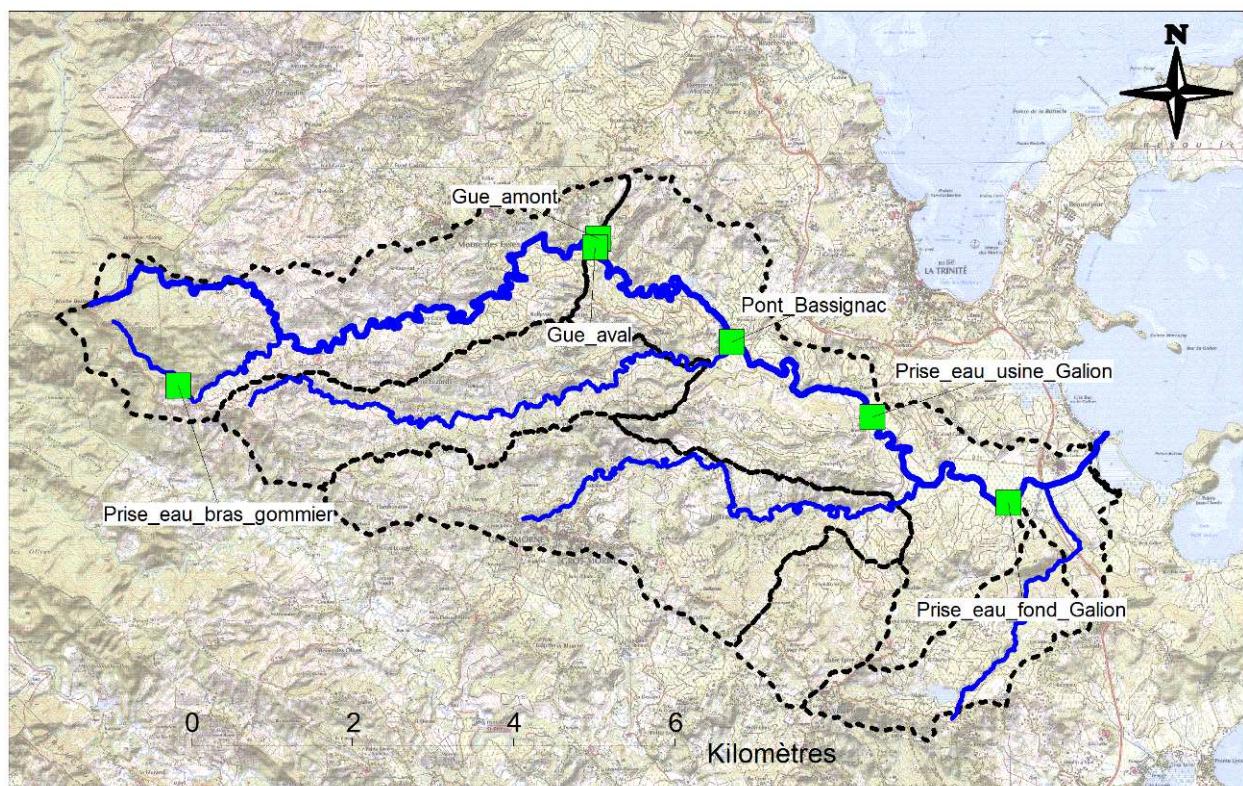


Figure 7 : Localisation du site d'étude et des ouvrages concernés (FISH PASS)

4 Synthèse des problématiques de montaison par ouvrage et priorisation

L'évaluation de la franchissabilité des ouvrages peut se faire à travers l'analyse de plusieurs paramètres :

- Le pourcentage d'espèces potentiellement impactées (présentés dans les tableaux de synthèse),
- L'intensité des impacts potentiels (somme des impacts potentiels présentés dans les tableaux de synthèse),
- La présence d'un impact potentiel sur les espèces patrimoniales.

Cette évaluation de l'impact de la franchissabilité, pour être opérationnelle, doit s'accompagner d'une logique de priorisation des aménagements, prenant également en compte :

- La logique d'aménagements de l'aval vers l'amont,
- la logique de linéaire de cours d'eau colonisable reconquis.

4.1 Evaluation de la franchissabilité des ouvrages

Ainsi, même si certaines limites de l'analyse ont été mises en avant dans les paragraphes précédents, avec notamment :

- un groupe d'espèces « opportuniste » qui semble insensible à tous les paramètres des ouvrages pris en compte ainsi qu'aux paramètres environnementaux synthétisés par l'altitude,
- et un autre groupe d'espèces, aux fortes capacités de franchissement pour lesquelles les paramètres des ouvrages ne sont pas le principal facteur conditionnant l'abondance, Il est possible d'obtenir une première idée de l'impact potentiel des ouvrages en synthétisant les éléments obtenus à partir du Tableau 4, du Tableau 5, Tableau 6, du Tableau 7 et du Tableau 8, décrivant les impacts potentiels des seuils à l'échelle de l'analyse amont/aval.

4.1.1 Evaluation des impacts potentiels de l'ouvrage de Bras Gommier

Tableau 4 : Synthèse des impacts potentiels de l'ouvrage Bras Gommier sur les différents taxons (FISH PASS)

	Prise d'eau Bras Gommier						
	Présence	Quantité suffisante	Disparition	Abondance	Taille moyenne	Distribution	Impact potentiel
Peuplement	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Atya innocous</i>	OUI	OUI	0	0	0	1	1
<i>Atya scabra</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Atya sp.</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Atyidae sp.</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Guinotia dentata</i>	OUI	NON	0	/	/	/	0
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Macrobrachium carcinus</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Macrobrachium crenulatum</i>	OUI	NON	0	/	/	/	0
<i>Macrobrachium faustinum</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Macrobrachium sp.</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Micratya poeyi</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Potimirim potimirim</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
<i>Xiphocaris elongata</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Anguilla rostrata</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Eleotris perniger</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Mugil curema</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Poecilia reticulata</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Rivulus cryptocallus</i>	OUI	NON	0	0	0	0	0
<i>Sicydium plumieri</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Sicydium punctatum</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
% crustacés impactés							29%
% poissons "colles-roches" impactées							0%
% poissons autres impactés							0%
% espèces patrimoniales impactées							0%
% taxons impactés							20%

Ainsi, d'après l'analyse à l'échelle de l'ouvrage, la prise d'eau de Bras Gommier n'aurait qu'un effet faible, uniquement sur deux taxons : *Atya innocous* (modification de la structure du peuplement) et *Potimirim potimirim* (légère diminution d'abondance). Ceci peut s'expliquer d'une part par sa position très haute dans le bassin versant, et notamment par la présence d'une chute naturelle à l'aval, de hauteur bien plus importante, peu ou pas franchissable pour les taxons aux capacités de franchissement moindres.

4.1.2 Evaluation des impacts potentiels des ouvrages Gué amont et Gué aval

Tableau 5 : Synthèse des impacts potentiels des ouvrages Gué amont et Gué aval sur les différents taxons (FISH PASS)

	Gué amont et Gué aval						
	Présence	Quantité suffisante	Disparition	Abondance	Taille moyenne	Distribution	Impact potentiel
Peuplement	OUI	OUI	0	0	0	1	1
<i>Atya innocous</i>	OUI	OUI	0	1	1	1	3
<i>Atya scabra</i>	OUI	OUI	0	0	1	1	2
<i>Atya sp.</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Atydae sp.</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Guinotia dentata</i>	OUI	NON	0	0	0	0	0
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Macrobrachium carcinus</i>	OUI	NON	1	0	0	0	1
<i>Macrobrachium crenulatum</i>	OUI	NON	0	/	/	/	0
<i>Macrobrachium faustum</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
<i>Macrobrachium sp.</i>	OUI	OUI	3	0	0	0	3
<i>Micratya poeyi</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Potimirim potimirim</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Xiphocaris elongata</i>	OUI	OUI	0	0	0	1	1
<i>Anguilla rostrata</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Eleotris perniger</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Mugil curema</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Poecilia reticulata</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Rivulus cryptocallus</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Sicydium plumieri</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
<i>Sicydium punctatum</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
% crustacés impactés							55%
% poissons "colles-roches" impactées							100%
% poissons autres impactés							/
% espèces patrimoniales impactées							33%
% taxons impactés							64%

Il est à noter que les impacts sont majoritairement sur les tailles, bien que ces impacts soient différents en fonction des taxons. En effet, il y a absence de petits *Macrobrachium* (inférieurs à 20 mm) à l'amont, alors que les tailles moyennes sont plus importantes à l'aval pour *A. scabra* et *A. innocous*, avec des différences de distribution de classe pour ces espèces, et notamment des très petits individus mieux représentés au sein du peuplement chez *Atya innocous*. Chez *X. elongata*, ce sont à l'inverse de chez *Macrobrachium*, des individus de très petite taille présents sur la station amont qui sont absents de la station aval.

4.1.3 Evaluation des impacts potentiels de l'ouvrage du Pont de Bassignac

Tableau 6 : Synthèse des impacts potentiels de l'ouvrage du pont de Bassignac sur les différents taxons (FISH PASS)

	Pont de Bassignac						
	Présence	Quantité suffisante	Disparition	Abondance	Taille moyenne	Distribution	Impact potentiel
Peuplement	OUI	OUI	0	1	0	1	2
<i>Atya innocous</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Atya scabra</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
<i>Atya sp.</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
<i>Atyidae sp.</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
<i>Guinotia dentata</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Macrobrachium carcinus</i>	OUI	NON	0	0	0	0	0
<i>Macrobrachium crenulatum</i>	OUI	NON	0	0	0	0	0
<i>Macrobrachium faustinum</i>	OUI	OUI	0	0	1	1	2
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
<i>Macrobrachium sp.</i>	OUI	OUI	3	0	0	0	3
<i>Micratya poeyi</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
<i>Potimirim potimirim</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Xiphocaris elongata</i>	OUI	OUI	0	0	1	0	1
<i>Anguilla rostrata</i>	OUI	NON	0	0	0	0	0
<i>Eleotris perniger</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Mugil curema</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Poecilia reticulata</i>	OUI	NON	0				0
<i>Rivulus cryptocallus</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Sicydium plumieri</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Sicydium punctatum</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
% crustacés impactés							73%
% poissons "colles-roches" impactées							0%
% poissons autres impactés							0%
% espèces patrimoniales impactées							100%
% taxons impactés							56%

L'ouvrage du Pont de Bassignac aurait ainsi également un impact plutôt important, avec un effet potentiel sur 8 taxons et le peuplement total dont 2 assez fort (peuplement et *Macrobrachium faustinum*), et un très fort (*Macrobrachium sp.*). Les impacts liés aux tailles des individus et de distribution de taille au sein des populations vont ici dans le même sens contrairement à l'ouvrage amont, avec des abondances plus faibles pour les petits individus d'Atyidae, d'Atya et une absence amont des petits individus de Macrobrachium. Est également observé une taille moyenne plus forte à l'amont pour *M. faustinum* et une absence des petits individus à l'amont alors qu'ils dominent à l'aval pour cette espèce. Une observation similaire est réalisée pour *X. elongata*. Il est à noter que sur ce site, seuls les crustacés semblent impactés par l'ouvrage.

- Synthèse des problématiques de montaison par ouvrage et priorisation -

4.1.4 Evaluation des impacts potentiels de l'ouvrage de la prise d'eau de l'usine du Galion

Tableau 7 : Synthèse des impacts potentiels de la prise d'eau de l'usine du Galion sur les différents taxons (FISH PASS)

	Prise d'eau de l'Usine du Galion						
	Présence	Quantité suffisante	Disparition	Abondance	Taille moyenne	Distribution	Impact potentiel
Peuplement	OUI	OUI	0	0	/	1	1
<i>Atya innocous</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Atya scabra</i>	OUI	OUI	0	0	1	1	2
<i>Atya sp.</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Atyidae sp.</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Guinotia dentata</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Macrobrachium carcinus</i>	OUI	NON	0	0	0	0	0
<i>Macrobrachium crenulatum</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
<i>Macrobrachium faustumum</i>	OUI	OUI	0	1	1	1	3
<i>Macrobrachium heterochirius</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Macrobrachium sp.</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Micratya poeyi</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Potimirim potimirim</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Xiphocaris elongata</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Anguilla rostrata</i>	OUI	NON	0	0	0	0	0
<i>Eleotris perniger</i>	OUI	NON	1	0	0	0	1
<i>Mugil curema</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Poecilia reticulata</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Rivulus cryptocallus</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Sicydium plumieri</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Sicydium punctatum</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
% crustacés impactés							27%
% poissons "colles-roches" impactées							0%
% poissons autres impactés							50%
% espèces patrimoniales impactées							50%
% taxons impactés							31%

L'impact de l'ouvrage sur les taxons semble plus fort que celui de Bras Gommier, malgré sa hauteur de chute bien moindre. Cependant, il semble avoir un effet plus faible sur les espèces que les deux ouvrages amont (les gués et Bassignac). Ceci pourrait être mis en relation avec les caractéristiques de l'ouvrage (hauteur de chute plus faible, pas de déchaussement, pente moyenne plus faible). Ici, le peuplement semble être impacté avec une distribution différente entre l'amont et l'aval. Une seule espèce semble être impactée très fortement (*M. faustumum*, avec une baisse d'abondance et peut être un blocage des petits individus). *Eleotris perniger*, espèce présente à l'aval (3 individus) est absente à l'amont. Cela pourrait s'expliquer par le fait que bien que l'ouvrage soit de faible chute, l'espèce en question n'a pas la capacité de se ventouser au même titre que les Sicydium. 3 autres taxons, uniquement des crustacés, seraient impactés par l'ouvrage. D'après la pente moyenne de l'ouvrage (38°), il ne devrait pas y avoir de blocage des crustacés. En effet, il n'y aurait pas d'effet de blocage pour des pentes inférieures à 45° (Toitot, 2003) ou 50° (Yasuda et al.,

- Synthèse des problématiques de montaison par ouvrage et priorisation -

non daté). Cependant la pente moyenne calculée précédemment prend largement en compte une zone latérale franchissable très localisée, de très faible pente.

4.1.5 Evaluation des impacts potentiels de l'ouvrage de la prise d'eau de l'usine de Fond Galion

Tableau 8 : Synthèse des impacts potentiels de la prise d'eau de Fond Galion sur les différents taxons (FISH PASS)

	Prise d'eau de Fond Galion						
	Présence	Quantité suffisante	Disparition	Abondance	Taille moyenne	Distribution	Impact potentiel
Peuplement	OUI	OUI	0	1	0	1	2
<i>Atya innocous</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Atya scabra</i>	OUI	NON	0	0	0	0	0
<i>Atya sp.</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Atydae sp.</i>	OUI	NON	1	0	0	0	1
<i>Guinotia dentata</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
<i>Macrobrachium carcinus</i>	OUI	NON	1	0	0	0	1
<i>Macrobrachium crenulatum</i>	OUI	NON	0	0	0	0	0
<i>Macrobrachium faustum</i>	OUI	OUI	0	0	1	1	2
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
<i>Macrobrachium sp.</i>	OUI	OUI	3	0	0	0	3
<i>Micratya poeyi</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
<i>Potimirim potimirim</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Xiphocaris elongata</i>	OUI	NON	0	0	0	0	0
<i>Anguilla rostrata</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Electris perniger</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Mugil curema</i>	OUI	OUI	3	0	0	0	3
<i>Poecilia reticulata</i>	OUI	OUI	0	0	0	0	0
<i>Rivulus cryptocallus</i>	NON	/	/	/	/	/	/
<i>Sicydium plumieri</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
<i>Sicydium punctatum</i>	OUI	OUI	0	1	0	0	1
% crustacés impactés							70%
% poissons "colles-roches" impactées							100%
% poissons autres impactés							33%
% espèces patrimoniales impactées							50%
% taxons impactés							69%

L'ouvrage le plus aval semble être celui qui impacte le plus le peuplement et les taxons. Ceci pourrait être à mettre en relation avec sa hauteur de chute importante comparativement aux autres et sa place à l'extrême aval du cours d'eau. Ainsi, deux taxons, les petits individus de *Macrobrachium* et le mullet *Mugil Curema*, sont présents à l'aval en quantité importante et absents de la station amont. En outre, pratiquement l'ensemble des espèces de *Macrobrachium*, mis à part *M. heterochirus*, présent en quantité trop peu importante pour pouvoir être analysé, semblent impactés par l'ouvrage. Globalement, plus des deux tiers des taxons présents à l'aval de l'ouvrage sont impactés par celui-ci. En plus de sa hauteur de chute, ses caractéristiques originales par rapport aux autres ouvrages (seuil en enrochement non jointif créant de nombreuses turbulences) pourraient également expliquer ce fort impact.

4.1.6 Synthèse

Deux paramètres synthétiques sont indiqués en bas de chaque tableau :

- L'un concerne le nombre d'espèces patrimoniales considérées comme impactées, en relatif au nombre d'espèces patrimoniales présentes à l'échelle du site (station amont + station aval). Cela permet de faire rentrer en compte l'importance de certaines espèces, de par le statut endémique, comparativement aux autres. **Ce nombre est donc exprimé en pourcentage.**
- Le second concerne le nombre d'espèces totales considérées comme impactées, en relatif au nombre d'espèces totales présentes à l'échelle du site (station amont + station aval). Cela permet de prendre en compte l'impact sur l'ensemble des espèces du site d'étude. **Ce nombre est donc exprimé en pourcentage.**

Un troisième paramètre synthétique, concernant l'intensité des impacts, permet de faire rentrer en compte l'importance de l'impact observé pour chaque taxon. En même temps, il donne un certain poids à l'hypothèse d'un impact potentiel, étant la somme de tout un faisceau d'indices. Cette intensité est calculée sur la base de la somme des impacts potentiels (dernière colonne) par taxon, divisé par la somme des impacts potentiels maximaux théoriques des taxons présents sur le site.

L'impact potentiel maximal théorique pour un taxon donné est égal à 3 si le taxon est présent en quantité suffisante ou à 1 si le taxon est présent, mais en quantité insuffisante pour une analyse poussée (<10 individus). **Ainsi, cette intensité se calcule aussi en pourcentage.**

Ainsi, pour réaliser une synthèse de l'évaluation de la franchissabilité de l'ouvrage, il est possible d'additionner ces 3 paramètres, pour obtenir une somme sur 3. Plus cette somme est importante, plus l'impact est important. Cette synthèse est réalisée dans le tableau suivant.

- Synthèse des problématiques de montaison par ouvrage et priorisation -

Figure 8 : Synthèse de l'évaluation de la franchissabilité des ouvrages (FISH PASS)

	Prise d'eau de Bras Gommier	Gué amont/Gué aval	Pont de Bassignac	Prise d'eau Usine du Galion	Prise d'eau Fond Galion
% espèces patrimoniales impactées	20%	64%	56%	31%	69%
% taxons impactés	20%	64%	56%	31%	69%
% Intensité impact	8%	39%	33%	19%	45%
Somme	0.5	1.7	1.5	0.8	1.8

Les ouvrages pourraient être, sur la base du tableau précédent, divisés en 3 groupes :

Ainsi, en termes d'impact sur la continuité, les 3 ouvrages Pont de Bassignac, prise d'eau Fond Galion et Gué amont/Gué aval seraient les plus impactant, **avec une somme d'impacts supérieure ou très proche de 1.5/3. Ceci pourrait être rapproché de leurs caractéristiques intrinsèques :**

- hauteur de chute importante pour l'ouvrage à la mer (2 m, prise d'eau de Fond Galion) ;
- pente moyenne plutôt forte (supérieure à 50°, valeur limite pour une bonne franchissabilité des ouvrages par les crustacés d'après Yasuda et al., non daté, in Dal Pos, 2010) malgré une hauteur de chute moyenne (supérieure à 1 m pour Gué amont et Bassignac), la présence de déchaussement pourrait également être mise en cause. Ce facteur a été mis en avant comme conditionnant la franchissabilité par Dal Pos, 2010.

La prise d'eau de l'Usine du Galion aurait un impact plus faible par rapport à ces 3 précédents (0.8/3). Ceci pourrait s'expliquer par :

- Une pente moyenne inférieure à 50°,
- Une hauteur de chute plus faible (1m),
- L'absence de déchaussement,
- l'absence de partie verticale.

La prise d'eau de Bras Gommier n'aurait que peu d'impact comparativement aux autres (0.5/3), et ce malgré sa pente moyenne très forte, sa hauteur de chute importante et la présence d'un déchaussement. Ceci est à mettre en relation avec l'altitude de l'ouvrage et la présence de la

chute de Bolarivié supérieure à 3 m en aval, qui limite la présence des espèces aux capacités de franchissement les moins importantes au droit de l'ouvrage.

4.2 Priorisation des aménagements

Une fois que l'impact potentiel des ouvrage a été réalisé, il semble nécessaire de prioriser les interventions en pondérant ces impacts par rapport à l'intérêt d'aménager les ouvrages, en terme de gains biologiques.

Pour ce faire, 3 facteurs entrent en ligne de compte :

- La somme des impacts précédemment calculée, faisant rentrer en ligne de compte l'impact potentiel des ouvrages sur la franchissabilité,
- Le linéaire amont potentiellement recolonisable, correspondant au linéaire jusqu'au prochain obstacle, sans prendre en compte la note de franchissabilité pour celui-ci. Cela fait rentrer en ligne en compte le gain biologique des aménagements.

Remarque : la chute de Bolarivié a été incluse comme obstacle dans ce calcul.

- La distance à la source de chaque ouvrage, à prendre ici comme l'inverse de la distance à la mer. Cela fait rentrer en ligne de compte la logique de priorisation des aménagements de l'aval vers l'amont, préalable indispensable à l'aménagement des ouvrages pour les migrants amphihalins.

Ainsi, le produit de ces 3 paramètres permet d'obtenir une valeur de priorisation d'aménagement. **Plus ce produit est élevé, plus l'ouvrage doit être aménagé en priorité. Le tableau suivant présente la synthèse de cette priorisation d'aménagements :**

Tableau 9 : Priorisation des aménagements (FISH PASS)

	Prise d'eau de Bras Gommier	Gué amont/G ué aval	Pont de Bassignac	Prise d'eau Usine du Galion	Prise d'eau Fond Galion
Impact I (/3)	0.5	1.7	1.5	0.8	1.8
Linéaire amont colonisable L (km)	2.3	1.9	3.6	2.6	2.8
Distance à la source D (km)	2.3	12.4	16	18.6	21.4
Produit IxLxD	3	39	84	39	109

Ainsi, si les travaux d'aménagements de la continuité écologique sont jugés nécessaires suite à cette étude sans expertise complémentaire, et si tous les travaux ne devaient pas être effectués, ou pas en même temps :

- **PRIORITE 1** : Les aménagements sur la prise d'eau de Fond Galion et le Pont de Bassignac pourraient être réalisés en premier lieu (priorisation proche de 100),
- **PRIORITE 2** : Suivraient ensuite les aménagements de la prise d'eau de l'usine du Galion et des gués (priorisation inférieure à 50),
- **PRIORITE 3** : Enfin, au vu de cette analyse, l'aménagement de la prise d'eau de Bras Gommier serait recommandé en dernière priorité (priorisation égale à 1). Cependant, au vu de sa position à l'amont d'une chute naturelle de plus de 3 m, ses caractéristiques devraient être mises en parallèle avec celle de la chute naturelle afin de vérifier que l'ouvrage ne soit pas plus difficilement franchissable que celle-ci.

4.3 Espèces concernées par les aménagements

Les tableaux de synthèse présentés précédemment permettent également d'avoir une idée des taxons potentiellement les plus impactés par les ouvrages, et ainsi pour lesquels les aménagements devraient être fonctionnels. Ainsi, d'après le Tableau 4, le Tableau 5, le Tableau 6, le Tableau 7 et le Tableau 8, la liste pourrait se présenter de la manière suivante :

- Synthèse des problématiques de montaison par ouvrage et priorisation -

Tableau 10 : Taxons potentiellement impactés par chaque ouvrage (FISH PASS)

Taxons potentiellement impactés		Prise d'eau de Bras Gommier	Gué amont/Gué aval	Pont de Bassignac	Prise d'eau Usine du Galion	Prise d'eau Fond Galion
Crustacés	<i>Macrobrachium sp.</i>	non	oui	oui	oui	oui
	<i>Atydae sp.</i>	oui	oui	oui	oui	oui
	<i>Xiphocaris elongata</i>	non	oui	oui	non	non
Poissons	<i>Sicydium sp.</i>	non	oui	non	non	oui
	<i>Eleotris perniger</i>	non	non	non	oui	oui
	<i>Mugil curema</i>	non	non	non	non	oui

Au vu de cette liste, afin de prendre en compte à la fois :

- La logique de migration aval->amont,
- Les limites de la méthode d'estimation de la franchissabilité,

il semble raisonnable d'intégrer à la liste des taxons à prendre en compte pour les aménagements les taxons pour lesquels, pour un ouvrage, aucun impact potentiel n'a été observé, mais pour lesquels des impacts ont été observés sur les ouvrages amonts.

Exemple : Pour Xiphocaris elongata, des impacts sont observés sur les ouvrages des Gués et du Pont de Bassignac. Ainsi, les potentiels aménagements devraient être dimensionnés pour ce taxon. Pour les deux ouvrages avals (Prises d'eau Usine du Galion et Fond Galion), même si il ne semble pas y avoir d'impact sur cette espèce au vu de l'analyse, il semble tout de même logique que de potentiels aménagements intègrent la franchissabilité pour X. elongata.

De cette manière, les taxons à prendre en compte pour les aménagements sont définis dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Taxons à prendre en compte pour les aménagements (FISH PASS)

Taxons à prendre en compte pour les aménagements		Prise d'eau de Bras Gommier	Gué amont/Gué aval	Pont de Bassignac	Prise d'eau Usine du Galion	Prise d'eau Fond Galion
Crustacés	<i>Macrobrachium sp.</i>	non	oui	oui	oui	oui
	<i>Atydae sp.</i>	oui	oui	oui	oui	oui
	<i>Xiphocaris elongata</i>	non	oui	oui	oui	oui
Poissons	<i>Sicydium sp.</i>	non	oui	oui	oui	oui
	<i>Eleotris perniger</i>	non	non	non	oui	oui
	<i>Mugil curema</i>	non	non	non	non	oui

5 Problématiques liées à la dévalaison

Les différents auteurs mettent en avant les problématiques potentielles liées à la dévalaison, que ce soient pour les géniteurs (notamment *Macrobrachium*) que pour les larves dérivantes. D'après Bauer, 2011, il faut noter que sur les cours d'eau avec un à trois jours de distance de dérive vers la mer, les femelles n'enclenchent pas forcément une dévalaison, les larves étant directement relâchées en partie amont. Ce serait potentiellement le cas dans le cadre du Galion (cours de 20 km de longueur avec vitesses d'écoulement globalement importantes). Cependant, l'observation de femelles gravides plutôt en partie aval lors des inventaires incite à ne pas exclure la possibilité de dévalaison d'adultes et de ponte des larves en partie aval. Du côté des poissons, il apparaîtrait d'après Bell que seuls les 5 km les plus avals des cours d'eau constituent un enjeu pour la dévalaison, puisque pour les larves dévalantes des zones plus amont, les mortalités naturelles seraient déjà très importantes.

Plusieurs problématiques potentielles liées à la dévalaison sont recensées sur les sites d'étude (pompages / prises d'eau gravitaires / effet retenue ralentissant la dévalaison). Une recherche bibliographique a permis de mieux cerner les conditions de dévalaison des macro-crustacés et poissons (périodes, relation au débit, etc.). Cependant, pour mieux cerner la pertinence et de vérifier l'utilité de certains types d'aménagements, qui pourraient être plutôt pénalisant pour les usages (exemple : mise en place de grilles fines pouvant augmenter les problématiques de colmatage de pompes et prises d'eau), des études complémentaires sur la dévalaison pourraient être nécessaires. Celles-ci auraient pour objectifs de mieux cerner :

- 1. Les périodes de dévalaison.** Les auteurs s'accordent à dire que la reproduction, donc la dévalaison, a lieu toute l'année, mais avec des pics pendant une période qui s'étendrait plutôt de mai à novembre, et qui seraient liés aux forts débits. Ceci amène plutôt à l'hypothèse de faible impact des prélèvements, puisque ceux-ci ont lieu plutôt en période de carême. **Cependant, il pourrait être intéressant de connaître les proportions dévalantes en période sèche par rapport à la quantité d'individus dévalants total, afin de vérifier ou d'infirmer l'hypothèse de moindre impact des prélèvements pendant cette période de carême.**
- 2. Les rythmes journaliers :** Plusieurs auteurs montrent que les phénomènes de dérive ont lieu plutôt en période nocturne, afin d'éviter la prédation. Etudier les rythmes de dévalaison des adultes et de dérive des larves de macro-crustacés / poissons amphidromes permettraient de

- Problématiques liées à la dévalaison -

proposer des aménagements adaptés (exemple : éviter de pomper à une certaine période du jour ou de la nuit).

Concernant les macro-crustacés, il pourrait être intéressant de vérifier :

Si dans le cas des petits cours d'eau Martiniquais, il y a bien dévalaison des adultes avant le relargage des larves,

Si oui, jusqu'à quelle partie du cours d'eau s'effectue cette dévalaison.

Cela permettrait, en fonction de la situation d'une prise d'eau dans le bassin versant, de proposer des aménagements adaptés, notamment en termes de mailles où d'espacement de barreau pour des grilles de protections de la dévalaison.

C'est pour cela qu'une fiche action étude de la dévalaison est proposée.

Le tableau des pages suivantes synthétise les problématiques mises en avant liées à la dévalaison.

- Problématiques liées à la dévalaison -

Tableau 12 : Tableaux sur les problématiques liées à la dévalaison et premières pistes d'aménagement (FISH PASS)

Ouvrage	Problématique potentielle de dévalaison	Commentaire	Aménagement proposée	Fiche action liée
Prise d'eau de Bras Gommier	Prise d'eau	<p>Effet potentiel fortement limité car :</p> <p>1. Présence de grilles fines au droit de la prise d'eau, problématiques limitées aux larves dérivantes inférieures à 1 mm</p> <p>2. Prise d'eau placée latéralement et débit prélevé inférieur à la moitié du débit total : prélèvement de larves dérivantes limité</p> <p>3. Présence de larves dérivantes de taille inférieure à 1 mm à vérifier (potentielle dévalaison des adultes de crustacés avant ponte).</p> <p>4. Dévalaison plutôt en période de fort débit (plus grande part du débit passe par la surverse)</p>	Pas d'aménagement proposé	/
Gué amont	Aucune problématique	/	Pas d'aménagement proposé	/
Gué aval	Présence d'un pompage	<p>Effet potentiel limité car :</p> <p>1. Dévalaison plutôt en période de fort débit (plus grande part du débit passe par le seuil / pompage agricole limité : précipitations ?)</p> <p>2. Le secteur "à enjeu" pour la dévalaison des gobiidés se situe dans les 5 km aval des cours d'eau (à l'amont, la mortalité naturelle est potentiellement très élevée)</p>	Nécessite études complémentaires. Ce qui pourrait être envisagé : <ul style="list-style-type: none"> 1. Mises en place de crépines fines (1 mm de mailles) 2. Eviter les pompages en période nocturne 	Fiche action étude dévalaison
Pont de Bassignac	Aucune problématique	/	Pas d'aménagement proposé	/

- Problématiques liées à la dévalaison -

Ouvrage	Problématique potentielle de dévalaison	Commentaire	Aménagement proposée	Fiche action liée
Prise d'eau Usine du Galion	Prise d'eau	<p>Effet potentiel à prendre en compte car :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Secteur à enjeu (5 km aval du cours d'eau) 2. Prélèvement important (plus de 5000 m³/jr) <p>Mais effet limité car :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dévalaison plutôt en période de fort débit (plus grande part du débit passe par le seuil) 2. Prélèvements à priori en dehors de la période principale de dévalaison (fonctionnement début février à fin mai) 	<p>Nécessite études complémentaires. Ce qui pourrait être envisagé :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fermer la prise d'eau hors de la période de prélèvement (juin à janvier) 2. Mise en place de grilles fines en entrée de prise d'eau 	Fiche action étude dévalaison
Prise d'eau Fond Galion	Présence d'un pompage / Effet retenue important lié à l'ouvrage -> ralentissement de la dévalaison	<p>Effet potentiel à prendre en compte car :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Secteur à enjeu (5 km aval du cours d'eau) 2. Prélèvement important (plus de 7000 m³/jr) <p>Mais effet limité car :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dévalaison plutôt en période de fort débit (plus grande part du débit passe par le seuil / pompage agricole limité : précipitations ?) 	<p>Nécessite études complémentaires. Ce qui serait à mettre en place :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Limiter l'effet retenue de l'ouvrage de Fond Galion : arasement à effacement total Ce qui pourrait être envisagé : 2. Mises en place de crépines fines (1 mm de mailles) 3. Eviter les pompages en période nocturne 	Fiche action étude dévalaison

6 *Autres enjeux liés aux ouvrages*

Plusieurs autres enjeux, devant être pris en compte avant de définir un type d'aménagement adapté, doivent également être pris en compte :

- L'impact des ouvrages sur la morphologie du cours d'eau,
- Les usages anthropiques liés à chaque ouvrage.

6.1 Impact des ouvrages sur la morphologie du cours d'eau

Comme il a été présenté dans les fiches synthèse de la Phase 1, aucun impact des ouvrages sur la continuité sédimentaire n'a pu être mis en avant. Cependant, un autre type d'impact est à souligner, à savoir l'effet « retenue » des ouvrages, qui provoque une augmentation de la ligne d'eau et surtout une homogénéisation des écoulements, préjudiciable pour la vie aquatique. Pour la plupart des ouvrages, cet effet n'est jamais ressenti sur plus de quelques dizaines de mètres (ce qui est à relier avec la pente du cours d'eau).

Cependant, sur l'ouvrage le plus aval (Prise d'eau de Fond Galion) avec une forte chute du seuil et une très faible pente naturelle du cours d'eau, cet effet est beaucoup plus important, de l'ordre de plusieurs centaines de mètres à plusieurs kilomètres. Il est en outre à ajouter qu'il se trouve potentiellement dans le secteur soumis au marnage estuaire, et qu'il diminuerait potentiellement la longueur de cours d'eau soumise au balancement des marées.

Ainsi, en l'état actuel des connaissances, seul l'ouvrage de la Prise d'eau de Fond Galion aurait un impact important sur la morphologie du cours d'eau.

6.2 Usages anthropiques liés aux ouvrages

Aucun des ouvrages recensés n'est sans usage. Les usages suivants peuvent être mis en avant :

Tableau 13 : Usages recensés par ouvrage (FISH PASS)

Usages	Prise d'eau de Bras Gommier	Gué amont/Gué aval	Pont de Bassignac	Prise d'eau Usine du Galion	Prise d'eau Fond Galion
	Prise d'eau potable	Gué amont : - effet retenue "piscine" - traversée de cours d'eau ? Gué aval : traversée de cours d'eau / Pompage	Stabilité pont de Bassignac	Alimentation en eau Usine du Galion	Alimentation en eau Bananeraie

7 Type d'aménagements proposés

Au vu de toutes les problématiques mises en avant précédemment, à savoir :

- L'évaluation de l'impact de chaque ouvrage sur la continuité pour les poissons et macrocrustacés,
- Les taxons à prendre en compte pour les aménagements,
- Les autres problématiques (impact morphologique des ouvrages),
- Les usages.

Ainsi, en partant de l'aval vers l'amont, les propositions seraient les suivantes :

7.1 Prise d'eau de Fond Galion

Pour la prise d'eau de Fond Galion, au vu de :

1. L'impact de l'ouvrage sur la morphologie du cours d'eau (effet retenue, diminution de la longueur de l'estuaire)
2. La difficulté à réaliser un ouvrage de franchissement adapté à ce type d'ouvrage, à la hauteur de chute et à l'ensemble des espèces cibles (notamment les juvéniles de Mugilidés),

La solution la plus adaptée serait un arasement partiel à complet de l'ouvrage. Un usage important lié à l'ouvrage existe. Il sera nécessaire d'envisager toutes les solutions permettant de remplacer le rôle joué par l'ouvrage existant, servant à assurer le pompage pour la bananeraie :

- Utilisation du prélèvement de l'usine du Galion (prélèvement dans le canal d'amené),
- Mise en place d'une « fosse » de pompage,
- En dernier recours, maintien partiel de l'ouvrage.

Dans le cadre des deux dernières solutions pour conserver l'alimentation en eau, l'étude du marnage liée à la marée et de la salinité pouvant potentiellement arrivée aux pieds de la pompe en l'absence d'ouvrage ou en présence d'un ouvrage recouvert par certains coefficients de marée (ce qui est positif pour le franchissement des espèces cibles) est à étudier.

Il est clair que si un front salé remonte potentiellement jusqu'au pied du seuil, la solution d'effacement total doit s'accompagner par une modification du point de prise d'eau.

7.2 Prise d'eau de l'Usine du Galion

Pour cet ouvrage, au vu de sa faible hauteur de chute, du faible impact morphologique mis en avant, de l'usage important (alimentation de l'Usine du Galion) qui pourrait se dédoubler (alimentation de la Bananeraie si envisageable), un dispositif de franchissement adapté aux trois familles de macro-crustacés rencontrées sur site, ainsi qu'aux colles roches et à l'espèce *Eleotris perniger* serait à envisager.

7.3 Pont de Bassignac

Le rôle de l'ouvrage situé à l'aval immédiat du pont sur la stabilité de celui-ci va à l'encontre d'un arasement, même partiel de l'ouvrage. Ainsi, un ouvrage de franchissement adapté aux trois familles de crevettes et aux colles-roches serait à mettre en place.

7.4 Gué amont / Gué aval

Deux ouvrages au rôle identique se suivent à une centaine de mètres de distance. L'impact sur la faune piscicole et les macro-crustacés, semble, d'après l'analyse, être non négligeable. Ainsi, il peut être intéressant d'envisager :

- L'arasement d'un des deux ouvrages,
- L'équipement par un dispositif de franchissement de l'ouvrage conservé.

Il semble que ce soit le Gué aval qui conserve le plus l'usage de traversée du cours d'eau. Celui-ci pourrait donc être conservé et équipé. L'ouvrage de Gué amont pourrait être arasé. Il pourrait cependant être nécessaire d'envisager de garder un seuil résiduel afin de conserver l'usage de baignade à l'amont du seuil.

7.5 Prise d'eau du Bras Gommier

Au vu de l'enjeu existant au droit de l'ouvrage du Bras Gommier, quasi-absence d'effet potentiel mis en avant, présence de la chute à l'aval, il ne semble pas pertinent d'envisager d'équipement de celui-ci pour l'instant.

- Type d'aménagements proposés -

7.6 Synthèse des types d'aménagements proposés

Tableau 14 : Synthèse des aménagements proposés par ouvrage (FISH PASS)

	Evaluation de la franchissabilité	Priorité d'intervention	Taxons à prendre en compte pour l'aménagement	Impact morphologique observé	Usages	Aménagement proposé
Prise d'eau de Bras Gommier	0.5	3	Atydae sp.	faible	Prise d'eau potable	Pas d'intervention
Gué amont/Gué aval	1.7	2	Macrobrachium sp. Atydae sp. Xiphocaris elongata Sicydium sp.	faible	Gué amont : - effet retenue "piscine" - traversée de cours d'eau ? Gué aval : traversée de cours d'eau / Pompage	Arasement gué amont, Dispositif de franchissement gué aval
Pont de Bassignac	1.5	1	Macrobrachium sp. Atydae sp. Xiphocaris elongata Sicydium sp.	faible	Stabilité pont de Bassignac	Dispositif de franchissement
Prise d'eau Usine du Galion	0.8	2	Macrobrachium sp. Atydae sp. Xiphocaris elongata Sicydium sp. Eleotris perniger	faible	Alimentation en eau Usine du Galion	Dispositif de franchissement
Prise d'eau Fond Galion	1.8	1	Macrobrachium sp. Atydae sp. Xiphocaris elongata Sicydium sp. Eleotris perniger Mugil curema	fort	Alimentation en eau Bananeraie	Arasement partiel à effacement complet

8 Caractéristiques des taxons à prendre en compte dans les aménagements

Cette partie synthétise les données bibliographiques disponibles sur les taxons à prendre en compte pour les aménagements, du point de vue de leurs capacités de franchissement et leur période de migration.

8.1 Macro-crustacés

8.1.1 Conditions de montaison

La montaison concerne les stades juvéniles (post-larves) de ces macro-crustacés. **Cette migration interviendrait pendant les périodes de faibles débits, de nuit avec une relative absence de lumière** (Bauer, 2011; Hamano & Hayashi, 1992; Benstead et al., 1999; Bauer & Delahoussaye, 2008; Kikkert et al., 2009). Ces juvéniles migrants évitent en effet les fortes lumières en berge et sur les ponts. **Il faut cependant noter que les réponses migratoires aux débits peuvent différer selon les taxons considérés.** Kikkert et al., 2009, montrent comme, il a été vu précédemment, que les remontées de *Macrobrachium* et de *Xiphocaris elongata* sont négativement corrélées aux forts débits, mais que ceci ne serait pas vrai pour les *Atya*. Bauer et Delahoussaye (2008), mettent quant à eux en avant un **pic de montaison pendant une période de diminution du débit, mais avant la période de débit minimal**. Il faut enfin rappeler que la **migration des juvéniles vers l'amont nécessite la présence d'un « débit d'attrait » suffisant** (rhéotaxie positive; Hamano and Honke, 1997).

Il faut également noter que **les juvéniles en migration sont plutôt trouvés le long des berges en eau très peu profonde** et dans la zone d'éclaboussure, souvent avec le corps partiellement ou complètement hors de l'eau (Hamano & Honke, 1997; Benstead et al., 1999). Ceci pourrait s'expliquer par les vitesses plus faibles en berge.

En ce qui concerne les périodes de montaison, il semble que l'entrée de nouveaux individus soit constante (Fiévet, 2001a, Almeida et al., 2010) mais qu'il y ait des pics de montaison au cours

- Caractéristiques des taxons à prendre en compte dans les aménagements -

de l'année, qui diffèrent selon la localisation et les auteurs. La période d'arrivée des décapodes se situerait aux alentours du mois de Janvier sur la rivière Carbet en Guadeloupe (Tito de Morais et al., 1993a). Cependant, sur la rivière Bananier, Fiévet (2001a) parle d'un pic de juvéniles pour les mois de septembre, octobre ou novembre. Covich et al., 2006 mettent en avant un pic en juillet (Porto Rico).

8.1.2 Conditions de dévalaison

Il est important de noter que l'interruption de la dévalaison (migration des femelles, dérive des larves) peut être une cause importante du déclin de certaines espèces de macro-crustacés.

La dévalaison peut concerner deux stades du cycle de vie de ces macro-crustacés :

- Les femelles gravides dévalant pour pondre au plus près de la mer, bien que ces migrations ne soient pas obligatoires (Fiévet et al., 2001a).
- Le premier stade larvaire dérivant pour atteindre les estuaires. Il est intéressant de noter que les stades larvaires n'ont qu'une courte période pour atteindre la mer, puisque c'est le contact avec le milieu marin qui provoque la transformation au deuxième stade larvaire (stade pour lequel les larves peuvent se nourrir activement, (Bauer, 2011). La distance minimale à la mer à laquelle les larves doivent être relâchées pour atteindre l'estuaire avec succès dépend de la vitesse du courant dans la rivière (Rome et al. 2009). **Ainsi, tout type d'obstacle ralentissant la dérive passive des larves vers la mer est facteur de mortalité.** D'après Bauer, 2011, il faut en outre noter que sur les cours d'eau avec un à trois jours de distance de dérive vers la mer, les femelles n'enclenchent pas forcément une dévalaison, les larves étant directement relâchées en partie amont.

Chez beaucoup d'espèces amphidromes, la ponte des larves correspond aux périodes de fort débit, qui permettent à la fois une migration rapide des femelles vers l'aval et une dérive rapide des larves jusqu'à la mer (Bauer, 2011).

Concernant la période de reproduction, donc de dévalaison, celle-ci peut être considérée comme continue tout au long de l'année (Almeida et al. 2010, Bauer 2004, Bauer and Delahoussaye 2008, Fiévet, 2001a, Galvão and Bueno, 2000, Tito de Morais et al. 1993a). Des pics seraient néanmoins à noter. Celui-ci aurait lieu de mai à septembre en Guadeloupe (Fiévet et al., 2001a).

- Caractéristiques des taxons à prendre en compte dans les aménagements -

Toujours en Guadeloupe, la période la moins active pour la reproduction irait de janvier à mars chez plusieurs *Macrobrachium* et *Atyidae* (Gillet, 1983). En Jamaïque, le pic de reproduction de *Macrobrachium faustum* irait de Juin à Novembre, avant et pendant la période des plus fortes pluies (Hunte & Mahon 1983). Les observations effectuées par Lévéque (1974) vont également dans ce sens, avec une reproduction de *M. carcinus* observée de mai à octobre, et des femelles ovigères récoltées de mai à septembre et en juin respectivement pour *M. faustum* et *M. crenulatum*. Chez *M. ohione*, la saison de reproduction s'étendrait d'Avril à Août (Olivier, 2013). **Le pic de reproduction pourrait être lié aux températures et aux précipitations les plus importantes** (Galvão and Bueno, 2000).

De la même manière que la migration de montaison des post-larves, **la dérive des invertébrés est maximum pendant les périodes nocturnes** (Bass, 2004). La taille des larves dérivantes est quant à elle très faible (< 2 mm, March et al., 1998).

8.1.3 Capacités de franchissement

L'impact des ouvrages sur la montaison et la dévalaison, dans le type de cours d'eau étudié, serait principalement fonction de sa hauteur et de la présence de déversoirs de décharge. Ainsi, à Puerto Rico, tous les poissons endémiques (dont *S. plumieri*) et les crevettes d'eau douce disparaissent à l'amont de barrages de hauteurs supérieures à 20 m et sans déversoir de décharge (Holmquist et al. 1998, in Freeman et al., 2003). **Mais les petits ouvrages peuvent également causer le déclin des populations de crevettes (Freeman et al., 2003).**

En termes de vitesses de nage, Bauer et Delahoussaye, 2008, indiquent une valeur d'environ 1 km/h, chez les juvéniles de *Macrobrachium ohione* en montaison. Cependant, en termes de distance parcourue par jour, celle-ci correspond à 8 km/jr, les individus ne se déplaçant qu'en période nocturne.

Les fortes capacités d'escalade sont cependant reconnues chez de nombreux taxons (Bauer 2011, Ling, 1969; Hamano & Hayashi, 1992; Hamano & Honke, 1997; Holmquist et al., 1998; Benstead et al., 1999; Fievet, 1999a; March et al., 2003; Kikkert et al., 2009). Plusieurs points sont cependant à prendre en compte :

- Caractéristiques des taxons à prendre en compte dans les aménagements -

Débits et vitesses d'attrait : Ceci a été signalé dans le cadre de l'entrée des juvéniles en estuaire (rhéotaxie positive; Hamano and Honke, 1997). En termes de valeur de débit, comme il a été vu précédemment, chez *M. ohione*, **cette migration ne s'effectue en période de débit maximum, mais en période de diminution de débit et en dehors de la période d'étiage** (Bauer et Delahoussaye, 2008). De la même manière, au droit d'un ouvrage, **l'absence ou le très faible débit transitant au droit de l'ouvrage constitue un obstacle à la migration** (Bauer, 2011, Benstead et al., 1999, March et al., 2003). Cependant, il est aussi à noter que **c'est l'arrivée dans un courant rapide et turbulent qui fait quitter le cours d'eau aux juvéniles pour escalader la berge** (Bauer, 2013).

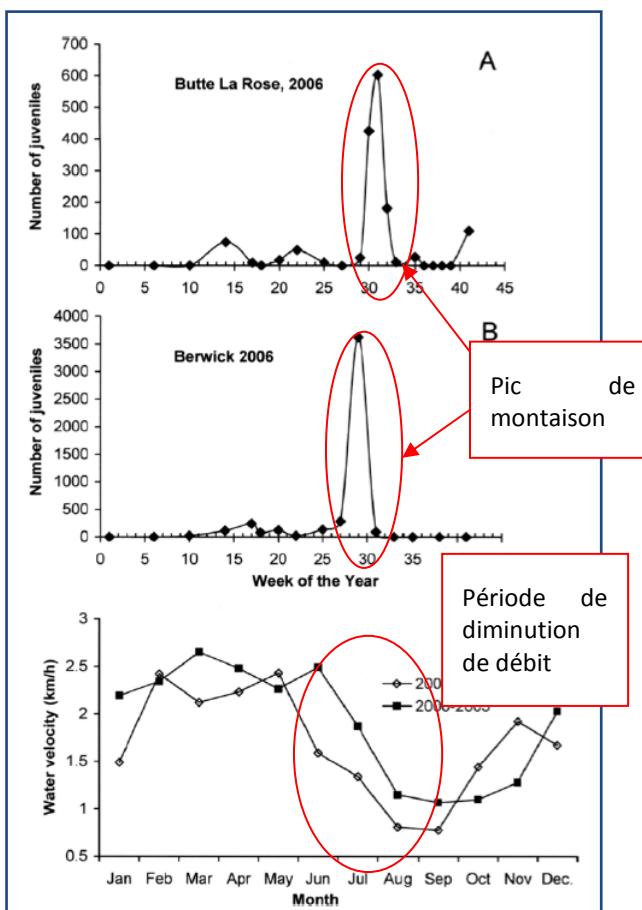


Figure 9 : Nombre d'individus échantillonés en montaison en relation avec la vitesse de l'eau (Bauer et Delahoussaye, 2008, modifications FISH PASS)

- **Humidification :** De nombreuses hauteurs soulignent que **l'escalade de parties pentues peut se faire hors de la zone d'écoulement, mais sur des zones humidifiées**, comme la berge le long de l'obstacle (Ling, 1969; Hamano & Hayashi, 1992; Hamano & Honke, 1997; Holmquist et al., 1998; Benstead et al., 1999; Fievet, 1999a; March et al., 2003; Kikkert et al., 2009)
- **Hauteurs de chute :** Il est difficile de trouver des limites de hauteurs de chute pour les espèces. March et al., 2003, mettent en avant que sur des barrages supérieurs à 20 m de

- Caractéristiques des taxons à prendre en compte dans les aménagements -

chute, s'il y a présence de déversoir de décharge, il y a possibilité de franchissement. Tito de Morais et al. 1993a soulignent la présence de population importante d'*Atya scabra* en amont de la deuxième chute du Carbet (116 m de chute verticale), en Guadeloupe...

- **Pente** : Les chercheurs japonais mettent en avant une pente **pour la passe à crevette idéale de 50°** (Bauer, 2011). Olivier 2013, met en avant de **meilleures conditions de franchissement pour des pentes comprises entre 30° et 40° que pour une pente à 60°**, pour l'espèce *Macrobrachium ohione*. D'autres chercheurs au Japon montrent enfin qu'une série de marches de 4 cm de hauteur (pour chaque marche) et un angle de 19° d'inclinaison permet aux crevettes de migrer à l'amont avec succès (Yasuda et al., 2000, in March et al., 2003).
- **Vitesse** : Les recherches menées au Japon sur la passe à crevettes idéale mettent en avant **une vitesse de courant de 65 cm/s**. Olivier, 2013, met en avant les meilleures conditions de franchissement d'une passe avec des vitesses **entre 65 et 140 cm/s au sommet de la passe**.
- **Rugosité** : En termes de rugosité, les chercheurs japonais préconise des substrats à adhérence suffisante pour l'extrémité des pattes des crevettes (rugosité de 0.5 mm, par exemple comme le béton cellulaire, une rugosité de 0.5 mm (par exemple un fond de passe doublé avec du substrat artificiel en éponge à surface abrasive type scotch-britch ou construit en béton cellulaire, (Hamano et al., 1995 in Bauer, 2011).
- **Différence intra et interspécifiques** : Il est important de noter que les capacités de franchissement, notamment par escalade, varient en fonction des espèces et du stade du cycle de vie. Ainsi, Bauer, 2011, met en avant les plus fortes capacités de franchissement chez *Atya spp.* (corps lourd, robuste, proche du substrat et pattes courtes et robustes). *Xiphocaris elongata*, avec un corps élancé qui se tient assez loin du substrat par de longues pattes également élancées est plus facilement déplacée vers l'aval par un courant important (Fryer, 1977). De plus, il ajoute que *Micratya poeyi* peut être considéré comme un *Atya* « miniature ». En raison de sa petite taille, il peut ainsi s'insinuer dans les interstices et éviter d'être emporté par les courants. En outre, en raison de son faible poids, il peut monter plus facilement que les espèces plus grandes (Fièvet 2000). Les juvéniles de *Macrobrachium* seraient des intermédiaires entre ces deux taxons, aussi bien en termes de morphologie que de capacités de franchissement. Enfin, il est à noter que les petits individus ont des capacités de franchissement plus élevées que les grands individus, de manière générale (Fiévet et al., 2001a).

- Caractéristiques des taxons à prendre en compte dans les aménagements -

- **Luminosité** : Hamano et Honke, 1997 mettent avant qu'un éclairage avec des projecteurs sur une berge peut permettre de diriger les crevettes, qui évitent cette lumière, sur la berge opposée, où est située la passe.

8.2 Poissons

Les poissons amphibiotes (qui constituent l'essentiel des poissons indigènes des îles tropicales et subtropicales d'origine volcanique) ont une histoire de vie unique. Les adultes vivent et pondent dans les cours d'eau. Les larves éclosent et se laissent dériver vers la mer portées par le courant. Les jeunes recrues, après s'être développées en zones pélagiques dans les estuaires ou l'océan, retournent ensuite vers les rivières et migrent vers l'amont des bassins versants (Keith 2003, March et al. 2003, Keith et al. 2008).

Le retour des juvéniles ou recrutement dans les cours d'eau fait l'objet d'importantes pêcheries artisanales et locales (Erdman, 1961; Bell et Brown 1995, Bell, 1999, Lim et al. 2002, Smith 2013), renforçant l'intérêt de préserver ces espèces qui nécessitent une connexion complète entre les rivières et l'océan pour assurer leur cycle de vie (McDowall 1999, 2010).

De nombreux auteurs ont publié des articles sur l'impact de l'urbanisation et de la fragmentation des cours d'eau sur les îles des Caraïbes, comme à Porto Rico, en Dominique ou encore en Martinique, où les conditions environnementales et hydrogéologiques sont souvent similaires ainsi que les espèces aquatiques rencontrées.

Bien que l'urbanisation affecte la qualité de l'eau dans un bassin versant, la présence et l'abondance des espèces indigènes amphidromes (notamment les Anguillidae, Eleotridae, Gobiidae, et Mugilidae) dans les cours d'eau tropicaux semblent mieux expliquées par la connectivité des habitats longitudinale plutôt que par le degré de l'impact urbain. En effet, les barrages ont une très forte influence sur la répartition des espèces de poissons ainsi que sur l'agencement structurel des populations (Kwak et al. 2007).

Pour améliorer la connectivité entre les différents habitats d'un système hydrobiologique perturbé, il est primordial de connaître les cycles biologiques et capacités de franchissement des espèces cibles (à différents stades de leur cycle de vie), afin d'adapter en conséquence les travaux de restauration.

- Caractéristiques des taxons à prendre en compte dans les aménagements -

Dans le cadre de cette étude, les espèces piscicoles ont été séparées en deux catégories distinctes. Les Gobiidées ou Colle-roche dans un premier temps, qui ont développé d'importantes capacités de franchissement et sont représentés par deux espèces (*Sicydium plumeiri* et *S. punctatum*) sur le Galion. Dans un second temps, deux autres espèces recensées lors de la phase 1, le Dormé (*Eleotris perniger*) et le Mulet (*Mugil curema*), considérant leurs capacités de franchissement plus restreintes.

Le Poisson gale (*Rivulus cryptocallus*), n'est pas considéré comme espèce cible dans cette étude étant donnée son écologie et son cycle biologique peu perturbés par les barrages.

8.2.1 Les Gobiidées

8.2.1.1 Cycle biologique de l'espèce, période de migration

Bell et Brown 1995 et Bell et al. 2009, décrivent le cycle de vie de *S. punctatum*. Les adultes sont répartis des zones côtières à des altitudes de plus de 300m et jusqu'à 14 km à l'intérieur des terres. La reproduction a lieu toute l'année. Les œufs sont adhésifs et déposés sous des roches accessibles par un tunnel et gardés par les mâles. Les nids sont retrouvés principalement sous des substrats de type gravier – roche, au niveau de zones d'eau courante de type radier (Bell 1994a). Après éclosion (quelques heures à plus d'un jour après la ponte) les larves d'une longueur moyenne de 1,8 mm, se maintiennent dans la colonne d'eau en adoptant des mouvements de haut en bas, afin d'être transportées par le courant jusqu'à la mer. Après 50 à 150 jours de croissance en mer, les stades postlarvaires transparents reviennent à l'embouchure des rivières. Quand ils atteignent des substrats durs dans les rivières, ils deviennent pigmentés, adoptent un comportement benthique et commencent leur migration vers l'amont des cours d'eau (Bell et al. 2009). La maturation sexuelle du juvénile apparaît rapidement à des tailles assez petites (Bell et al. 2009, Smith 2013).

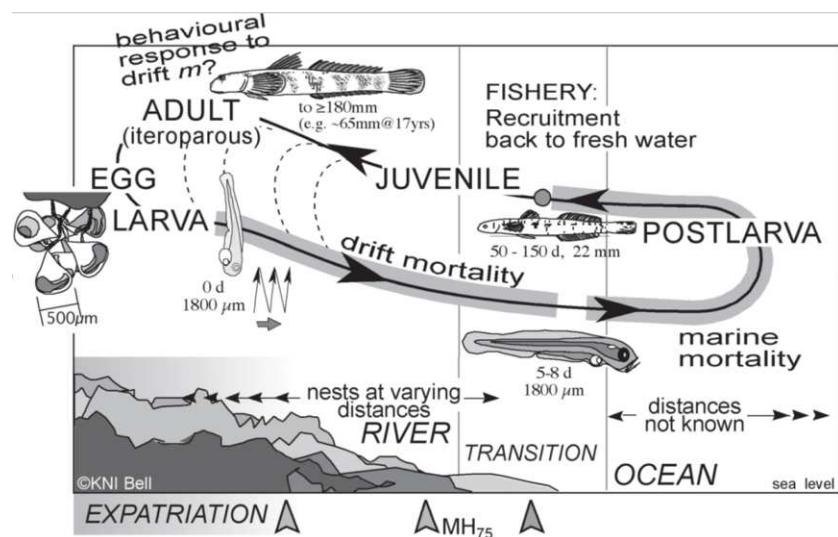


Figure 10: Cycle de vie de *Sicydium* basé sur des observations en Dominique (Bell et al. 2009)

8.2.1.2 Condition de montaison

Les recrutements des juvéniles de *Sicydium* ont lieu tout au long de l'année. Cependant il est possible d'observer des variations cycliques basées sur les saisons et les cycles lunaires. En Dominique les recrutements arrivent aux environs de 4 jours après la phase de pleine lune (ceci peut varier en fonction des localisations entre 2 et 9 jours) ou encore peu de temps après la plus forte marée de la série (Bell, 1994a, Bell et al. 2007). Les rendements les plus importants pour la pêche sont à l'automne, en particulier novembre, mais également au printemps (Kwak 2007). La taille et l'âge des juvéniles au moment du recrutement semblent être différents au cours des saisons (Bell, 1994a, Bell et al 2007).

De plus, il a été observé des pics de montaison des juvéniles après des épisodes de crue. Il semblerait que les juvéniles soient appelés à migrer suite à ces épisodes (Smith 2013). Les conditions de débit d'eau douce dans les estuaires pourraient avoir un rôle majeur dans l'attractivité des larves par les rivières (Fiévet et al. 2001).

8.2.1.3 Condition de dévalaison

Les Colles roche adulte ne semblent pas adopter de mouvements de dévalaison pour se reproduire, par contre les larves dévalent les cours d'eau de manière passive après leur éclosion (Bell

- Caractéristiques des taxons à prendre en compte dans les aménagements -

et Brown 1995). Lors de cette migration, de forts taux de mortalité sont observés chez les larves, principalement dus à une prédatation intraspécifique.

50 % des larves mourrait environ 1 heure après l'éclosion, leur nombre diminuerait de moitié à chaque kilomètre de cours d'eau dévalé (considérant une vitesse de courant moyenne de 0,3 m/s pour les cours d'eau étudiés par Bell 2009 en Dominique). Cette mortalité augmenterait donc exponentiellement avec l'augmentation de la distance qui sépare les larves de l'estuaire (Bell et al. 2007, Bell 2009).

Ainsi, 95 % des larves nées à plus de 5 km de l'estuaire ne survivraient pas. En d'autres termes 100 % du recrutement, qui revient en eau douce après un grossissement en mer serait issu des pontes qui ont lieu sur les 5 premiers km de cours d'eau depuis l'estuaire (Bell 1994a).

Ceci nous renseigne sur l'importance de prioriser les actions de restauration ou de préservation d'habitat sur des linéaires de cours d'eau proche des estuaires, en lien avec la conservation des espèces. Ainsi, la dégradation des milieux à faible altitude contribue au déclin avancé et avéré de certaines espèces (Bell 1994 a).

Ces informations mettent en avant l'importance d'une libre continuité des cours d'eau dans les premiers kilomètres de rivière depuis l'embouchure, pour maintenir les cycles biologiques de nombreuses espèces indigènes. En effet, les larves doivent passer par une phase saline pour survivre, des barrages pourraient ralentir l'arrivée des larves dans les estuaires (Bell 1994a) et donc augmenter le facteur de mortalité du à la prédatation des larves en ralentissant leur dévalaison (Benstead et al. 1999).

8.2.1.4 Capacité de franchissement :

Les Gobiidées et plus particulièrement les *Sicydium* (colles roches), ont développé d'importantes capacités d'escalade, pour franchir des surfaces rocheuses et des chutes d'eau souvent hautes de plusieurs dizaines voire centaines de mètres. Le but serait d'accéder à des zones de reproduction et de croissance plus favorables ou encore, pour se hisser hors d'atteinte des

- Caractéristiques des taxons à prendre en compte dans les aménagements -

prédateurs. Ces comportements de grimpe ont principalement été décrits sur des espèces du Pacifique, localisées sur les îles d'Hawaii (Schoenfuss et Blob 2003, Blob et al. 2006, Schoenfuss et Blob 2007, Maie et al. 2007).

Les *Sicydium* disposent d'adaptations morphologiques, comme un disque pelvien (fusion des nageoires pelviennes) qui sert de ventouse et leur permet d'adhérer à des surfaces verticales et de franchir des obstacles naturels ou artificiels, en présence d'eau ou d'humidité (Keith 2003, Blob et al. 2006, Schoenfuss et al. 2011). Différents comportements d'escalade ont été adoptés dont le type « powerburst » (ascension l'aide la leur poitrine) et le « Inching» (ascension en utilisant la bouche et la ventouse) (Cullen et al. 2013 ; Maie et al. 2012).

Les jeunes ont besoin de plusieurs épisodes d'escalade séquentielle pour franchir les obstacles et la texture du substrat peut avoir des effets différents sur les performances d'ascension des poissons, dépendamment des techniques de grimpe adoptées. Une surface rugueuse (souvent rencontrée sur des structures artificielles ou roches volcaniques jeunes) pourrait entraver la succion du disque pelvien sur le substrat, ce qui réduirait les performances des grimpeurs utilisant leur ventouse. En revanche, pour les grimpeurs “powerburst” qui grimpent en repoussant le substrat avec leurs nageoires pectorales (Schoenfuss & Blob , 2003), des rugosités grossières pourraient permettre une meilleure accroche sur le substrat et donc de fournir une poussée plus forte, améliorant les performances de grimpe. Cependant, il a déjà été observé de grandes quantités de juvéniles de *Sicydium* sp remontés sur des parois verticales terreuses et humides (Fièvet & Le Guennec 1998) renseignant sur les larges capacités de franchissement de ces espèces.

Enfin, la taille des gobies pourrait limiter leur capacité de franchissement. Il est rare de voir des adultes franchir des obstacles contrairement aux juvéniles. Les adultes adopteraient des comportements plus territoriaux (changement morphologique avec déclin des performances d'escalade, mais maintien de la capacité de nage) (Maie et al. 2007). Ainsi plus la taille des individus est petite plus les capacités de grimpe et donc de franchissement sont importantes (Cooney et al. 2013, Fièvet et al. 2001a, Fièvet 1999).

8.2.2 *Eleotris Perniger*

8.2.2.1 *Cycle biologique*

Le Dormé est une espèce commune dans le bassin des Caraïbes et largement répandue aux Antilles. Il se rencontre le plus souvent en plus grande abondance dans la partie aval des cours d'eau, à de faibles élévations et distances des embouchures. Il fréquente volontiers les eaux douces et eaux saumâtres (Lim *et al.* 2002, Kwak *et al.* 2007).

Il est souvent capturé à proximité des berges, dans des eaux plus ou moins stagnantes ou avec de faibles courants et affectionne les amas de racines et caches sous berge (Monti *et al.*, 2010, Kwak *et al.* 2007).

Il se reproduirait en septembre-octobre (saison sèche) dans les cours d'eau, mais une partie de la reproduction pourrait avoir lieu en eau marine ou en estuaire (Lim *et al.* 2002, Pezold & Cage 2001). Après un développement larvaire en mer, les stades postlarvaires se rapprochent de nouveau des côtes, puis les stades juvéniles retournent en rivière. Cependant la biologie de ce poisson reste très peu connue.

Les autres espèces du même genre :

Trois espèces d'Eleotidae sont présentes sur l'île d'Okinawa (Japon). La période de reproduction se ferait largement de mai à décembre, ces dates se basent sur la capture de larves en dévalaison sur cette période, mais jamais pendant la saison hivernale (*E. fusca* et *E. acanthopoma*). Les 3 espèces ont une phase larvaire pélagique dans des habitats marins, au niveau de la strate supérieure (surface) en offshore ou proche des côtes, qui durerait de 2 à 4 mois (Maeda *et al.* 2007). L'âge de recrutement de *E. pisonis* en Dominique était estimé autour de 3 mois, des spécimens ont montré des âges plus vieux de 5 mois et demi (Bell *et al.* 1995). Des membres du genre *Eleotris* sont distribués tout autour du Monde dans les eaux douces et saumâtres tropicales et subtropicales (Kwak *et al.* 2007).

8.2.2.2 Condition de montaison et de dévalaison

Trop peu d'informations sont disponibles sur les différentes migrations possibles d'*Eleotris perniger* pendant ses différents stades biologiques.

8.2.2.3 Capacité de franchissement

Cooney *et al.* 2013, ont décrit dans une récente étude l'impact des petits barrages sur la migration de montaison des différentes espèces de poisson indigène de Porto Rico. Il ont pu démontrer que des barrages de 2 mètres de haut restreignent la migration des espèces n'appartenant pas à la famille des Gobiidae et les font disparaître au-dessus de barrages de 4 mètres de haut. De plus, l'espèce *E. perniger* serait la plus limitée en termes de capacité de franchissement. En effet, 50 % de la population serait bloquée en aval d'obstacles hauts de 0,40 mètre et 95 % en aval d'obstacles hauts de 2,6 m (Tableau 15) . Ainsi cette espèce cible est à considérer prioritairement pour le dimensionnement d'ouvrage de franchissement sur des barrières situées à l'aval des bassins versants.

Tableau 15 : Hauteurs de barrage (en mètre) bloquant la migration des espèces de poissons amphidromes à 50% et 95% d'occurrence (source : Cooney *et al.* 2013)

Species	50% blocking		95% blocking	
	Dam height	95% PI	Dam height	95% PI
Nongoby	1.9	1.4–2.4	4.1	2.8–5.4
Bigmouth sleeper	1.1	0.7–1.5	3.2	2.1–4.3
Mountain mullet	1.6	1.1–2.0	3.9	2.6–5.2
Smallscaled spinycheek sleeper	0.4	0.1–0.7	2.6	1.5–3.8
American eel	0.9	0.6–1.3	3.0	2.0–4.0
Goby	12.1	5.1–19.1	31.9	13.0–50.7
Sirajo goby	7.0	1.5–12.5	35.5	9.8–61.2
River goby	5.4	1.0–9.8	25.7	5.2–46.1

8.2.3 Mugilidae

Une seule espèce de Mulet (*Mugil curema*) a été recensée lors de la phase 1. Cette espèce ne semble pas ou très rarement remonter en amont des cours d'eau (Lim *et al.*, 2002). Cette espèce de

- Caractéristiques des taxons à prendre en compte dans les aménagements -

poisson côtière est largement représentée dans l'Atlantique ouest du Massachusetts au sud du Brésil. Elle est considérée comme catadrome, les juvéniles viennent grossir dans les lagons et zones marécageuses des estuaires, suite à une période de ponte et d'éclosion des œufs au large (Albieri et al. 2010). Ainsi elle n'est considérée dans cette étude comme espèce cible que pour l'ouvrage le plus aval et pour les stades juvéniles. Sur cet ouvrage, un scénario d'arasement partiel / effacement est proposé. Ainsi, cette espèce n'est pas étudiée dans le cadre des dispositifs de franchissement piscicole.

9 Type de dispositifs de franchissement déjà réalisés en contexte tropical et Antillais

En considérant l'écologie des espèces rencontrées dans les rivières de Martinique (amphidromie), leurs différents modes de déplacement (marche ou reptation), ainsi que les régimes hydriques extrêmes des cours d'eau (fortes crues pouvant transporter d'importantes charges sédimentaires), il est nécessaire de faire preuve d'innovation pour le dimensionnement d'ouvrage de franchissement.

Fièvet et al (2001a) et Fièvet (2000) ont déjà décrit et schématisé différent type de dispositif de franchissement pour des barrages de faible hauteur, par les crevettes et les poissons amphidromes des Antilles. Par exemple, la mise en place d'une simple chute d'eau qui permettrait le franchissement (par escalade) des petits individus (Figure 11). Une telle chute d'eau pourrait également être aménagée en cascade à l'aide d'enrochements, réduisant l'impact visuel et intégrant la prise d'eau au paysage (Figure 11). Enfin une passe dite en « écharpe » pourrait permettre la libre circulation des plus grands individus sous la chute d'eau (figure 11). Cependant son efficacité n'est pas avérée, mais couplée à une cascade en enrochement, l'ensemble des espèces pourrait en bénéficier.

- Type de dispositifs de franchissement déjà réalisés en contexte tropical et Antillais -

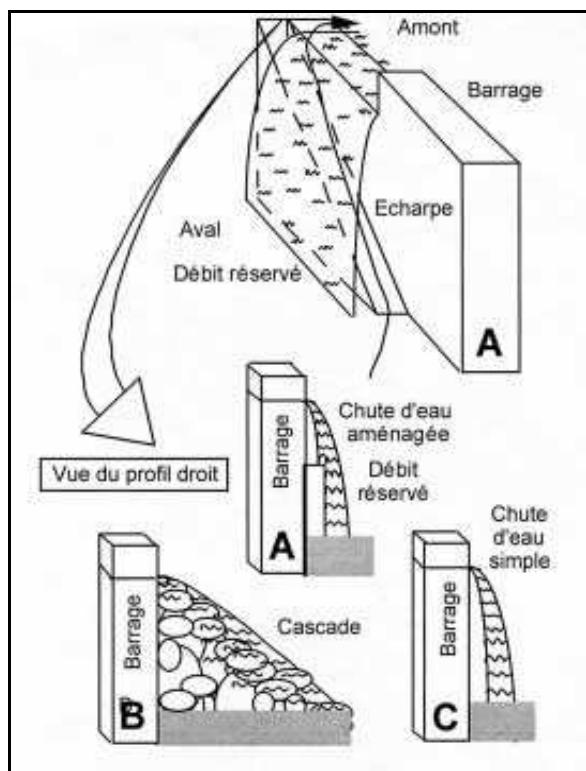


Figure 11 : Exemple de dispositif de franchissement, D'après Fièvet et al. 2001a. (A) passe en écharpe (B) passe aménagée en cascade (C) simple chute d'eau.

De plus un exemple concret (d'après Fièvet 2001a) montre la possibilité d'aménager un ouvrage avec un dispositif de franchissement rustique sous forme de cascade, à la place d'un canal alimenté par le bassin de la prise d'eau via des orifices noyés peu adapté au franchissement (escalade) des espèces en présence. Concernant la dévalaison, aucun dispositif n'est prévu pour éviter l'entraînement des larves en dérive dans la conduite forée, d'où l'utilisation possible d'un système d'éclairage (phototaxie positive) pour diriger les larves vers le débit réservé, qui pourra idéalement transiter par le dispositif de franchissements sur la cascade en enrochement (Figure 12).

- Type de dispositifs de franchissement déjà réalisés en contexte tropical et Antillais -

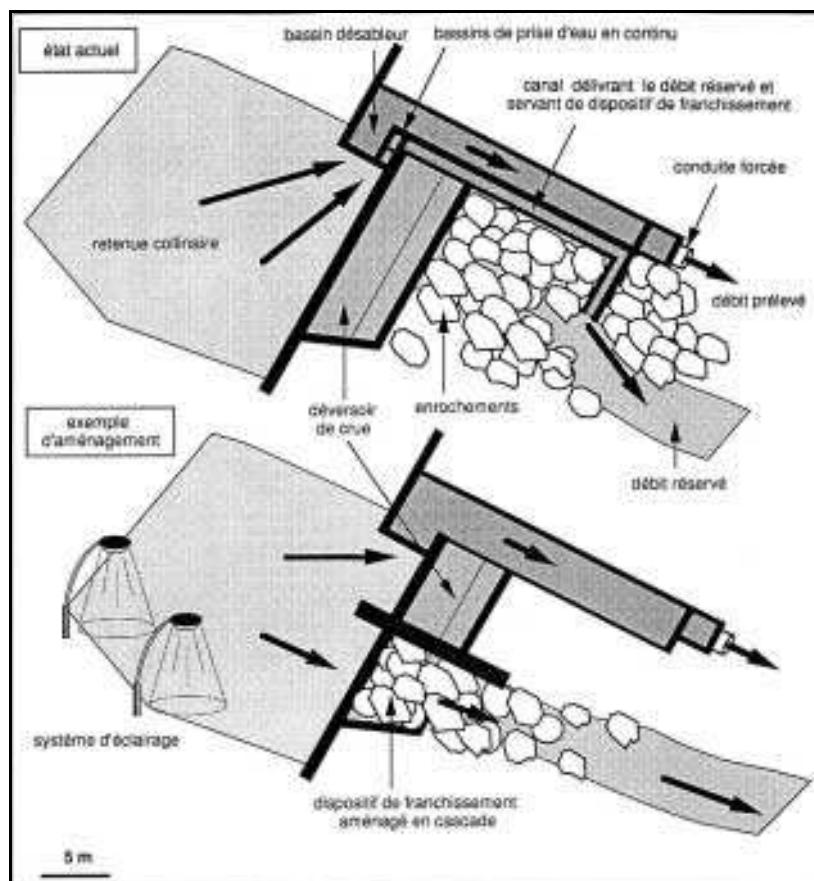


Figure 12: proposition d'aménagement d'un ouvrage existant (d'après Fièvet et al. 2001a)

Toitot 2003 (rapport non publié) à quant à lui proposé un aménagement spécifique aux barrages équipés de grilles de prise d'eau sur toute la largeur du seuil et présentant une hauteur de chute verticale. Il est proposé la suppression d'une partie des grilles, assurant un meilleur débit d'attrait, et le franchissement d'une partie des larves. De plus, cette zone sans grille est prolongée vers l'aval d'un module arrondi (Figure 13), ce qui permet d'adoucir la pente et de bien répartir l'eau à l'aval de l'ouvrage. Ce module peut être en béton grossier et inclure des enrochements pour améliorer le franchissement des crustacés.

Une variante de ce dispositif présente également une inclinaison de la zone sans grille pour créer une partie humide émergée favorable au déplacement des crevettes et poissons, et utilisable pour une large gamme de débit (Figure 14).

- Type de dispositifs de franchissement déjà réalisés en contexte tropical et Antillais -

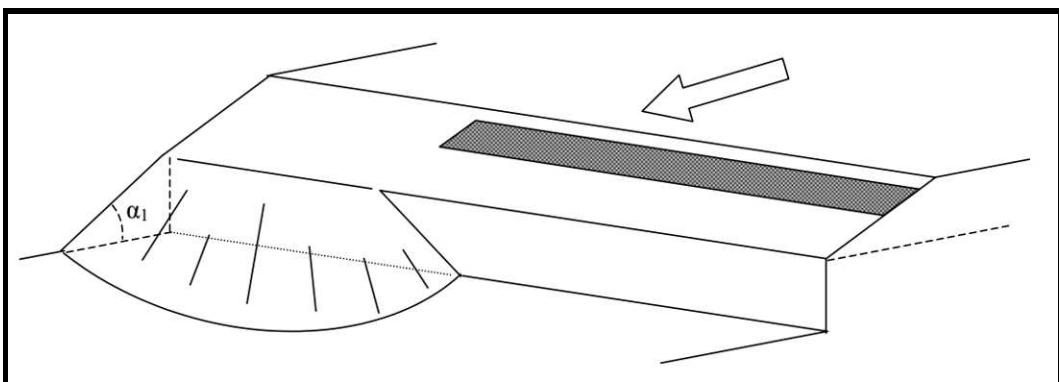


Figure 13 : seuil prolongé par un module arrondi en béton grossier ou agrémenté d'enrochements

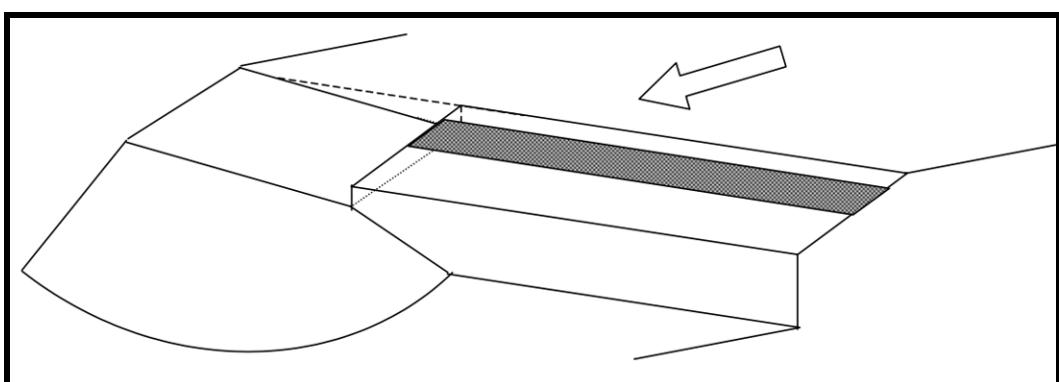


Figure 14 : variante d'aménagement avec plan incliné pour créer une surface humide émergée adaptée au franchissement de certaines espèces de poissons et crustacés

Cet auteur fait également référence à une passe adaptée pour les crustacés, présentée par Yasuda et al. (non daté), en forme de marche d'escalier (figure 15), avec également des surfaces inclinées en périphérie de l'ouvrage toujours pour permettre l'apparition d'une surface humide émergée favorable au franchissement de montaison.

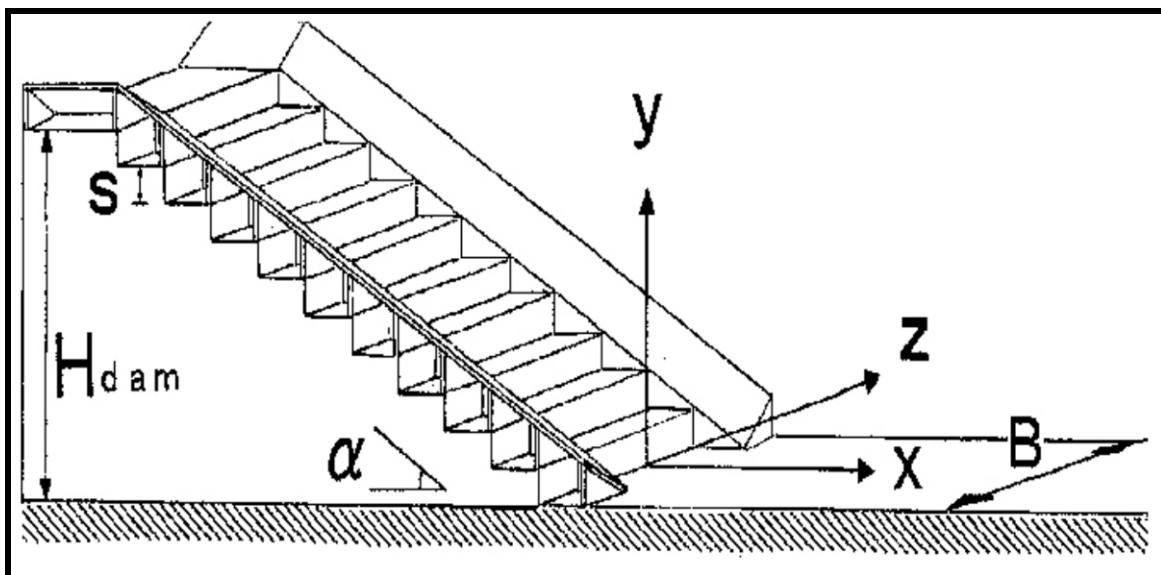


Figure 15 : Passes à crustacés d'après Yasuda et al. (non daté), tirée du rapport de Nicolas Toitot, 2003

Ainsi, plusieurs paramètres sont à prendre en compte pour la conception d'ouvrage de franchissement pour rétablir la libre continuité des cours d'eau.

Concernant la montaison :

- il faut éviter toutes surfaces verticales sur les aménagements.
- Il ne faut pas utiliser des canalisations inondées (canal d'amené du débit réservé).
- L'ouvrage de franchissement ne doit pas être parcouru par des débits trop puissants.
- Le débit doit être suffisant pour constituer un débit d'attrait adapté (supérieur au débit s'écoulant sur le déversoir s'il y a lieu).
- L'accès aval de la passe doit d'être situé à proximité de l'aménagement
- La pente générale de la passe doit être proche de celle du lit de la rivière aménagée (ou au maximum à 45° (Toitot, 2003) ou 50° (Yasuda et al., non daté)).
- L'interface de l'ouvrage de franchissement ne doit pas être complètement lisse, afin de permettre aux crustacés de prendre appui sur les aspérités.
- La connexion amont de la passe avec le cours d'eau ne doit pas se faire par une échancrure noyée, mais idéalement grâce à des plans inclinés avec apparition de surface humide.
- Le plancher de la passe peut être également incliné, toujours pour créer une zone de déplacement humide à la limite entre le milieu aquatique et du milieu aérien quelque soit le niveau de l'eau.

Concernant la dévalaison :

- Type de dispositifs de franchissement déjà réalisés en contexte tropical et Antillais -

Tout repose sur les systèmes de prise d'eau et type de grille. Les prises d'eau à grille verticale sont à privilégier, localisées sur l'une des deux rives, permettant de laisser passer un minimum de larve au droit de l'ouvrage.

10 Recommandations sur les principes d'aménagement en montaison

Au vu de la bibliographie recueillie, il est possible d'effectuer des recommandations pour les principes d'aménagements (arasement, dispositifs de franchissement) en montaison. Cependant, il est nécessaire de rappeler que **dans tous les cas, des études complémentaires sont nécessaires, qu'elles soient expérimentales sur les capacités de franchissement des espèces et sur les types de dispositifs les plus adaptés, ou opérationnelles sur les barrages où les aménagements doivent être implantés (relations hauteur/débit, etc.)**.

Le tableau suivant fait la synthèse des principes à prendre en compte pour les aménagements en montaison :

Implantation	D'après les données bibliographiques, il semble qu'il n'y est pas d'opposition à une implantation en berge, qui est en général la plus adaptée pour l'entretien. En outre, de la même manière que sur d'autres types de passes, l'implantation à proximité d'un débit d'attrait semble également adaptée.
Hauteur de chute	Ce critère serait plus à prendre en compte dans le cadre d'arasement ou de mise en place de nouveaux ouvrages. Pour les macro-crustacés, il semble compliqué de trouver des valeurs limitantes. D'après Bell, la première notion à prendre en compte est de limiter tout impact à la dévalaison dans les 5 km de cours d'eau les plus avals. Limiter au maximum les hauteurs de chute sur ce type de tronçon permet de limiter l'effet retenue qui impacte grandement la dévalaison. En outre, il est important de rappeler que c'est à l'aval des cours d'eau que se trouvent les espèces à plus faibles capacités de franchissement. Ainsi, la valeur seuil de 0.4 m pour Eleotris perniger peut par exemple être retenue (Tableau 15). Dans tous les cas, pour les tronçons plus amont, la valeur seuil de 4 m à partir de laquelle les peuplements peuvent être modifiés pourrait être prise comme référence en termes de hauteur de chute maximale à ne pas dépasser dans le cadre de nouvel aménagement. Il est cependant nécessaire de prendre en compte la présence d'espèce à moindres capacités de franchissement, pour cela le Tableau 15 peut se servir de guide sur ces hauteurs de chute.
Pente	Au vu des données bibliographiques existantes, en l'absence d'éléments complémentaires, les recommandations iraient dans le sens d'une pente longitudinale à 40° pour les macro-invertébrés. Il est également important de prendre en compte la pente latérale, qui doit permettre également d'obtenir une zone d'éclaboussure (zone simplement humidifiée). Aucune valeur ne peut pour l'instant être arrêtée sur cette pente latérale. Concernant les colles roches, il semble que la pente ne soit pas une valeur limitante. En revanche, concernant des espèces à faible capacité de franchissement comme Eleotris perniger, 40° peut sembler une pente importante. Mais sans connaître ces capacités de nage, il n'est pas possible de fixer une valeur seuil.
Vitesse maximale	Concernant les macro-crustacés, les auteurs recommandent des vitesses comprises entre 0.65 et 1.4 m/s. Il semble cependant qu'il est plus important de considérer, grâce à un pendage latéral adapté, la présence de zones à faibles vitesses/vitesses nulles/humidifiées pour obtenir une diversité de zones de franchissement. Il serait intéressant d'avoir des éléments complémentaires

- Recommandations sur les principes d'aménagement en montaison -

	sur Eleotris perniger afin de connaitre ces capacités de nage et proposer un aménagement adapté.
Rugosité	Concernant les macro-crustacés, les auteurs recommandent une rugosité d'environ 0.5 mm, pouvant être obtenue avec des matériaux type béton cellulaire, tissus ou matériaux synthétique type scotch britch. Pour les poissons types colles-roches, le rôle des rugosité diffère en fonction des stades et aucune valeur précise ne peut être donné. Cependant, il semblerait que des substrat plutôt lisses favorisent l'accroche par ventousage. En outre, il faut souligner l'importance de macro-rugosité bien placée, permettant la présence de zones de repos et idéale pour le franchissement de certaines espèces (anguille).
Principe d'humidification	Il est important d'obtenir, sur le système de franchissement une zone sans écoulement mais juste humidifiée.

Le schéma suivant présente une vue en coupe d'une rampe « idéale » pour le franchissement des poissons et des macro-crustacés, d'après la bibliographie réalisée.

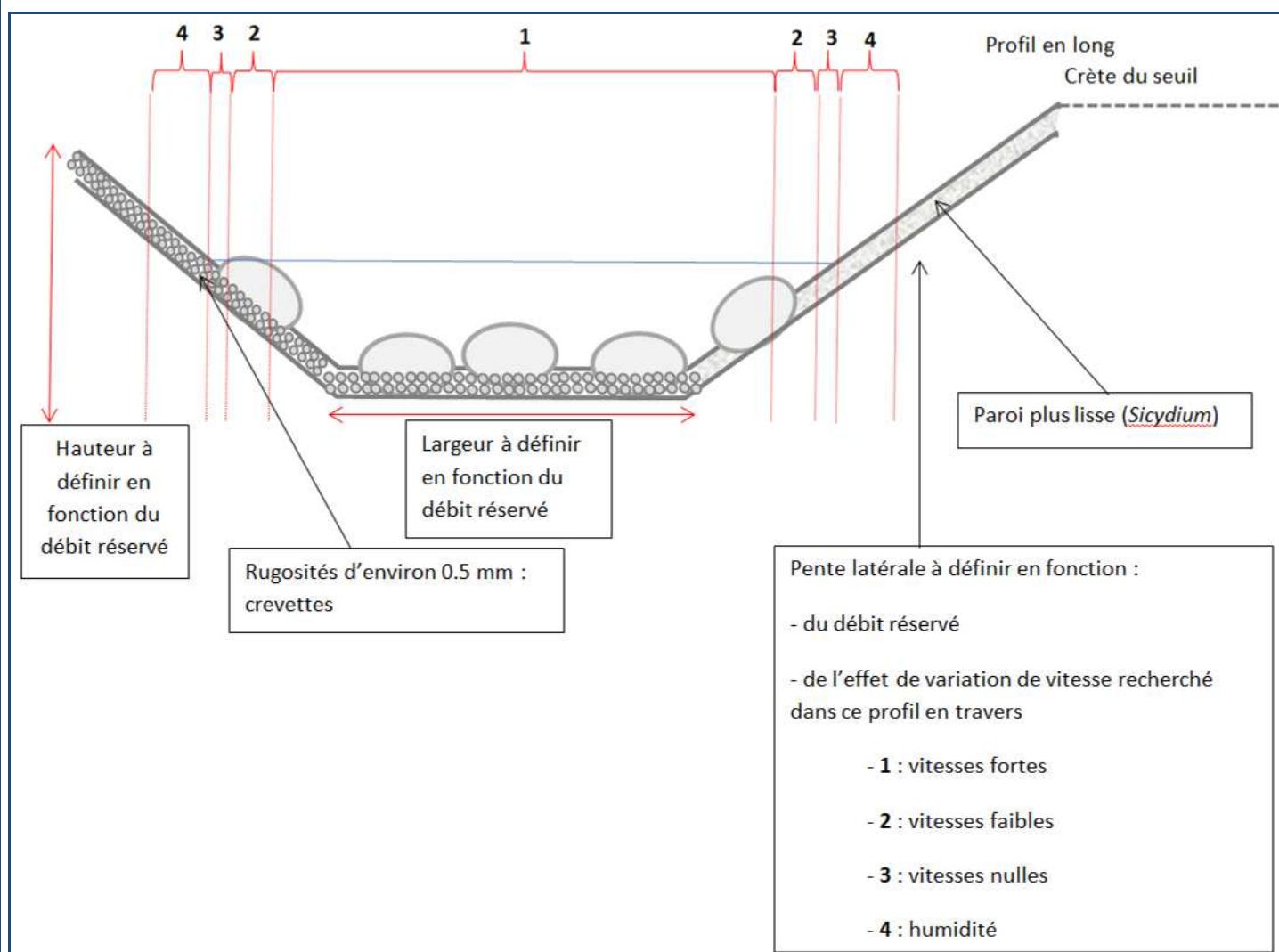


Figure 16 : vue en coupe d'une rampe « idéale » pour le franchissement des poissons et des macro-crustacés (FISH PASS)

11 Fiches actions

Au vu des éléments présentés précédemment, plusieurs fiches actions sont ici proposées. En premier lieu, trois fiches actions études, nécessaires à l'établissement de travaux :

- Fiche action étude de la dévalaison
- Fiche action étude des capacités de franchissement d'*Eleotris perniger*
- Fiche action étude des niveaux d'eau au droit des ouvrages

Ensuite, cinq fiches actions travaux sont proposées :

- Fiche action Fond Galion
- Fiche action Usine du Galion
- Fiche action Pont de Bassignac
- Fiche action Gué aval
- Fiche action Gué amont

FICHE ACTION ETUDE

ID fiche ouvrages	/	ID ROE ouvrage	/
Nom du cours d'eau	Le Galion	Id CE/ Code Entité Monographique	22251790
Linéaire (m)	/	Nom Zone Hydro	2225
Agence de l'eau	ODE Martinique	Commune(s)	/
Département(s)	972	Lieu-dit	/
Localisation cours d'eau	/		
Nom ouvrage :	/		

OBJECTIF DE L'ACTION

COMPARTIMENT		AMBITION
Morphologie	NON	/
Continuité sédimentaire	NON	/
Continuité piscicole	NON	
Continuité macro-crustacés	NON	
Amélioration connaissances	OUI	<i>Sur les périodes de dévalaison des crustacés adultes en période de reproduction, et des stades larvaires des poissons et crustacés.</i>
TYPE D'ACTION ENVISAGEE	<i>Etude</i>	

DESCRIPTIF DE L'ACTION

ASPECTS TECHNIQUES ET ECONOMIQUES

Type d'aménagement	<i>Etude scientifique permettant de confirmer les cycles de dévalaison sur les stades larvaires des poissons et crustacées, et crustacés adultes, tout au long de l'année afin de déterminer les proportions dévalantes en période sèche par rapport à la quantité d'individus dévalants total.</i>
Zone ciblée	<i>Echantillonnage in situ, 3 stations répartis sur la totalité du cours du Galion (Amont, Médiane, Aval).</i>
Acteurs identifiés	<i>Maître d'ouvrage : DEAL Financeurs : Office Départemental de l'Eau Maître d'œuvre : laboratoires (MNHN, IRSTEA, etc.) et/ou bureaux d'étude.</i>
Aménagement	Modalités techniques <i>Mise en place de système de capture des larves de poisson et crustacée ainsi que des adultes de crustacés sur les différentes stations et à différentes période de l'année (voir travaux : Neal et al. 2012, Olivier 2013, Bauer et al.2011)</i>
Mesure d'accompagnement	/
Précision travaux	<ul style="list-style-type: none"> <i>Mise en place de filet à plancton et de nasses, à des périodes différentes de l'année (saison sèche et saison des pluies) avec plus relèves sur 24 heures (détermination des rythmes de migration journalier)</i> <i>Comptage, tris et détermination des individus</i> <i>Evaluation des dynamiques de migration en fonction de différents paramètres environnementaux (Saisons, débit, température de l'eau, etc.).</i>
Modalité de gestion / d'entretien	/
Modalité de suivi	/
Chiffrage	<i>De 40 à 50 k€</i>

Modalités réglementaires

Respect L214-17	/
Objectifs SDAGE associés	/
Mesures du PDM associée	/
Enjeux CTMA associées	/
Procédures administratives de validation	/

ASPECTS ECOLOGIQUES

COMPARTIMENT	GAIN ATTENDU
Morphologie	/

Continuité sédimentaire	/
Continuité piscicole	/
Continuité macro-crustacés	/
Amélioration connaissances	<i>Amélioration des connaissances sur les dynamiques de dévalaison et évaluation de l'impact potentiel des prises d'eau et barrages sur mortalités des larves et le mouvement de dévalaison des adultes de crustacés</i>

SYNTHESE DES RISQUES ASSOCIES	
RISQUE IDENTIFIE	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
/	/

SYNTHESE USAGES		
USAGE IDENTIFIE	EFFET	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
/	/	/

FICHE ACTION ETUDE

ID fiche ouvrages	/	ID ROE ouvrage	/
Nom du cours d'eau	Le Galion	Id CE/ Code Entité Monographique	22251790
Linéaire (m)	/	Nom Zone Hydro	2225
Agence de l'eau	ODE Martinique	Commune(s)	/
Département(s)	972	Lieu-dit	/
Localisation cours d'eau	/		
Nom ouvrage :	/		

OBJECTIF DE L'ACTION

COMPARTIMENT		AMBITION
Morphologie	NON	/
Continuité sédimentaire	NON	/
Continuité piscicole	NON	/
Continuité macro-crustacés	NON	/
Amélioration connaissances	OUI	<i>Forte : amélioration des connaissances sur les capacités de franchissement d'Eleotris perniger</i>
TYPE D'ACTION ENVISAGEE		<i>Etude</i>

DESCRIPTIF DE L'ACTION ASPECTS TECHNIQUES ET ECONOMIQUES

Type d'aménagement	<i>Etude scientifique du comportement de franchissement d'Eleotris perniger</i>
Zone ciblée	<i>Etude de laboratoire, pour l'amélioration des conditions de circulation d'Eleotris perniger sur la partie aval du Galion (jusqu'à l'amont de la prise d'eau de l'Usine du Galion</i>
Acteurs identifiés	<i>Maître d'ouvrage : DEAL Financeurs : Office Départemental de l'Eau Maître d'œuvre : laboratoires (MNHN, IRSTEA, etc.) et/ou bureaux d'étude.</i>
Modalités techniques	
Aménagement	<i>Tester les capacités de franchissement d'Eleotris perniger face à différentes gammes de pentes et de rugosités en fluvarium (voir travaux de Schoenfuss & Blob 2003, Schoenfuss et al. 2011, 2013, Besson et al. 2009)</i>
Mesure d'accompagnement	/
Précision travaux	<i>Des tests seraient à effectuer en fluvarium sur des individus d'Eleotris perniger de différentes tailles. Les variables de ces tests seraient : - la pente du fond du lit, - la granulométrie (rugosité) - la présence de petites chutes. et leur effet sur le succès de déplacement d'Eleotris perniger. Cela permettrait de déterminer l'aménagement à pente et à rugosité la plus adaptée pour l'espèce.</i>
Modalité de gestion / d'entretien	/
Modalité de suivi	/
Chiffrage	<i>De 40 à 50 k€</i>
Modalités réglementaires	
Respect L214-17	/
Objectifs SDAGE associés	/
Mesures du PDM associée	/
Enjeux CTMA associées	/
Procédures administratives de validation	/

ASPECTS ECOLOGIQUES

COMPARTIMENT	GAIN ATTENDU
Morphologie	/

Continuité sédimentaire	/
Continuité piscicole	/
Continuité macro-crustacés	/
Amélioration connaissances	<i>Connaitre les capacités de franchissement d'Eleotris perniger (vitesse maximale de nage, pente maximale acceptable, etc.) et ainsi réaliser un dispositif de franchissement adapté</i>

SYNTHESE DES RISQUES ASSOCIES	
RISQUE IDENTIFIE	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
/	/

SYNTHESE USAGES		
USAGE IDENTIFIE	EFFET	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
/	/	/

FICHE ACTION ETUDE

ID fiche ouvrages	/	ID ROE ouvrage	/
Nom du cours d'eau	Le Galion	Id CE/ Code Entité Monographique	22251790
Linéaire (m)	/	Nom Zone Hydro	2225
Agence de l'eau	ODE Martinique	Commune(s)	La Trinité
Département(s)	972	Lieu-dit	Petit Galion / Bassignac
Localisation cours d'eau	/		
Nom ouvrage :	Prise d'eau Usine du Galion / Pont de Bassignac		

OBJECTIF DE L'ACTION

COMPARTIMENT		AMBITION
Morphologie	NON	/
Continuité sédimentaire	NON	/
Continuité piscicole	NON	/
Continuité macro-crustacés	NON	/
Amélioration connaissances	OUI	<i>Moyenne : mise en relation hauteur/débit</i>
TYPE D'ACTION ENVISAGEE		<i>Etude</i>

DESCRIPTIF DE L'ACTION ASPECTS TECHNIQUES ET ECONOMIQUES

Type d'aménagement	<i>Etude des niveaux amont-aval des seuils à différents débits</i>
Zone ciblée	<i>Seuil de prise d'eau de l'Usine du Galion et seuil du Pont de Bassignac</i>
Acteurs identifiés	<i>Maitre d'ouvrage : Communauté de communes Cap Nord Martinique Financeurs : Office Départemental de l'Eau Service instructeur : DEAL</i>
	Modalités techniques
Aménagement	<i>A au moins 3 différents débits connus et représentatifs (débit d'étiage, débit moyen et fort débit), déterminer l'altitude du fil d'eau et du fil d'eau aval des seuils du pont de Bassignac et de la prise de l'Usine du Galion afin de caler le dispositif de franchissement piscicole.</i>
Mesure d'accompagnement	/
Précision travaux	<i>Peut s'effectuer par relève manuelle des niveaux d'eau à l'aide de niveau optique et d'un repère altitudinale (orthonormé ou non) ou par relève automatique à l'aide de sonde d'enregistrement du niveau d'eau (plage de données plus importante).</i>
Modalité de gestion / d'entretien	/
Modalité de suivi	/
Chiffrage	<i>De 1.5 à 8 k€</i>
	Modalités réglementaires
Respect L214-17	/
Objectifs SDAGE associés	/
Mesures du PDM associée	/
Enjeux CTMA associées	/
Procédures administratives de validation	/

ASPECTS ECOLOGIQUES

COMPARTIMENT	GAIN ATTENDU
Morphologie	/
Continuité sédimentaire	/
Continuité piscicole	/
Continuité macro-crustacés	/
Amélioration connaissances	<i>Permet un calage adapté du dispositif de franchissement piscicole et macro-crustacé</i>

SYNTHESE DES RISQUES ASSOCIES

RISQUE IDENTIFIE	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
/	/

SYNTHESE USAGES

USAGE IDENTIFIE	EFFET	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
/	/	/

FICHE ACTION OUVRAGES

ID fiche ouvrages	Prise d'eau fond Galion	ID ROE ouvrage	NC
Nom du cours d'eau	Le Galion	Id CE/ Code Entité Monographique	22251790
Linéaire (m)	/	Nom Zone Hydro	2225
Agence de l'eau	ODE Martinique	Commune(s)	La Trinité
Département(s)	972	Lieu-dit	Fond Galion
Localisation cours d'eau	/		
Nom ouvrage :	Prise d'eau Fond Galion		

OBJECTIF DE L'ACTION

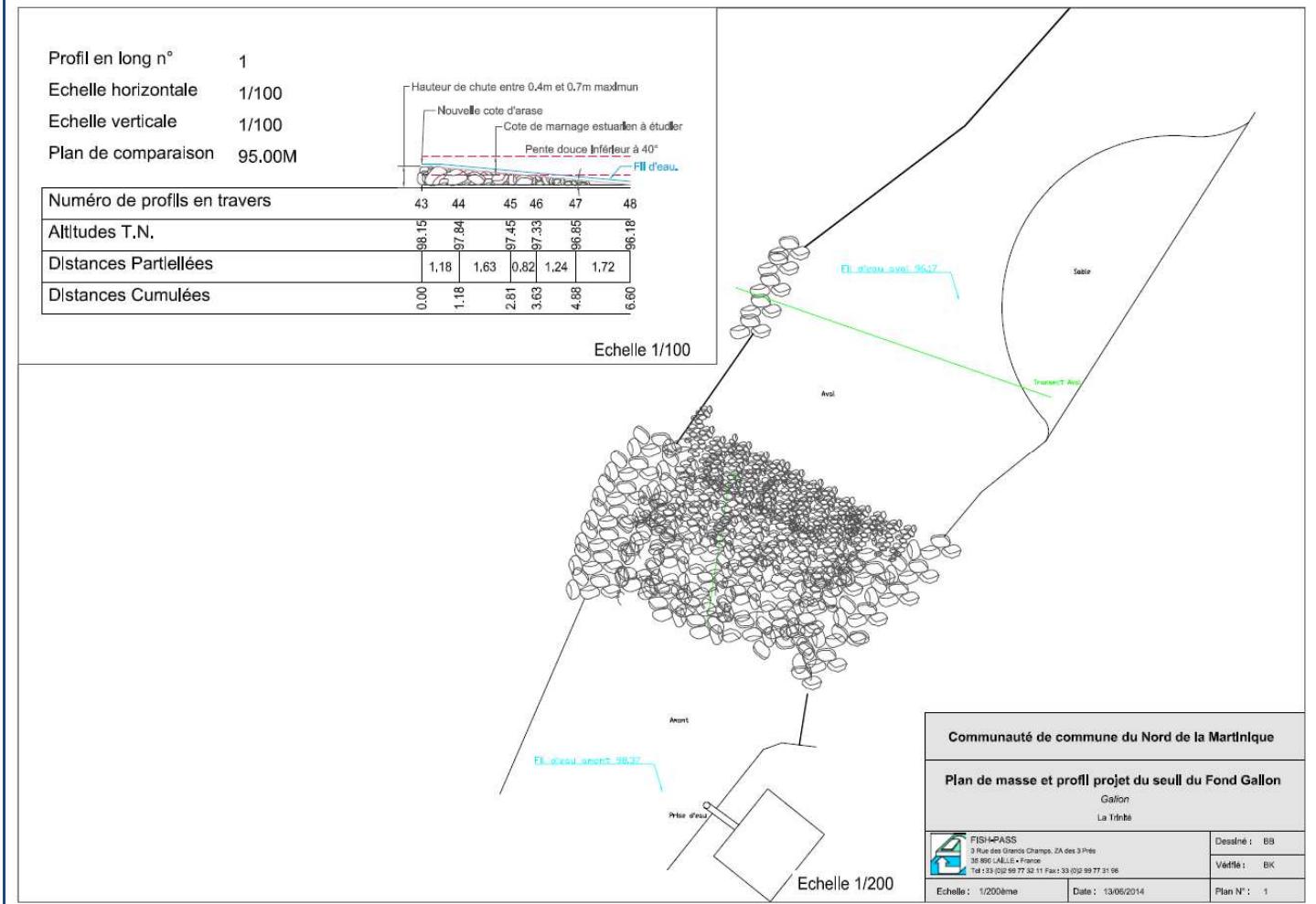
COMPARTIMENT		AMBITION
Morphologie	OUI	Forte
Continuité sédimentaire	OUI	Moyenne
Continuité piscicole	OUI	Forte : <i>Sycidium / Eleotris perniger / Mugil curema</i>
Continuité macro-crustacés	OUI	Forte : <i>Macrobrachium / Atydae sp. / Xiphocaris elongata</i>
Amélioration connaissances	NON	/
TYPE D'ACTION ENVISAGEE		Travaux

DESCRIPTIF DE L'ACTION	
ASPECTS TECHNIQUES ET ECONOMIQUES	
Type d'aménagement	Arasement
Zone ciblée	Prise d'eau de Fond Galion et retenue de l'ouvrage
Acteurs identifiés	Propriétaire(s) de la bananeraie Maître d'ouvrage : Communauté de communes Cap Nord Martinique Financeurs : Office Départemental de l'Eau Service instructeur : DEAL
Modalités techniques	
Aménagement	<p>Scénario 1 : Effacement total si le rôle de l'ouvrage concernant l'alimentation en eau de la Bananeraie peut être entièrement compensé. L'ensemble des enrochements seraient retirés.</p> <p>Scénario 2 : Arasement partiel si aucune autre solution satisfaisante ne peut être trouvé pour maintenir l'alimentation en eau de la Bananeraie. La cote d'arasement serait un compromis entre les enjeux suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - cote d'arasement nécessaire pour maintenir un pompage suffisant à l'amont, - cote d'arasement et nouvelle configuration d'ouvrage (en jouant sur la pente) permettant la franchissabilité pour l'ensemble des espèces cibles : une chute maximale comprise entre 0.4 et 0.7 m pourrait être un objectif - cote d'arasement permettant l'enniolement pour la marée haute à partir d'un certain coefficient de marée (à définir)
Mesure d'accompagnement	Moyen alternatif d'alimentation en eau de la Bananeraie : <ul style="list-style-type: none"> - Fosse - Alimentation par by pass du canal d'amené à l'usine du Galion, - En dernier recours, alimentation par pompage avec conservation d'un seuil résiduel
Précision travaux	<p>Accès : Pas de difficulté particulière (accès rive droite par chemin de terre)</p> <p>Période : Période d'étiage</p> <p>Préconisations : Travaux à sec (batardage amont/aval, mise en place d'un pompage) / Remise en état des berges après travaux (profils limitant l'érosion latérale)</p>
Modalité de gestion / d'entretien	<p>Scénario 1 : Pas d'entretien particulier à prévoir</p> <p>Scénario 2 : Contrôle visuel de l'ouvrage et nettoyage après période de très forts débits</p>
Modalité de suivi	Pêches électrique amont et aval avec protocoles identiques à l'étude initiale sur les mêmes stations
Chiffrage	40 k€

Modalités réglementaires

Respect L214-17	Listes du L214-17 non publiées pour le moment
Objectifs SDAGE associés	OF3 : Changer nos habitudes et promouvoir des pratiques écocitoyennes : <ul style="list-style-type: none"> - 3.1 : Restaurer ou maintenir la continuité biologique - 3.2 : Limiter la dégradation morphologique des cours d'eau
Mesures du PDM associée	Installer des ouvrages de franchissement au niveau des obstacles (seuils, passages à gués, prises d'eau) existants qui se révèlent bloquant pour la circulation des espèces
Enjeux CTMA associées	<ul style="list-style-type: none"> - L'amélioration de la qualité écologique et chimique des cours d'eau avec un nécessaire lien terre/mer, - La reconquête des milieux aquatiques et la valorisation patrimoniale,

SCHEMA DE PRINCIPE DE L'AMENAGEMENT



ASPECTS ECOLOGIQUES

COMPARTIMENT	GAIN ATTENDU
Morphologie	<i>Gain en faciès lotiques (zones à courants rapides), Augmentation du linéaire de la zone de marnage estuaire</i>
Continuité sédimentaire	<i>Effet difficile à qualifier au vu de la connaissance des processus hydro-sédimentaires actuels</i>
Continuité piscicole	<i>Scénario 1 : rétablissement de la franchissabilité tout espèce et tout stade Scénario 2 : rétablissement de la franchissabilité pour un maximum d'espèces et de stades en fonction de la cote d'arase acceptable</i>
Continuité macro-crustacés	<i>Scénario 1 : rétablissement de la franchissabilité tout espèce et tout stade Scénario 2 : rétablissement de la franchissabilité pour un maximum d'espèces et de stades en fonction de la cote d'arase acceptable</i>
Amélioration connaissances	/

SYNTHESE DES RISQUES ASSOCIES

RISQUE IDENTIFIÉ	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
Déstabilisation du profil en long (érosion régressive)	<i>Risque potentiellement faible (apport sédimentaire / zone à pente faible / marnage estuaire) -> A étudier Si risque avéré -> Maintien d'un seuil de fond</i>
Déstabilisation des berges (érosion latérale)	<i>Risque existant -> Au droit du seuil, maintien de protection de berge A l'amont, étude des secteurs à risques</i>
Sur-alluvionnement en aval et ses effets hydromorphologiques et écologiques	<i>Risque pouvant être considéré comme faible (peu de volume de sédiments dans la retenue)</i>
Affaissement de la nappe d'accompagnement en amont	<i>Risque à étudier si : - enjeu zones humides existant, - enjeu forage AEP / irrigation existant.</i>
Remise en cause de l'équilibre écologique mis en place en amont depuis l'installation du seuil	<i>Seuil récent : Risque inexistant</i>
Médiocre qualité d'habitat sur les cours d'eau ayant subi une chenalisation (recalibrage, rectification)	<i>Risque inexistant</i>
Mortalité d'une partie de la ripisylve dont les racines seront exondées	<i>Seuil récent : risque faible</i>
Remplacement d'un paysage de « plan d'eau » par un paysage de cours d'eau naturel	<i>Risque identifié en contexte métropolitain sur des cours d'eau aménagés depuis longtemps : risque faible</i>
Réduction du volume de zones refuges pour les poissons en étiage sévère	<i>Risque faible</i>

Déformations géotechniques des bâtiments situés le long de l'ancienne retenue	Seuil récent : Risque potentiellement faible.
Modification des peuplements biologiques et des processus physico-chimiques	<i>Risque faible</i>

SYNTHESE USAGES		
USAGE IDENTIFIE	EFFET	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
Prélèvement irrigation Fond Galion	<i>Effet négatif sur le fonctionnement du pompage</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Creusement d'une fosse de pompage - Evaluer la possibilité d'utiliser le prélèvement pour l'usine du Galion - En dernier recours, conservation d'une retenue avec un seuil résiduel.

FICHE ACTION OUVRAGES

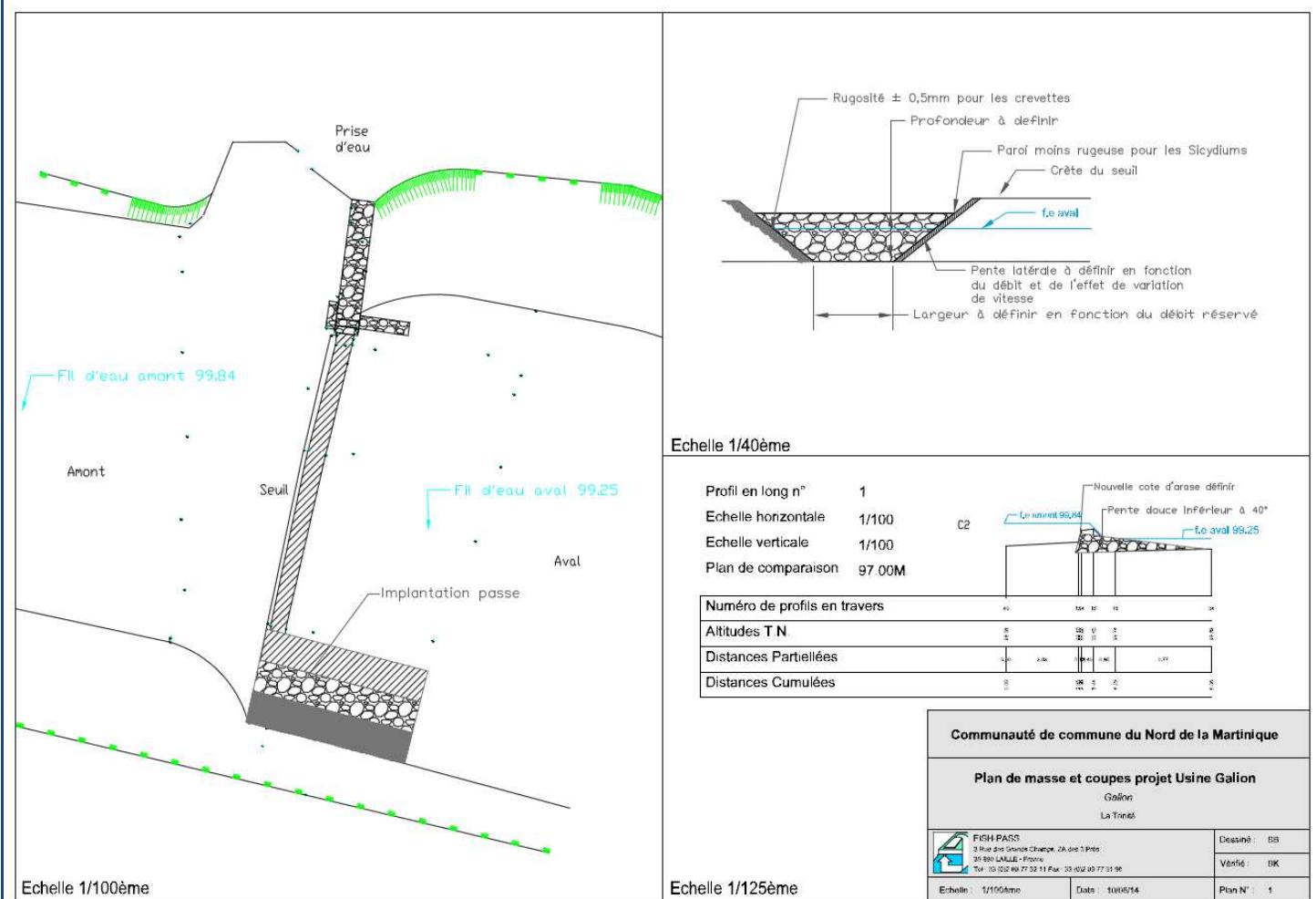
ID fiche ouvrages	Prise d'eau Usine Galion	ID ROE ouvrage	nc
Nom du cours d'eau	Le Galion	Id CE/ Code Entité Monographique	22251790
Linéaire (m)	/	Nom Zone Hydro	2225
Agence de l'eau	ODE Martinique	Commune(s)	La Trinité
Département(s)	972	Lieu-dit	Petit Galion
Localisation cours d'eau	/		
Nom ouvrage :	Prise d'eau Usine Galion		

OBJECTIF DE L'ACTION

COMPARTIMENT		AMBITION
Morphologie	NON	/
Continuité sédimentaire	NON	/
Continuité piscicole	OUI	Moyenne : <i>Syridium / Eleotris perniger</i>
Continuité macro-crustacés	OUI	Forte : <i>Macrobrachium / Atydae sp. / Xiphocaris elongata</i>
Amélioration connaissances	NON	/
TYPE D'ACTION ENVISAGEE		Travaux

DESCRIPTIF DE L'ACTION	
ASPECTS TECHNIQUES ET ECONOMIQUES	
Type d'aménagement	<i>Dispositif de franchissement piscicole</i>
Zone ciblée	<i>Seuil de prise d'eau de l'Usine du Galion</i>
Acteurs identifiés	<i>Propriétaire(s) de l'usine du Galion (SAEN) Maître d'ouvrage : Communauté de communes Cap Nord Martinique Financeurs : Office Départemental de l'Eau Service instructeur : DEAL</i>
Modalités techniques	
Aménagement	Création d'un dispositif de franchissement rustique en berge , de pente longitudinale inférieure à 40°, afin de permettre à la fois le passage des espèces à forte capacité de franchissement (colles-roches / crevettes) et d'Eleotris perniger, espèce à capacité de franchissement moins importante. La rampe devra permettre le passage du débit réservé, et devra contenir des zones à faibles vitesses d'écoulement, à écoulement nulle et des zones uniquement humidifiée, avec différents types de rugosité, et notamment une rugosité de 0.5 mm sur un des pans de la rampe, pour faciliter les passage des crevettes.
Mesure d'accompagnement	<i>Définition du débit réservé à conserver dans la passe</i>
Précision travaux	Accès : Difficile pour les engins (pas de cheminement en bordure du cours d'eau) Période : Période d'étiage Préconisations : Travaux à sec (batardage amont/aval, mise en place d'un pompage) / Remise en état du site après travaux
Modalité de gestion / d'entretien	<i>Contrôle visuel de l'ouvrage et nettoyage après période de très forts débits</i>
Modalité de suivi	1. Pêches électrique amont et aval avec protocoles identiques à l'étude initiale sur les mêmes stations 2. Observations visuels pendant les périodes de montaison et/ou mise en place d'un système de piégeage
Chiffrage	<i>Coût à définir en fonction de la pente d'objectif de la rampe. Le prix minimal serait de 40 k€ .</i>
Modalités réglementaires	
Respect L214-17	<i>Listes du L214-17 non publiées pour le moment</i>
Objectifs SDAGE associés	<i>OF3 : Changer nos habitudes et promouvoir des pratiques écocitoyennes : - 3.1 : Restaurer ou maintenir la continuité biologique</i>
Mesures du PDM associée	<i>Installer des ouvrages de franchissement au niveau des obstacles (seuils, passages à gués, prises d'eau) existants qui se révèlent bloquant pour la circulation des espèces</i>
Enjeux CTMA associées	<i>- L'amélioration de la qualité écologique et chimique des cours d'eau avec un nécessaire lien terre/mer, - La reconquête des milieux aquatiques et la valorisation patrimoniale,</i>
Procédures administratives de validation	<i>- Demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau / Déclaration d'Intérêt Générale</i>

SCHEMA DE PRINCIPE DE L'AMENAGEMENT



ASPECTS ECOLOGIQUES	
COMPARTIMENT	GAIN ATTENDU
Morphologie	<i>Pas de gain particulier</i>
Continuité sédimentaire	<i>Pas de gain particulier</i>
Continuité piscicole	<i>Amélioration des conditions de franchissabilité du seuil pour les espèces : Sycidium / Electris perniger</i>
Continuité macro-crustacés	<i>Amélioration des conditions de franchissabilité du seuil pour les espèces : Macrobrachium / Atydae sp. / Xiphocaris elongata</i>
Amélioration connaissances	/

SYNTHESE DES RISQUES ASSOCIES	
RISQUE IDENTIFIE	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
Risque de déstabilisation ou destruction en période de fort débit	<i>Implantation adaptée Surveillance régulière Mise en place de système de protection (drôme / déflecteur) si nécessaire</i>

SYNTHESE USAGES		
USAGE IDENTIFIE	EFFET	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
Prélèvement Usine du Galion	<i>Effet fonction du débit réservé décidé par l'administration</i>	<i>Pas de mesure prévue</i>

FICHE ACTION OUVRAGES

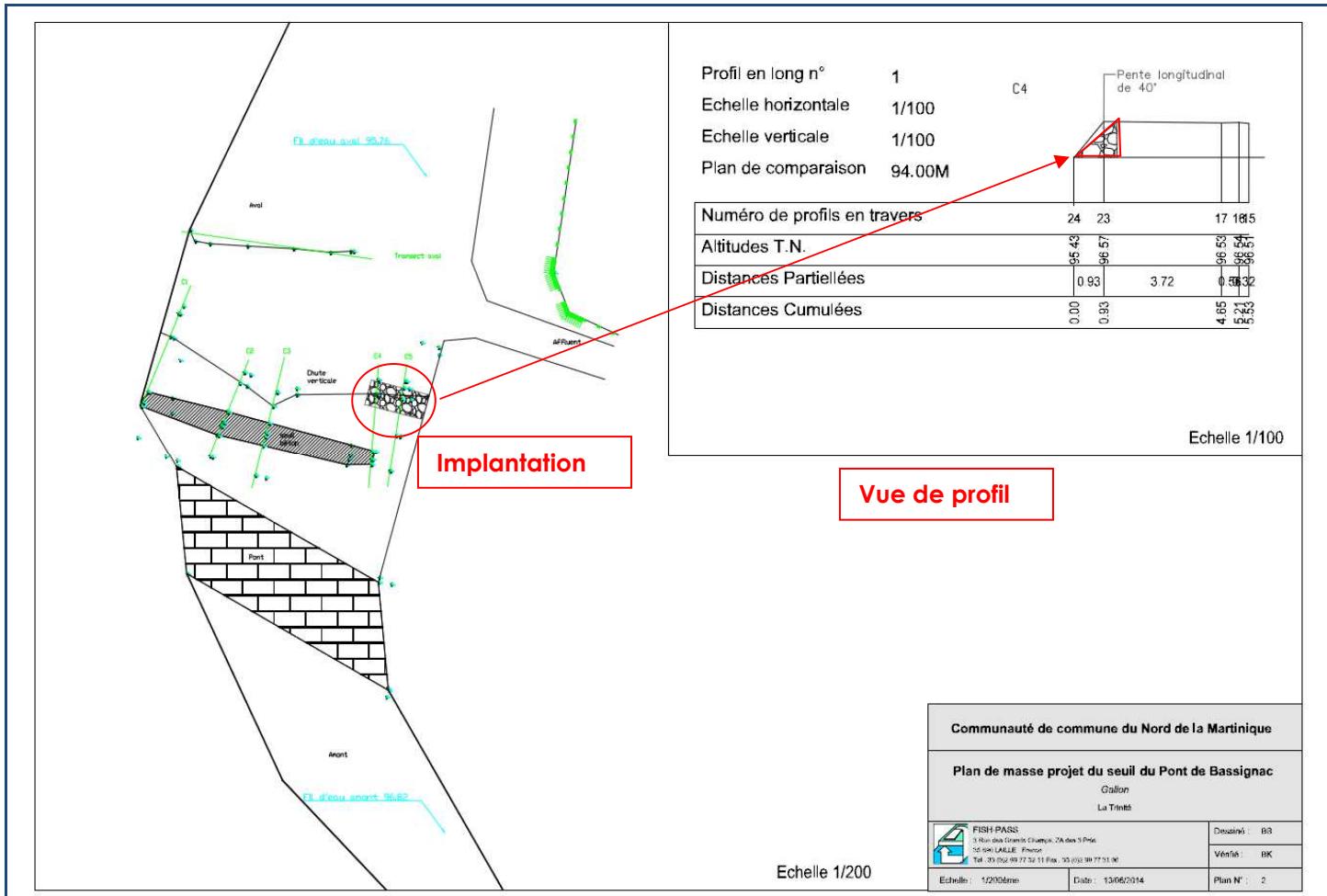
ID fiche ouvrages	Pont de Bassignac	ID ROE ouvrage	17_GAL_02_02
Nom du cours d'eau	Le Galion	Id CE/ Code Entité Monographique	22251790
Linéaire (m)	/	Nom Zone Hydro	2225
Agence de l'eau	ODE Martinique	Commune(s)	La Trinité
Département(s)	972	Lieu-dit	Bassignac
Localisation cours d'eau	/		
Nom ouvrage :	Pont de Bassignac		

OBJECTIF DE L'ACTION

COMPARTIMENT		AMBITION
Morphologie	NON	/
Continuité sédimentaire	NON	/
Continuité piscicole	OUI	<i>Faible : Sycidium</i>
Continuité macro-crustacés	OUI	<i>Forte : Macrobrachium / Atydae sp. / Xiphocaris elongata</i>
Amélioration connaissances	NON	/
TYPE D'ACTION ENVISAGEE		Travaux

DESCRIPTIF DE L'ACTION	
ASPECTS TECHNIQUES ET ECONOMIQUES	
Type d'aménagement	<i>Dispositif de franchissement piscicole</i>
Zone ciblée	<i>Pont de Bassignac</i>
Acteurs identifiés	<i>Propriétaire(s) de l'usine du Galion (Conseil Général) Maître d'ouvrage : Communauté de communes Cap Nord Martinique / Conseil Général Financeurs : Office Départemental de l'Eau Service instructeur : DEAL</i>
Modalités techniques	
Aménagement	Création d'un dispositif de franchissement rustique en berge , de pente longitudinale de 40°, afin de permettre le passage des espèces à forte capacité de franchissement (colles-roches / crevettes). La rampe devra contenir des zones à faibles vitesses d'écoulement, à écoulement nulle et des zones uniquement humidifiée, avec différents types de rugosité, et notamment une rugosité de 0.5 mm sur un des pans de la rampe, pour faciliter les passage des crevettes.
Mesure d'accompagnement	<i>Pas de mesure d'accompagnement particulière</i>
Précision travaux	Accès : Facile (par le pont). Période : Période d'étiage Préconisations : Travaux à sec (batardage amont/aval, mise en place d'un pompage) / Remise en état du site après travaux
Modalité de gestion / d'entretien	<i>Contrôle visuel de l'ouvrage et nettoyage après période de très forts débits</i>
Modalité de suivi	1. Pêches électrique amont et aval avec protocoles identiques à l'étude initiale sur les mêmes stations 2. Observations visuels pendant les périodes de montaison et/ou mise en place d'un système de piégeage
Chiffrage	40 à 60 k€
Modalités réglementaires	
Respect L214-17	<i>Listes du L214-17 non publiées pour le moment</i>
Objectifs SDAGE associés	<i>OF3 : Changer nos habitudes et promouvoir des pratiques écocitoyennes : - 3.1 : Restaurer ou maintenir la continuité biologique</i>
Mesures du PDM associée	<i>Installer des ouvrages de franchissement au niveau des obstacles (seuils, passages à gués, prises d'eau) existants qui se révèlent bloquant pour la circulation des espèces</i>
Enjeux CTMA associées	<i>- L'amélioration de la qualité écologique et chimique des cours d'eau avec un nécessaire lien terre/mer, - La reconquête des milieux aquatiques et la valorisation patrimoniale,</i>
Procédures administratives de validation	<i>- Demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau / Déclaration d'Intérêt Générale</i>

SCHEMA DE PRINCIPE DE L'AMENAGEMENT



ASPECTS ECOLOGIQUES	
COMPARTIMENT	GAIN ATTENDU
Morphologie	<i>Pas de gain particulier</i>
Continuité sédimentaire	<i>Pas de gain particulier</i>
Continuité piscicole	<i>Amélioration des conditions de franchissabilité du seuil pour les espèces : Sycidium</i>
Continuité macro-crustacés	<i>Amélioration des conditions de franchissabilité du seuil pour les espèces : Macrobrachium / Atydae sp. / Xiphocaris elongata</i>
Amélioration connaissances	/

SYNTHESE DES RISQUES ASSOCIES	
RISQUE IDENTIFIE	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
Risque de déstabilisation ou destruction en période de fort débit	<i>Implantation adaptée Surveillance régulière Mise en place de système de protection (drôme / déflecteur) si nécessaire</i>

SYNTHESE USAGES		
USAGE IDENTIFIE	EFFET	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
Traversé de véhicule	<i>Pas d'effet</i>	<i>Pas de mesure prévue</i>

FICHE ACTION OUVRAGES

ID fiche ouvrages	Gué aval	ID ROE ouvrage	368_GAL-02-02
Nom du cours d'eau	Le Galion	Id CE/ Code Entité Monographique	22251790
Linéaire (m)	/	Nom Zone Hydro	2221
Agence de l'eau	ODE Martinique	Commune(s)	La Trinité et Sainte Marie
Département(s)	972	Lieu-dit	Base de loisir Bolarivié
Localisation cours d'eau	/		
Nom ouvrage :	Gué aval		

OBJECTIF DE L'ACTION

COMPARTIMENT		AMBITION
Morphologie	NON	/
Continuité sédimentaire	NON	/
Continuité piscicole	OUI	<i>Faible : Sycidium</i>
Continuité macro-crustacés	OUI	<i>Forte : Macrobrachium / Atydae sp. / Xiphocaris elongata</i>
Amélioration connaissances	NON	/
TYPE D'ACTION ENVISAGEE		Travaux

DESCRIPTIF DE L'ACTION

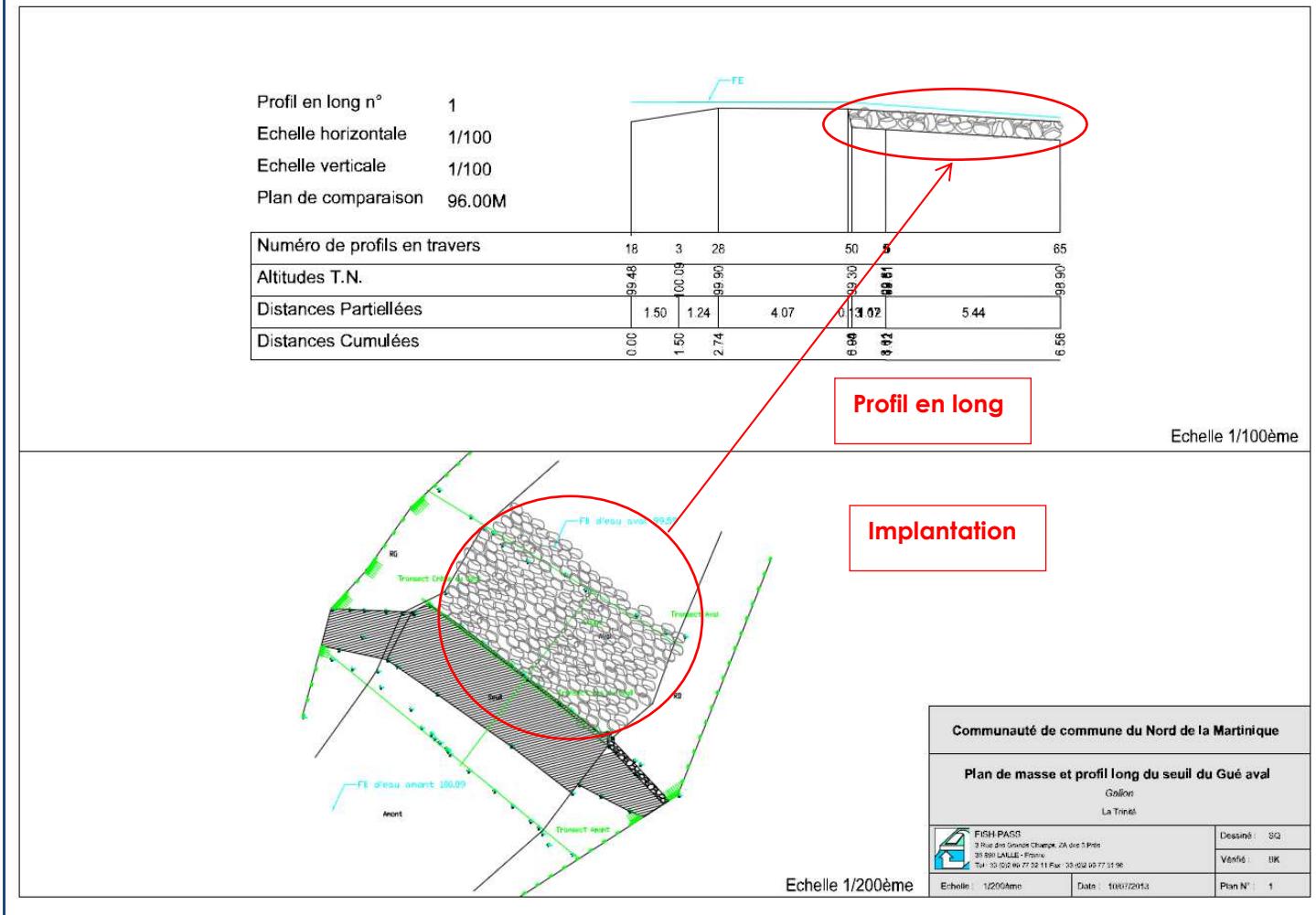
ASPECTS TECHNIQUES ET ECONOMIQUES

Type d'aménagement	<i>Dispositif de franchissement piscicole</i>
Zone ciblée	Gué aval
Acteurs identifiés	<i>Propriétaire(s) du Gué (?) Maître d'ouvrage : Communauté de communes Cap Nord Martinique / Conseil Général Financeurs : Office Départemental de l'Eau Service instructeur : DEAL</i>
Aménagement	Modalités techniques <i>Remblai en enrochement de l'aval du gué, permettant d'effacer la chute existante et de faciliter le passage des espèces à fortes capacités de franchissement. Les enrochements les plus grossiers devront suivre la granulométrie des blocs déjà présente à l'aval du seuil. Un remplissage des interstices inter-blocs par de la granulométrie plus fine ou par un liaisonnement béton pourra être envisagée.</i>
Mesure d'accompagnement	<i>Pas de mesure d'accompagnement particulière</i>
Précision travaux	Accès : Facile Période : Période d'étiage Préconisations : Travaux à sec (batardage amont/aval, mise en place d'un pompage) / Remise en état du site après travaux
Modalité de gestion / d'entretien	<i>Contrôle visuel de l'ouvrage et nettoyage après période de très forts débits</i>
Modalité de suivi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pêches électrique amont et aval avec protocoles identiques à l'étude initiale sur les mêmes stations 2. Observations visuels pendant les périodes de montaison et/ou mise en place d'un système de piégeage
Chiffrage	<i>50 k€</i>

Modalités réglementaires

Respect L214-17	<i>Listes du L214-17 non publiées pour le moment</i>
Objectifs SDAGE associés	<i>OF3 : Changer nos habitudes et promouvoir des pratiques écocitoyennes :</i> <i>- 3.1 : Restaurer ou maintenir la continuité biologique</i>
Mesures du PDM associée	<i>Installer des ouvrages de franchissement au niveau des obstacles (seuils, passages à gués, prises d'eau) existants qui se révèlent bloquant pour la circulation des espèces</i>
Enjeux CTMA associées	<i>- L'amélioration de la qualité écologique et chimique des cours d'eau avec un nécessaire lien terre/mer,</i> <i>- La reconquête des milieux aquatiques et la valorisation patrimoniale,</i>
Procédures administratives de validation	<i>- Demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau / Déclaration d'Intérêt Générale</i>

SCHEMA DE PRINCIPE DE L'AMENAGEMENT



ASPECTS ECOLOGIQUES

COMPARTIMENT	GAIN ATTENDU
Morphologie	<i>Pas de gain particulier</i>
Continuité sédimentaire	<i>Pas de gain particulier</i>
Continuité piscicole	<i>Amélioration des conditions de franchissabilité du seuil pour les espèces : Sycidium</i>
Continuité macro-crustacés	<i>Amélioration des conditions de franchissabilité du seuil pour les espèces : Macrobrachium / Atydae sp. / Xiphocaris elongata</i>
Amélioration connaissances	/

SYNTHESE DES RISQUES ASSOCIES

RISQUE IDENTIFIE	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
Risque de déstabilisation ou destruction en période de fort débit	<i>Implantation adaptée Surveillance régulière Mise en place de système de protection (drôme / déflecteur) si nécessaire</i>

SYNTHESE USAGES

USAGE IDENTIFIE	EFFET	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
Traversé de véhicule	<i>Pas d'effet</i>	<i>Pas de mesure prévue</i>

FICHE ACTION OUVRAGES

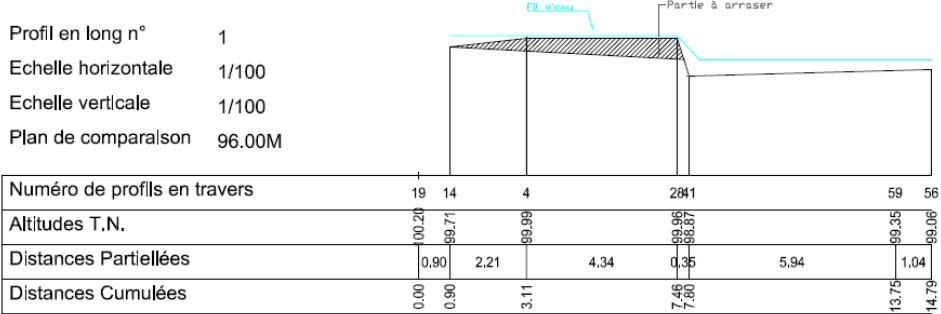
ID fiche ouvrages	Gué amont	ID ROE ouvrage	13_GAL-01-01
Nom du cours d'eau	Le Galion	Id CE/ Code Entité Monographique	22251790
Linéaire (m)	/	Nom Zone Hydro	2221
Agence de l'eau	ODE Martinique	Commune(s)	La Trinité et Sainte Marie
Département(s)	972	Lieu-dit	Base de loisir Bolarivié
Localisation cours d'eau	/		
Nom ouvrage :	Gué amont		

OBJECTIF DE L'ACTION

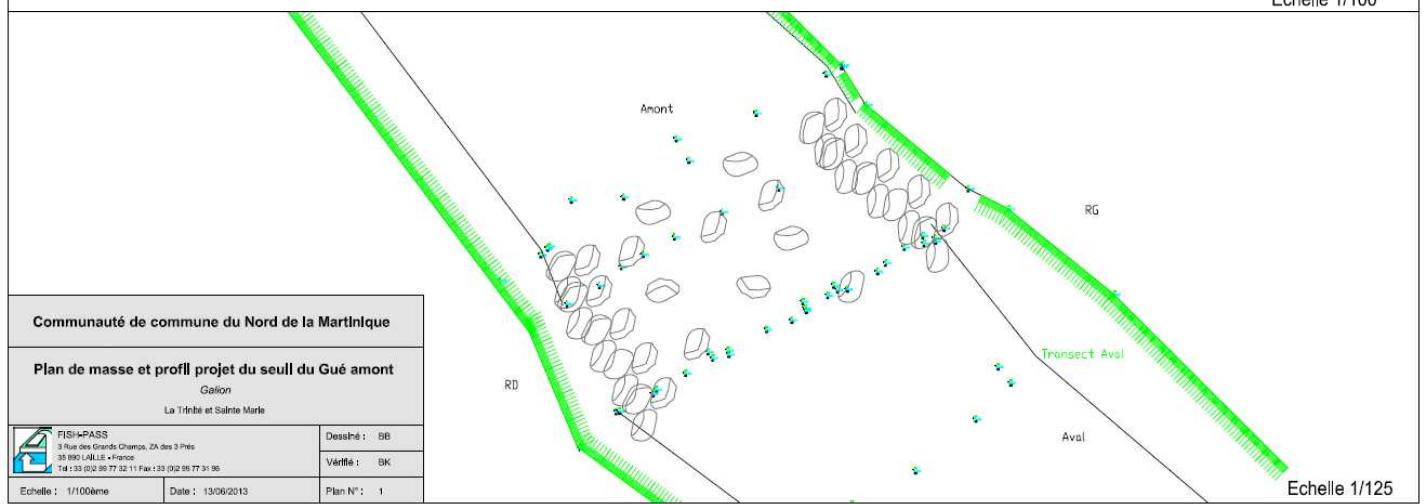
COMPARTIMENT		AMBITION
Morphologie	OUI	<i>Faible</i>
Continuité sédimentaire	OUI	<i>Faible</i>
Continuité piscicole	OUI	<i>Faible : Sycidium</i>
Continuité macro-crustacés	OUI	<i>Forte : Macrobrachium / Atydae sp. / Xiphocaris elongata</i>
Amélioration connaissances	NON	/
TYPE D'ACTION ENVISAGEE		Travaux

DESCRIPTIF DE L'ACTION	
ASPECTS TECHNIQUES ET ECONOMIQUES	
Type d'aménagement	<i>Arasement</i>
Zone ciblée	Gué aval
Acteurs identifiés	<i>Propriétaire(s) du Gué (?)</i> <i>Maitre d'ouvrage : Communauté de communes Cap Nord Martinique / Conseil Général</i> <i>Financeurs : Office Départemental de l'Eau</i> <i>Service instructeur : DEAL</i>
Modalités techniques	
Aménagement	<i>Effacement du seuil avec maintien d'un radier de fond</i>
Mesure d'accompagnement	<i>Pas de mesure d'accompagnement particulière</i>
Précision travaux	<i>Accès : Facile</i> <i>Période : Période d'étiage</i> <i>Préconisations : Travaux à sec (batardage amont/aval, mise en place d'un pompage) / Remise en état du site après travaux</i>
Modalité de gestion / d'entretien	<i>Pas de gestion</i>
Modalité de suivi	<i>1. Pêches électrique amont et aval avec protocoles identiques à l'étude initiale sur les mêmes stations</i>
Chiffrage	<i>35 k€</i>
Modalités réglementaires	
Respect L214-17	<i>Listes du L214-17 non publiées pour le moment</i>
Objectifs SDAGE associés	<i>OF3 : Changer nos habitudes et promouvoir des pratiques écocitoyennes :</i> <i>- 3.1 : Restaurer ou maintenir la continuité biologique</i> <i>- 3.2 : Limiter la dégradation morphologique des cours d'eau</i>
Mesures du PDM associée	<i>Installer des ouvrages de franchissement au niveau des obstacles (seuils, passages à gués, prises d'eau) existants qui se révèlent bloquant pour la circulation des espèces</i>
Enjeux CTMA associées	<i>- L'amélioration de la qualité écologique et chimique des cours d'eau avec un nécessaire lien terre/mer,</i> <i>- La reconquête des milieux aquatiques et la valorisation patrimoniale,</i>
Procédures administratives de validation	<i>- Demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau / Déclaration d'Intérêt Générale</i>

SCHEMA DE PRINCIPE DE L'AMENAGEMENT



Echelle 1/100



ASPECTS ECOLOGIQUES

COMPARTIMENT	GAIN ATTENDU
Morphologie	Très faible gain en faciès lotiques (zones à courants rapide)
Continuité sédimentaire	Effet difficile à qualifier au vu de la connaissance des processus hydro-sédimentaires actuels
Continuité piscicole	Rétablissement de la franchissabilité tout espèce et tout stade
Continuité macro-crustacés	Rétablissement de la franchissabilité tout espèce et tout stade
Amélioration connaissances	/

SYNTHESE DES RISQUES ASSOCIES

RISQUE IDENTIFIÉ	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
Déstabilisation du profil en long (érosion régressive)	Risque très faible avec maintien d'un radier de fond
Déstabilisation des berges (érosion latérale)	Risque existant mais faible (faible abaissement de la ligne d'eau et faible linéaire de berge concerné)
Sur-alluvionnement en aval et ses effets hydromorphologiques et écologiques	Risque pouvant être considéré comme très faible (peu de volume de sédiments dans la retenue)
Affaissement de la nappe d'accompagnement en amont	Risque très faible (Faible abaissement de la ligne d'eau)
Remise en cause de l'équilibre écologique mis en place en amont depuis l'installation du seuil	Risque très faible : faible abaissement de la ligne d'eau
Médiocre qualité d'habitat sur les cours d'eau ayant subi une chenalisation (recalibrage, rectification)	Risque très faible : faible abaissement de la ligne d'eau
Mortalité d'une partie de la ripisylve dont les racines seront exondées	Risque très faible : faible abaissement de la ligne d'eau
Remplacement d'un paysage de « plan d'eau » par un paysage de cours d'eau naturel	Risque identifié en contexte métropolitain sur des cours d'eau aménagés depuis longtemps : risque faible
Réduction du volume de zones refuges pour les poissons en étiage sévère	Risque très faible : faible abaissement de la ligne d'eau
Déformations géotechniques des bâtiments situés le long de l'ancienne retenue	Risque inexistant Pas de bâtiment le long de l'ancienne retenue
Modification des peuplements biologiques et des processus physico-chimiques	Risque très faible : faible abaissement de la ligne d'eau

SYNTHESE USAGES

USAGE IDENTIFIÉ	EFFET	MESURE EVITATIVE / CORRECTIVE / COMPENSATOIRE
Traversé du cours d'eau par les véhicules	Supprime l'usage à cet endroit	Usage de traversée semble peu important à l'état actuel / Possibilité d'utiliser le gué aval
Baignade dans la	Limite l'usage baignade dans une certaine mesure.	Le maintien d'un radier de fond permettra de maintenir une

12 Bibliographie

Asconit, 2007. Etat des lieux de l'environnement piscicole de la Martinique-Phase 1. Caractérisation du réseau hydrographique. Rapport DIREN, ODE. 129 p.+ annexes.

Asconit, 2008a. Etat des lieux de l'environnement piscicole de la Martinique-Phase 2. Diagnostic et potentialités piscicoles. Rapport DIREN/ODE. 86 p.

Asconit, 2008b. Etat des lieux de l'environnement piscicole de la Martinique-Localisation et accès aux stations de pêche d'inventaire. Rapport DIREN/ODE. 19 p.

Asconit, 2008c. Programme de surveillance des cours d'eau de la Martinique-Année 2007-Volet Biologique. Rapport de synthèse annuel. Rapport DIREN. 88 p.

Asconit, 2011a. Suivi des stations du réseau de référence des masses d'eau superficielles terrestres de Martinique au titre de l'année 2011-Volet Biologique. Rapport Final. Rapport DEAL/ONEMA/ODE. 60 p.+ annexes.

Asconit, 2011b. Réalisation d'un guide bibliographique et technique pour les études de débits minimum biologiques adapté au contexte martiniquais-Détermination des Débits minimums Biologiques de huit prises d'eau. Rapport final. Rapport ODE/DIREN. 171 p.

Albieri, R. J., Araújo, F. G., & Ribeiro, T. P., 2010. Gonadal development and spawning season of white mullet *Mugil curema* (Mugilidae) in a tropical bay. *Journal of Applied Ichthyology*, 26 (1), 105-109.

Almeida, A. O., Mossolin, E. C., & Luz, J. R., 2010. Reproductive Biology of the Freshwater Shrimp *Atya scabra* (Leach, 1815) (Crustacea: Atyidae) in Ilhéus, Bahia, Brazil. *Zoological Studies*, 49 (2), 243-252.

- Bibliographie -

Bass, D., 2004. Diurnal stream drift of benthic macroinvertebrates on the small oceanic island of Dominica, West Indies. *Caribbean Journal of Science*, 40 (2), 245-252.

Bauer, R. T., 2011. Amphidromy and migrations of freshwater shrimps. II. Delivery of hatching larvae to the sea, return juvenile upstream migration, and human impacts. In *New Frontiers in Crustacean Biology: Proceedings of the TCS Summer Meeting*, Tokyo, 20–24.

Bauer, R. T., 2013. Amphidromy in shrimps: a life cycle between rivers and the sea. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41 (4).

Bauer, R. T., & Delahoussaye, J., 2008. Life history migrations of the amphidromous river shrimp *Macrobrachium ohione* from a continental large river system. *Journal of Crustacean Biology*, 28 (4), 622-632.

Bell, K. N. I., 1994a. Life cycle, early life history, fisheries and recruitment dynamics of diadromous gobies of Dominica, WI, emphasising *Sicydium punctatum* Perugia (Doctoral dissertation, Memorial University of Newfoundland).

Bell, K. N. I., 1999. An overview of goby-fry fisheries. *Naga, the ICLARM quarterly*, 22 (4), 30-36.

Bell, K. N. I., 2009. What comes down must go up: the migration cycle of juvenile-return anadromous taxa. In *Am. Fish. Soc. Symp* (Vol. 69, pp. 321-341).

Bell, K. N. I., 2007. Opportunities in stream drift: methods, goby larval types, temporal cycles, in situ mortality estimation, and conservation implications. *Biol Hawaiian Streams Est Bishop Museum Bulletin in Cultural and Environmental Studies*, 3, 35-61.

Bell, K. N. I., 2009. What comes down must go up: the migration cycle of juvenile-return anadromous taxa. In *Am. Fish. Soc. Symp* (Vol. 69, pp. 321-341).

- Bibliographie -

Bell, K. N. I., & Brown, J. A., 1995. Active salinity choice and enhanced swimming endurance in 0 to 8-d-old larvae of diadromous gobies, including *Sicydium punctatum* (Pisces), in Dominica, West Indies. *Marine Biology*, 121 (3), 409-417.

Belliard et al, ONEMA, 2012. Guide pratique de mise en œuvre des opérations de pêche à l'électricité

Benstead, J. P., March, J. G., Pringle, C. M., & Scatena, F. N., 1999. Effects of a low-head dam and water abstraction on migratory tropical stream biota. *Ecological Applications*, 9 (2), 656-668.

Blob, R. W., Rai, R., Julius, M. L., & Schoenfuss, H. L., 2006. Functional diversity in extreme environments: effects of locomotor style and substrate texture on the waterfall-climbing performance of Hawaiian gobiid fishes. *Journal of Zoology*, 268 (3), 315-324.

Bonner T. 2007. Identification and information for Texas fish.

Chace F.A., Hobbs H.H., 1969. The freshwater and terrestrial decapod crustaceans of the West Indies, with special reference to Dominica. *U.S. Nat. Mus. Bull.*, 292, 1-258.

Claridge P.N., Potter I.C., Hardisty M.W., 1986. Seasonal changes in movements, abundance, size composition and diversity on the fish fauna of the Severn Estuary. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 66, 229-258

Coat S., 2009. Identification du réseau trophique de rivière et étude de sa contamination par les pesticides organochlorés (chlordécone et b-HCH) en Guadeloupe. PhD. Thesis, Université des Antilles et de la Guyane, Pointe à Pitre, 253p.

Concepcion, G.B. & S.G. Nelson. 1999. Effect of a dam and reservoir on the distribution and densities of macrofauna in tropical streams of Guam (Mariana island). *Journal of Freshwater Ecology* 14(4) : 447-454.

- Bibliographie -

Cooney, P. B. & Kwak, T. J., 2013. Spatial Extent and Dynamics of Dam Impacts on Tropical Island Freshwater. *BioScience* 63: 176-190.

Covich, A. P., Crowl, T. A., & Heartsill-Scalley, T., 2006. Effects of drought and hurricane disturbances on headwater distributions of palaemonid river shrimp (*Macrobrachium* spp.) in the Luquillo Mountains, Puerto Rico. *Journal of the North American Benthological*.

Cullen, J. A., Maie, T., Schoenfuss, H. L., & Blob, R. W., 2013. Evolutionary novelty versus exaptation: oral kinematics in feeding versus climbing in the waterfall-climbing Hawaiian goby *Sicyopterus stimpsoni*. *PloS one*, 8 (1), e53274.

Dahlberg M.D., Odum E.P., 1970. Annual cycles of species occurrence, abundance, and diversity in Georgia estuarine fish populations. *Am. Mid. Nat.*, 83, 382-392

Dal Pos N., 2010. Etude de la continuité écologique des cours d'eau de la Martinique. Mémoire de stage, Master 2 Milieux Aquatiques. 35 p.

Egis Eau, 2011. Mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage pour l'élaboration du contrat de rivière du bassin versant du Galion. Rapport d'analyse de phase 1. Version finale. Rapport CCNM. 163 p.+ annexes.

Erdman, D. S., 1961. Notes on the biology of the gobiid fish *Sicydium plumieri* in Puerto Rico. *Bulletin of Marine Science*, 11 (1), 448-456.

FDAAPPMA Martinique, 2011. Etat des lieux de la gestion de la faune halieutique à la Martinique: Synthèse des connaissances. 44 p.

Fievet, E., & Le Guennec, B., 1998. Migration de masse de *Sicydium* spp.(Gobiidae) dans les rivières de Guadeloupe: implications pour le schéma hydraulique des mini-centrales hydroélectriques' au fil de l'eau'. *Cybium*, 22 (3), 293-296.

- Bibliographie -

Fièvet, E., 1999. Daylight migration of freshwater shrimp (Decapoda, Caridea) over a weir during water release from the impoundment. *Crustaceana*, 72 (3), 351-356.

Fievet, E., 2000. Passage facilities for diadromous freshwater shrimps (DECAPODA: CARIDEA) in the Bananier River, Guadeloupe, West Indies. *Regulated Rivers: Research & Management*, 16 (2), 101-112.

Fiévet E., Doledec S., Lim P., 2001. Distribution of migratory fishes and shrimps along multivariate gradients in tropical streams. *Journal of Fish Biology*, 59: 390-402.Keith P., 2003. Biology and ecology of amphidromous Gobiidae in the Indo-Pacific and the Caribbean regions. *Journal of Fish Biology* 63, 831-847.

Fievet, E., Roux, A. L., Redaud, L., & Serandour, J. M., 2001. Conception des dispositifs de franchissements pour la faune amphidrome (Crevettes et Poissons) des cours d'eau antillais: une Revue. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, (357-360), 241-256.

Freeman, M. C., Pringle, C. M., Greathouse, E. A., & Freeman, B. J., 2003. Ecosystem-level consequences of migratory faunal depletion caused by dams. In American Fisheries Society Symposium, Vol. 35, pp. 255-266.

Fryer, G., 1977. The atyid prawns of Dominica. *Rep. Freshwat. Biol. Ass.* No 45, 48-54.

Galvão R, SLS Bueno. 2000. Population structure and reproductive biology of the camacuto shrimp, *Atya scabra* (Decapoda, Caridea, Atyidae), from São Sebastião, Brazil.

Gillet, C., 1983. Les peuplements de poissons et de crevettes des rivières de la Guadeloupe: quelques données sur la biologie, la reproduction, la répartition des espèces. *Revue d'hydrobiologie tropicale*, 16 (4), 327-340.

- Bibliographie -

Hostache G., 1992. *La vie dans les Eaux Douces de la Guadeloupe : poissons et crustacés*. INRA/parc national de Guadeloupe, 84 pp.

Holmquist, J. G., Schmidt-Gengenbach, J. M., & Yoshioka, B. B., 1998. High Dams and Marine-Freshwater Linkages: Effects on Native and Introduced Fauna in the Caribbean. *Conservation Biology*, 12 (3), 621-630.

Hunte, W., Mahon, R., 1983. Life history and exploitation of *Macrobrachium faustinum* in a tropical high-gradient river. *Fishery Bulletin* 81 (3).

Keith, P., 2003. Biology and ecology of amphidromous Gobiidae of the Indo-Pacific and the Caribbean regions. *Journal of fish biology*, 63 (4), 831-847.

Keith P., Hoareau T. Lord C., Ah-Yane O., Gimmoneau G., Robinet T., Valade P., 2008. Characterisation of post-larval to juvenile stages, metamorphosis, and recruitment of an amphidromous goby, *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas, 1767) (Teleostei : Gobiidae :Sicydiinae). *Marine and Freshwater Research* 59, 876-889.

Kikkert, D. A., Crowl, T. A., Covich, A. P., 2009. Upstream migration of amphidromous shrimps in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico: temporal patterns and environmental cues. *Journal of the North American Benthological Society* 28(1):233-246.

Kwak, T. J., Cooney, P. B., & Brown, C. H., 2007. Fishery population and habitat assessment in Puerto Rico streams: phase 1 final report. Federal Aid in Sport Fish Restoration Project F-50 Final Report. Marine Resources Division, Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources, San Juan.

- Bibliographie -

Laffaille, Pascal and Thieulle, Laurent and Feunteun, Eric and Lefeuvre, Jean-Claude Composition du peuplement piscicole d'un petit estuaire anthropisé (Le Couesnon, France). (2001) Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture (n° 357/360). pp. 191-208. ISSN 0767-2861

Lévêque, C, 1974. Crevettes d'eau douce de la Guadeloupe (Atyidae et Palaemonidae). Cahiers ORSTOM. Série Hydrobiologie, 8 (1), 41-49.

Lieske, E. and R. Myers, 1994. Collins Pocket Guide. Coral reef fishes. Indo-Pacific & Caribbean including the Red Sea. Haper Collins Publishers, 400 p.

Livingston R.J., 1976. Diurnal and seasonal fluctuations of organisms in a North Florida estuary. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 4, 373-400.

Lim P., Meunier F.J., Keith P. & Noël P., 2002. Atlas des poissons et des crustacé d'eau douce de la Martinique. *Patrimoines Naturels*, 51, Paris, SPN / IEGB / MNHN.

Lord C., Brun C., Hautecoeur M., Keith P., 2009. Insights on endemism: a comparison of the duration of the marine larval phase estimated by otolith microstructural analysis of three amphidromous *Sicyopterus* species (Gobioidei : Sicydiinae) from Vanuatu and New Caledonia. *Ecology of Freshwater Fish* 19, 26-38.

McDowall R.M., 1988 *Diadromy in Fishes : Migrations between Freshwater and Marine Environments*. Croom Helm, London.

McDowall, R. M., 1999. Different kinds of diadromy: different kinds of conservation problems. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 56 (4), 410-413.

McDowall, R. M., 2009. Early hatch: a strategy for safe downstream larval transport in amphidromous gobies. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 19 (1), 1-8.

- Bibliographie -

Maeda, K., Yamasaki, N., & Tachihara, K., 2007. Size and age at recruitment and spawning season of sleeper, genus *Eleotris* (Teleostei: Eleotridae) on Okinawa Island, southern Japan. *Raffles Bull. Zool. Suppl.*, 14, 199-207.

Maie, T., Schoenfuss, H. L., & Blob, R. W., 2007. Ontogenetic scaling of body proportions in waterfall-climbing gobiid fishes from Hawai'i and Dominica: implications for locomotor function. *Copeia*, (3), 755-764.

March, J. G., Benstead, J. P., Pringle, C. M., Scatena, F. N., 1998. Migratory drift of larval freshwater shrimps in two tropical streams, Puerto Rico. *Freshwater Biology*, 40(2):261–273.

March, J. G., Benstead, J. P., Pringle, C. M., & Scatena, F. N., 2003. Damming tropical island streams: problems, solutions, and alternatives. *BioScience*, 53 (11), 1069-1078.

Monti, D. 2002. Réalisation de l'Atlas des eaux douces de la Guadeloupe. Rapport d'avancement des travaux. BIOS/DIREN Guadeloupe. 18

Monti D., Gouezec E., 2006. Evaluation de préférences d'habitats d'espèces de poissons et crustacés d'eau douce en Guadeloupe. Données utilisables dans la démarche de débits minima biologiques aux Antilles. Basse-Terre, Rapport Diren/PNG. 151 p.

Monti, D., & Legendre, P., 2009. Shifts between biotic and physical driving forces of species organization under natural disturbance regimes. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 66(8): 1282-1293.

Nelva A., Persat H., Chessel D., 1979. Une nouvelle méthode d'étude des peuplements ichtyologiques dans les grands cours d'eau par échantillonnage ponctuel d'abondance. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 289, Série D, 1295-1298.

- Bibliographie -

Olivier, T. J., 2013. Amphidromous Life History of the Caridean Shrimp *Macrobrachium ohione* (Decapoda: Palaemonidae) from the Mississippi River System (Doctoral dissertation, University Of Louisiana At Lafayette).

Persat H. & Copp G.H. (1990) Electric fishing and point abundance sampling for the ichthyology of large rivers. *Developments in Electric Fishing* (ed. I.G. Cowx), pp. 197±209. Fishing News Books, Cambridge University Press, Cambridge.

Pezold, F., & Cage, B., 2001. A review of the spinycheek sleepers, genus *Eleotris* (Teleostei: Eleotridae), of the Western Hemisphere, with comparison to the West African species. *Tulane Stud. Zool. Bot.*, 31, 19-63.

Quinn N.J., 1980. Analysis of temporal changes in fish assemblages in Serpentine creek, Queensland. *Env. Biol. Fish.*, 5, 117-133.

Rome, N. E., Conner, S. L., & Bauer, R. T., 2009. Delivery of hatching larvae to estuaries by an amphidromous river shrimp: tests of hypotheses based on larval moulting and distribution. *Freshwater Biology*, 54 (9), 1924-1932.

Schoenfuss, H. L., Blob R. W., 2003. Kinematics of waterfall climbing in Hawaiian freshwater fishes (Gobiidae): vertical propulsion at the aquatic-terrestrial interface. *Journal of Zoology* 261:191-205.

Schoenfuss, H. L., & Blob, R. W., 2007. The importance of functional morphology for fishery conservation and management: applications to Hawaiian amphidromous fishes. *Bishop Museum Bulletin in Cultural and Environmental Studies*, 3, 125-141.

Schoenfuss, H. L., Maie, T., Kawano, S. M., & Blob, R. W., 2011. Performance across extreme environments: comparing waterfall climbing among amphidromous gobioid fishes from Caribbean and Pacific Islands. *Cybium*, 35:361-369.

- Bibliographie -

Smith, W. E., 2013. Reproductive Ecology of Caribbean Amphidromous Fishes. Dissertation. Raleigh, North Carolina.

Tabeta O., Mochioka N., 2003. The Glass Eel. In *Eel Biology*, Aida K., Tsukamoto K., Yamauchi K. (eds.), Springer, Tokyo, 75-87.

Tabouret H., 2012. Les espèces migratrices amphihalines des départements d'outre-mer : état des lieux. Synthèse générale sur les DOM insulaires. Rapport final. Rapport ONEMA. 276 p.

Tito de Moraïs, L., Monti, D., Rambaud, V., & Lauzanne, L., 1993a. Etude hydrobiologique de la rivière du Grand Carbet, Basse-Terre, Guadeloupe: rapport final. 45p. + annexe 1.

Toitot N., 2003. Contribution à la conception d'un ouvrage de génie écologique adapté au franchissement des aménagements dans les rivières de Guadeloupe. Rapport de stage. 67 p + annexes.

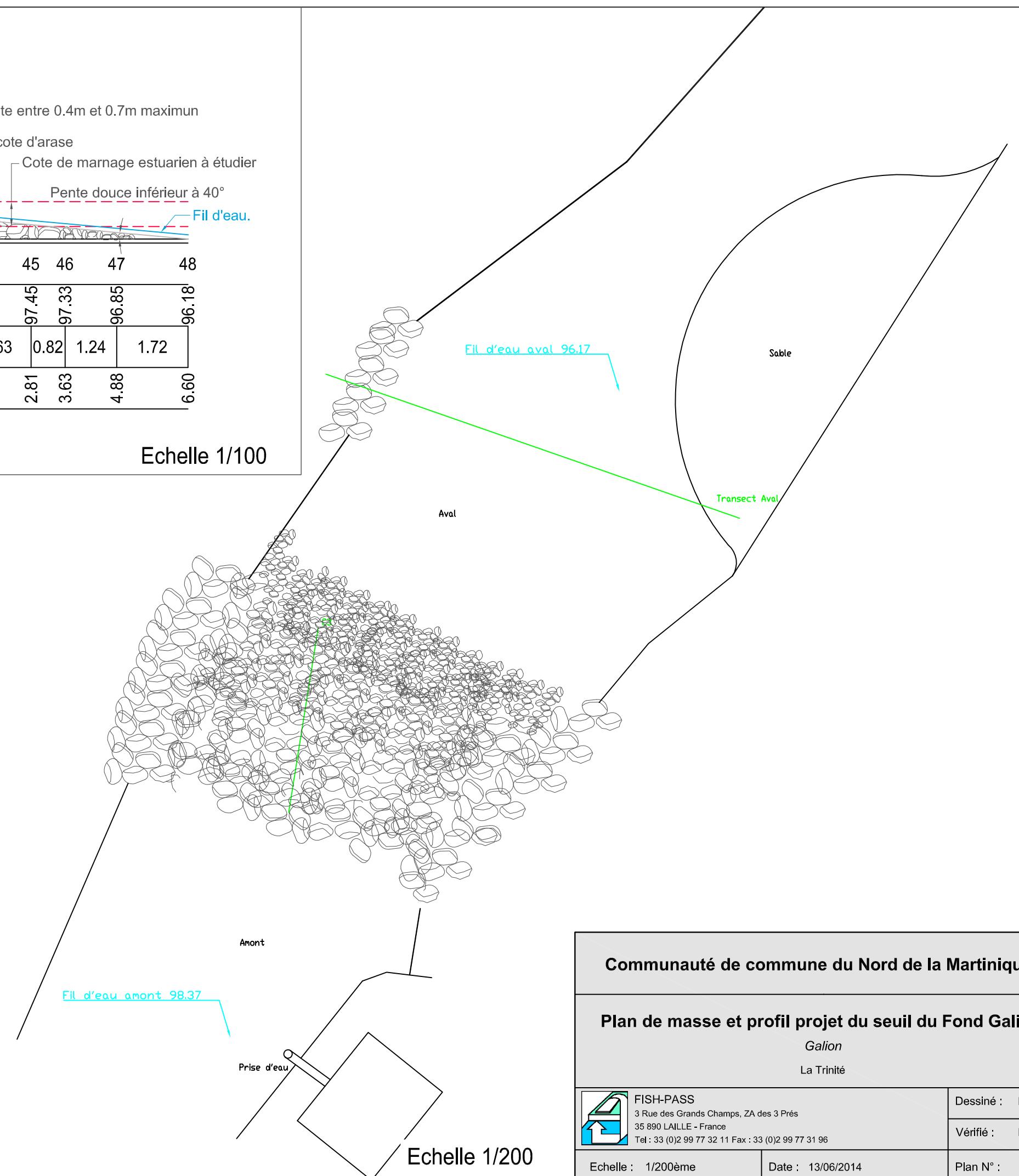
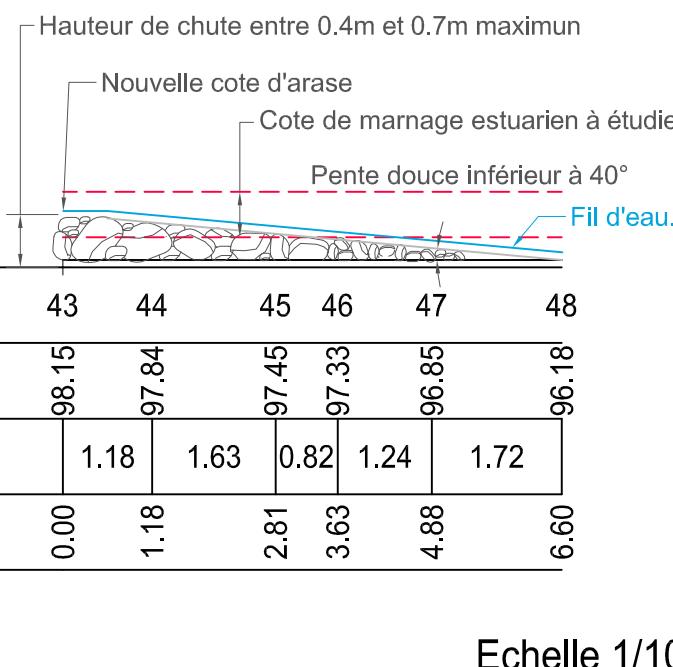
Wharfe J.R., Wilson S.R., Dines R.A., 1984. Observations on the fish populations of an East Coast Estuary. Mar. Pollut. Bull., 15 , 133-136

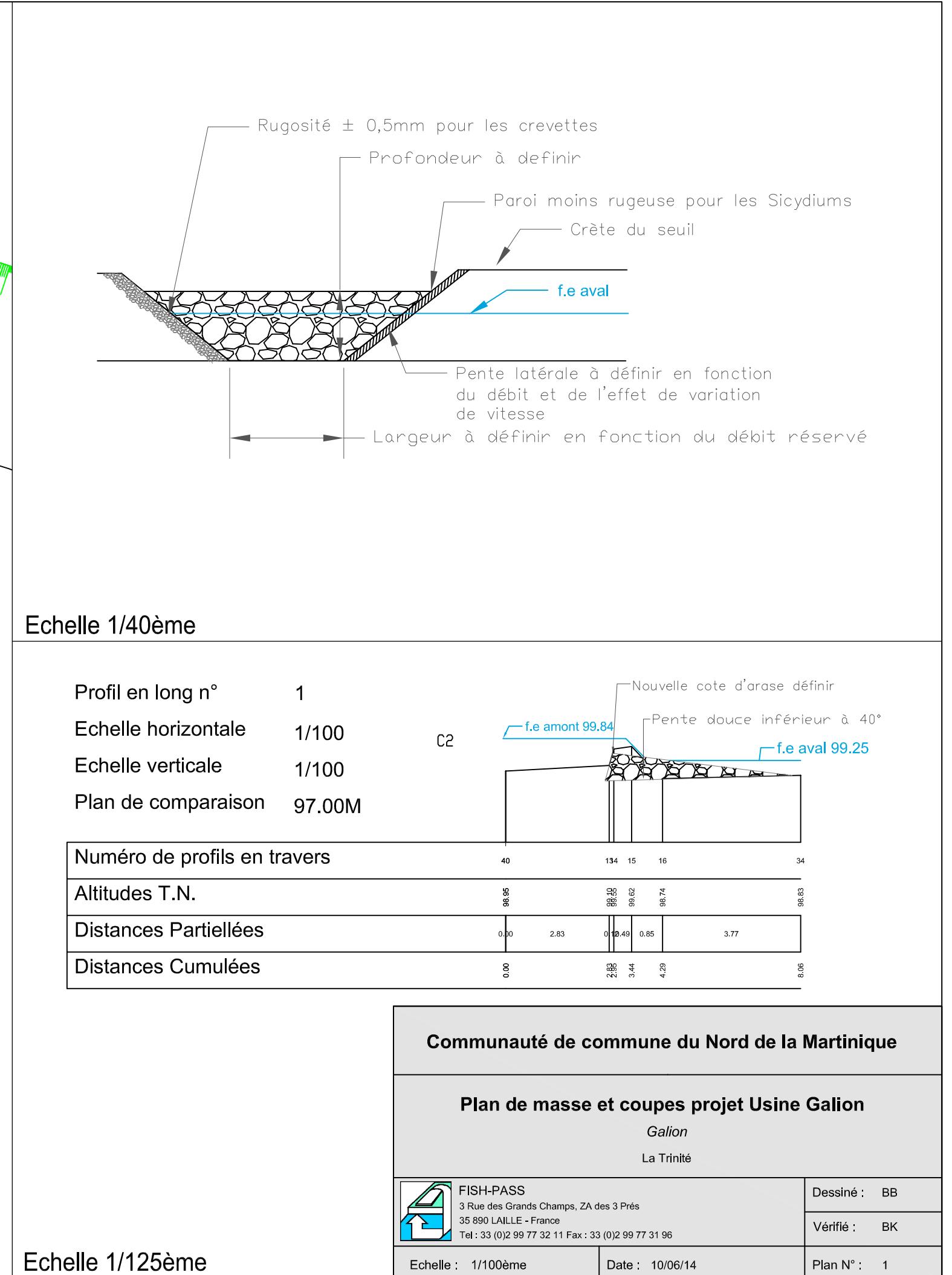
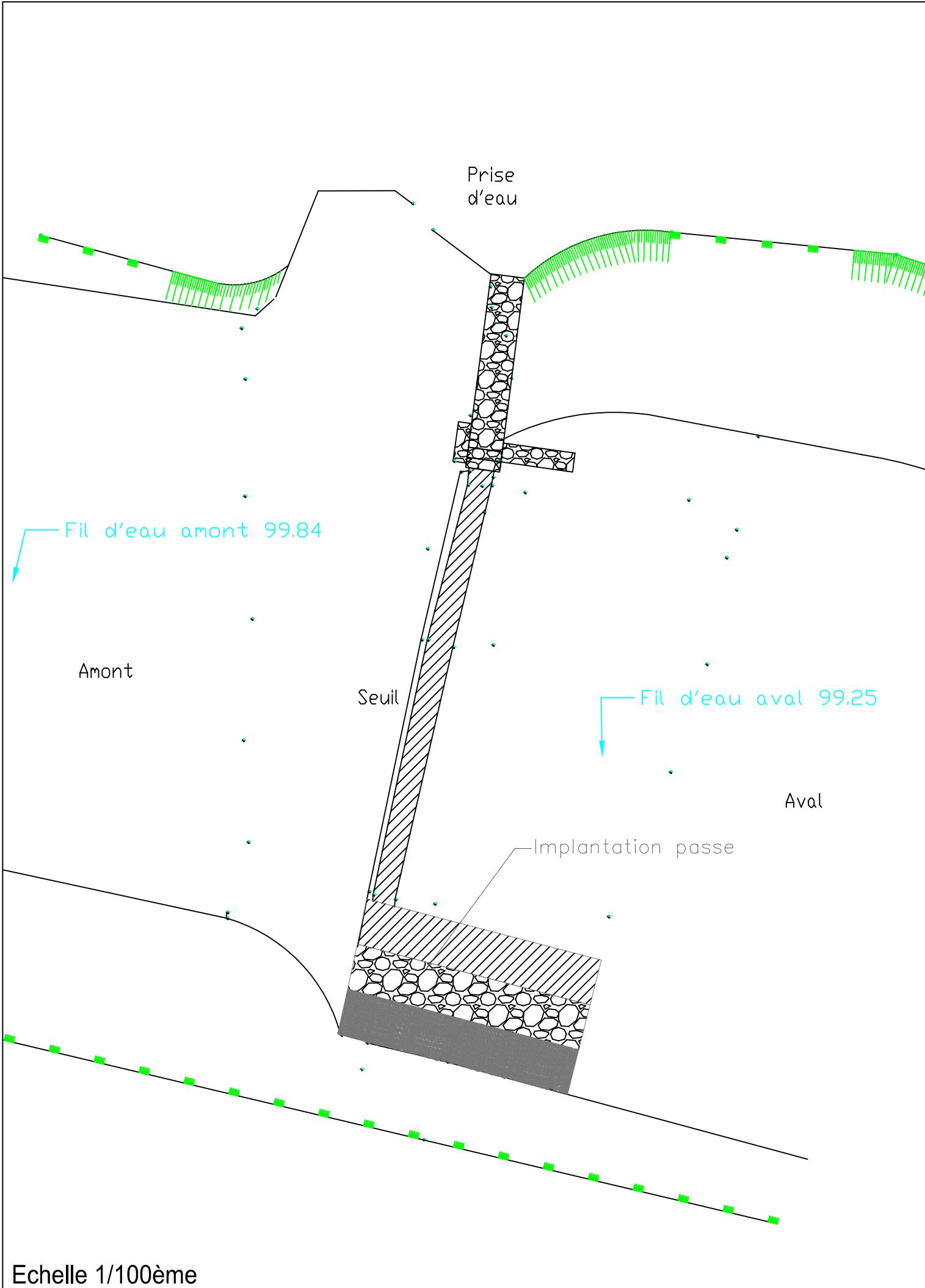
Yasuda, Y., I. Ohtsu, T. Hamano & Y. Miya, 2000. A proposed fishway to facilitate the upstream and downstream migration of freshwater shrimps and crabs. Non référencé.

13 ANNEXE : esquisses des propositions d'aménagements

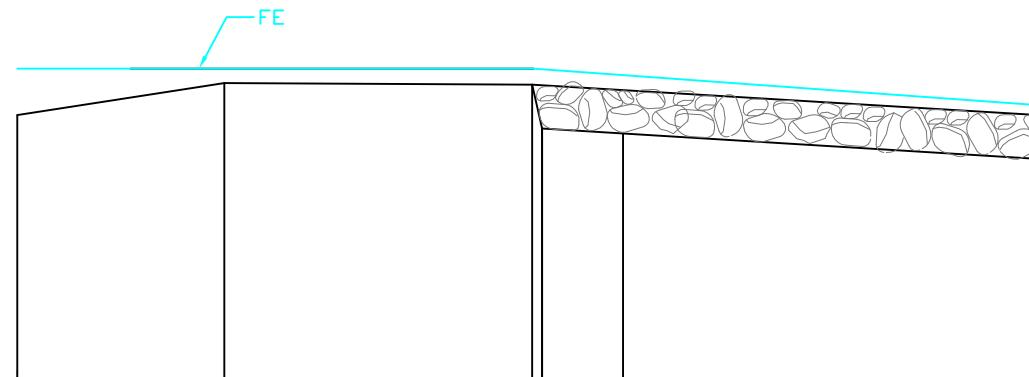
Profil en long n° 1
 Echelle horizontale 1/100
 Echelle verticale 1/100
 Plan de comparaison 95.00M

Numéro de profils en travers	43 44 45 46 47 48
Altitudes T.N.	98.15 97.84 97.45 97.33 96.85 96.18
Distances Partielles	1.18 1.63 0.82 1.24 1.72
Distances Cumulées	0.00 1.18 2.81 3.63 4.88 6.60



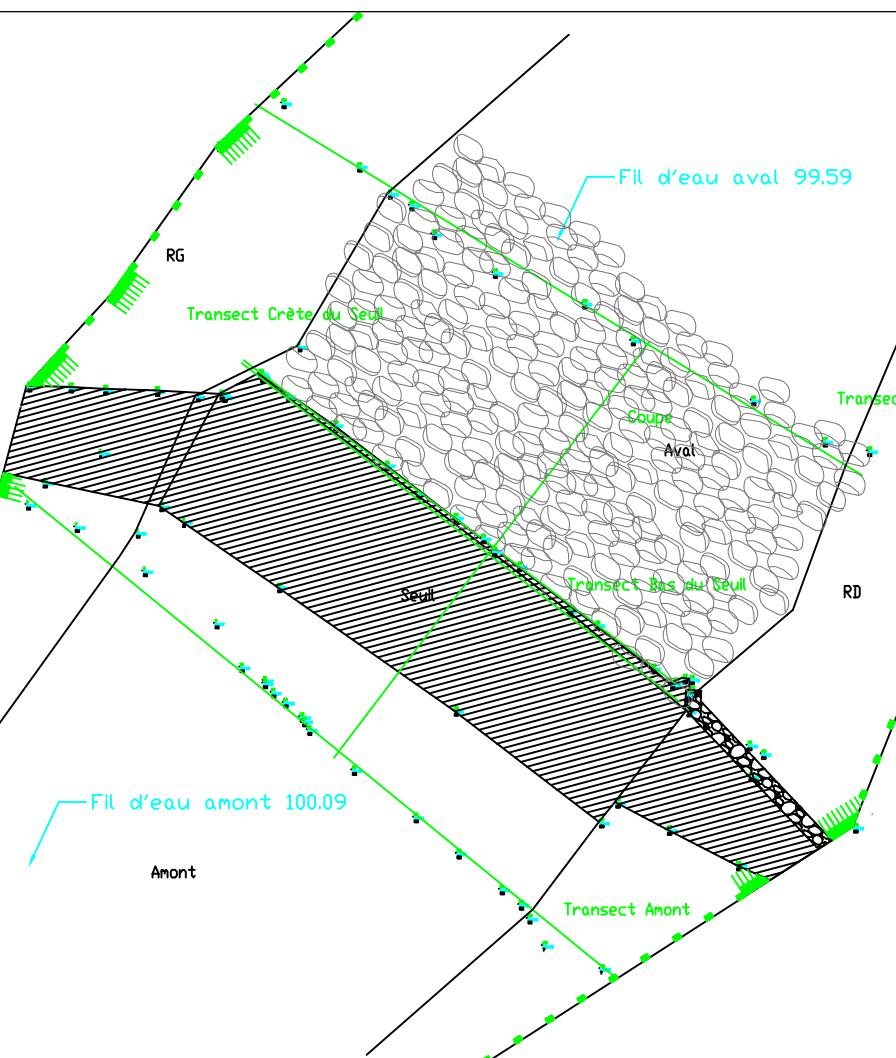


Profil en long n° 1
 Echelle horizontale 1/100
 Echelle verticale 1/100
 Plan de comparaison 96.00M



Numéro de profils en travers	18	3	28	50	5	65
Altitudes T.N.	99.48	100.09	99.90	99.30	99.01	98.90
Distances Partielles	1.50	1.24	4.07	0.13.02	5.44	
Distances Cumulées	0.00	1.50	2.74	0.00	8.02	6.56

Echelle 1/100ème



Communauté de commune du Nord de la Martinique

Plan de masse et profil long du seuil du Gué aval

Galion

La Trinité



FISH-PASS
 3 Rue des Grands Champs, ZA des 3 Prés
 35 890 LAUILLER - France
 Tel : 33 (0)2 99 77 32 11 Fax : 33 (0)2 99 77 31 96

Dessiné : SQ

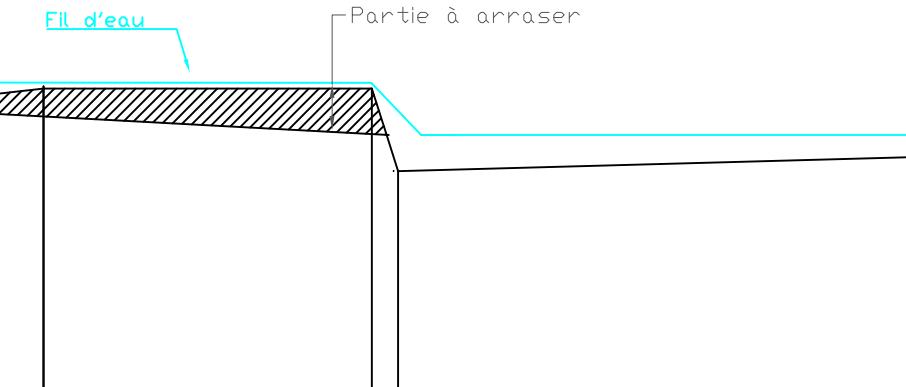
Vérifié : BK

Echelle 1/200ème

Date : 10/07/2013

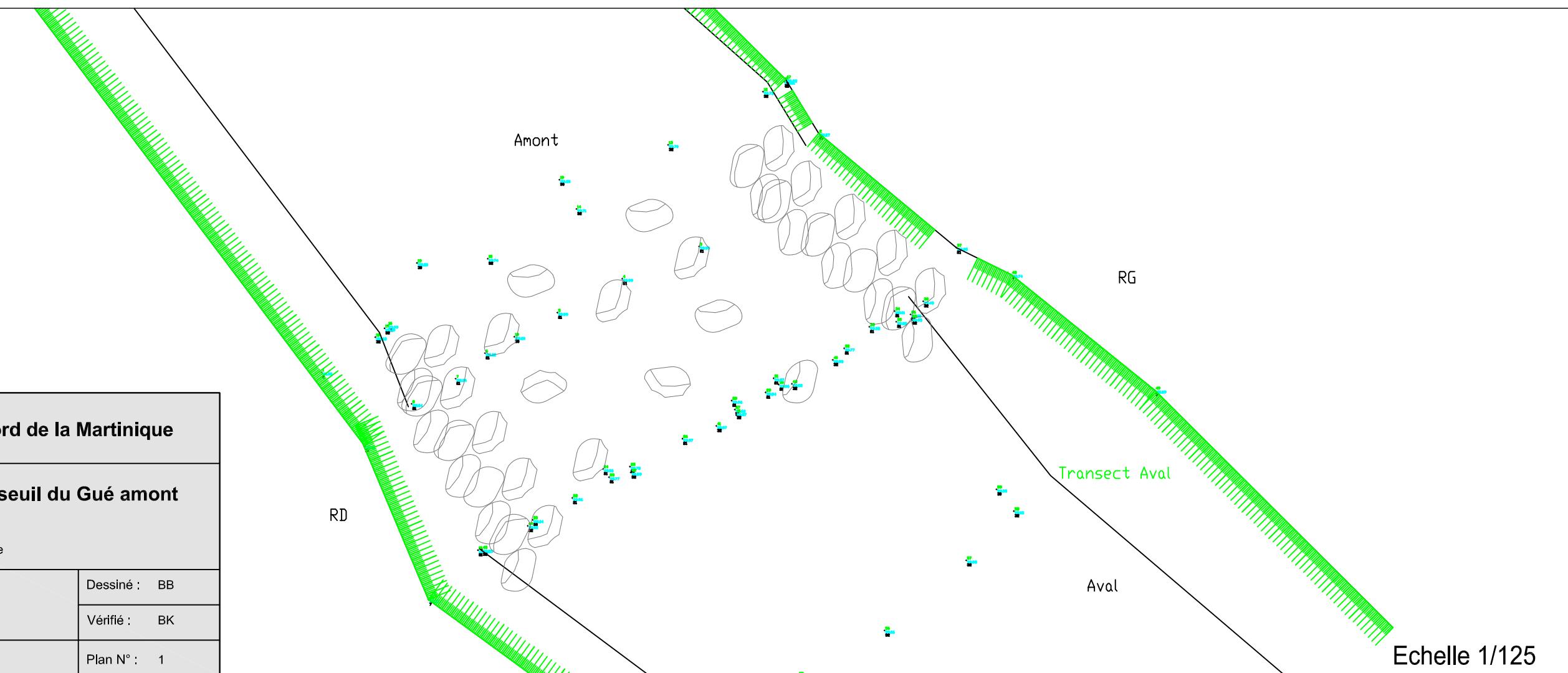
Plan N° : 1

Profil en long n°	1
Echelle horizontale	1/100
Echelle verticale	1/100
Plan de comparaison	96.00M



Numéro de profils en travers	19	14	4	2841	59	56
Altitudes T.N.	100.20	99.71	99.99	99.96 98.87	99.35	99.06
Distances Partiellées	0.90	2.21	4.34	0.35	5.94	1.04
Distances Cumulées	0.00	0.90	3.11	7.46 7.80	13.75	14.79

Echelle 1/100



Communauté de commune du Nord de la Martinique

Plan de masse et profil projet du seuil du Gué amont

Galio

La Trinité et Sainte Marie



FISH-PASS
3 Rue des Grands Champs, ZA des 3 Prés
35 890 LAILLE - France
Tel : 33 (0)2 99 77 32 11 Fax : 33 (0)2 99 77 31 98

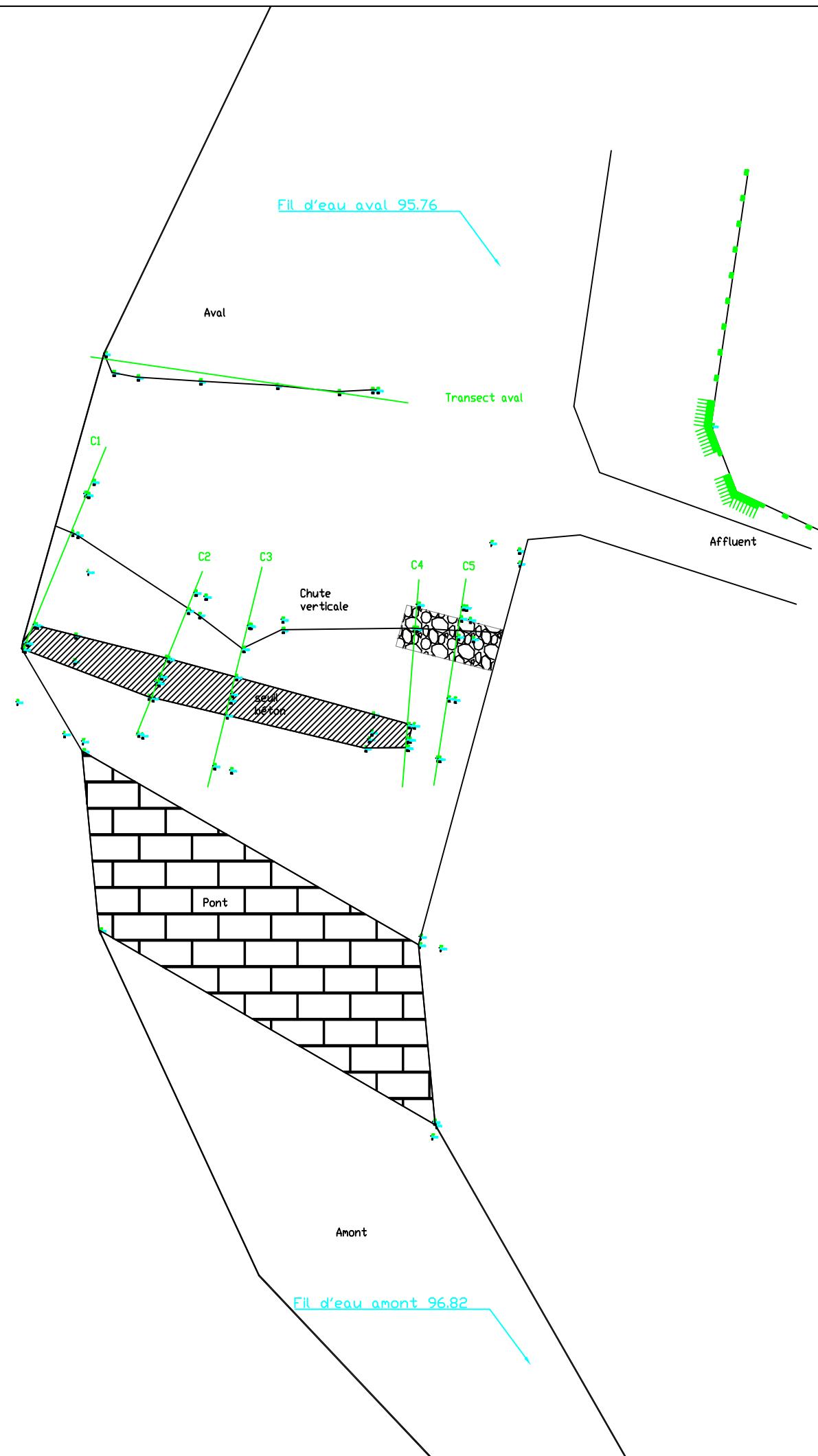
Dessiné :

Vérifié :

Echelle : 1/100ème

Date : 13/06/2019

Plan N° :



Profil en long n° 1
 Echelle horizontale 1/100
 Echelle verticale 1/100
 Plan de comparaison 94.00M

Numéro de profils en travers	24	23	17 16 15
Altitudes T.N.	95.43	96.57	96.53 96.51
Distances Partielles		0.93	3.72 0.56 3.2
Distances Cumulées	0.00	0.93	4.65 5.21 5.53

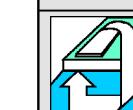
Echelle 1/200

Communauté de commune du Nord de la Martinique

Plan de masse projet du seuil du Pont de Bassignac

Galion

La Trinité



FISH-PASS
 3 Rue des Grands Champs, ZA des 3 Prés
 35 890 LAILLE - France
 Tel : 33 (0)2 99 77 32 11 Fax : 33 (0)2 99 77 31 96

Dessiné : BB

Vérifié : BK

Echelle : 1/200ème

Date : 13/06/2014

Plan N° : 2