

Pour mieux  
affirmer  
ses missions,  
le Cemagref  
devient Irstea



## **Pôle Ecohydraulique**

# ***Dispositifs de franchissement pour la faune des crustacés et des poissons des DOM-Insulaire***

## ***Cahier des charges pour le dimensionnement des ouvrages de franchissement***

***Rapport d'expertise***

**Philippe BARAN**  
ONEMA (Pôle Ecohydraulique)

## Les auteurs

---

**Philippe Baran**

**Ingénieur**

[philippe.baran@ONEMA.fr](mailto:philippe.baran@ONEMA.fr)

**ONEMA - Pôle d'Ecohydraulique - IMFT, allée du professeur Camille Soula, 31400 TOULOUSE**

<b>Droits d'usage :</b>	<i>Accès restreint</i>
Couverture géographique :	<b>Bassin</b>
Niveau géographique	
Niveau de lecture	<b>Professionnels, experts</b>
Nature de la ressource:	

**Dispositifs de franchissement pour la faune des crustacés et des poissons des DOM -  
insulaires**

**Cahier des charges pour le dimensionnement des ouvrages de franchissement**

**Philippe BARAN**

**Sommaire**

<b>1</b>	<b>RAPPEL DU CONTEXTE ET OBJECTIFS .....</b>	<b>11</b>
1.1	Cycles biologiques et continuité écologique .....	11
1.2	Capacités de franchissement des espèces.....	12
1.3	L'impact des ouvrages transversaux et les solutions techniques pour le franchissement.....	12
1.4	Objectifs de l'expertise .....	12
1.5	Organisation du document.....	13
<b>2</b>	<b>DEROULEMENT DE L'EXPERTISE, PHASAGE ET METHODOLOGIES. ....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>CAHIER DES CHARGES POUR LA CONCEPTION D'OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT DANS LES COURS D'EAU DES DOM INSULAIRES. ....</b>	<b>13</b>
3.1	<b>Etape 1 : Acquisition des données nécessaires pour le choix du dispositif et son dimensionnement – Application au cas de Bras David.....</b>	<b>14</b>
3.1.1	Données concernant le tronçon de cours d'eau.....	14
3.1.2	Données concernant les espèces de poissons et de macrocrustacés.....	16
3.1.3	Données concernant l'hydrologie du cours d'eau.....	18
3.1.4	Données concernant l'ouvrage et son usage.....	19
3.1.5	Bilan concernant les données.....	24
3.2	<b>Etape 2 : Analyses des données recueillies et choix du dispositif de franchissement.....</b>	<b>25</b>
3.2.1	Objectifs.....	25
3.2.2	La morphologie du tronçon de cours d'eau.....	25
3.2.3	Enjeux écologiques.....	25
3.2.4	L'hydrologie.....	26
3.2.5	Les caractéristiques de l'ouvrage.....	27
3.2.6	Synthèse sur les choix de type de dispositif et les principales caractéristiques.....	32
3.3	<b>Etape 3 : Dimensionnement de l'ouvrage de franchissement.....</b>	<b>34</b>
3.3.1	Rappels sur les caractéristiques techniques des ouvrages de franchissement.....	34
3.3.2	Implantation du dispositif.....	35
3.3.3	Calage altitudinal.....	35
3.3.4	Dimensionnement.....	38
3.3.5	Alimentation en eau des dispositifs.....	39
3.3.6	Surveillance et entretien des dispositifs.....	39
3.3.7	Contrôle des dispositifs.....	39
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES. ....</b>	<b>40</b>

**BIBLIOGRAPHIE..... 41**

**ANNEXES ..... 43**

## Liste des Figures

<i>Figure 1 : Cycle de vie des espèces migratoires dites diadromes (Fiévet et al., 2002)</i> .....	11
<i>Figure 2 : Bassin versant de la rivière Bras David en amont du seuil.</i> .....	15
<i>Figure 3 : Seuil de prise d'eau sur la rivière Bras David</i> .....	16
<i>Figure 4 : Hydrogramme de la rivière Bras David au droit de la prise d'eau (données IRD 1982-1994)</i> .....	19
<i>Figure 5 : Description générale de l'ouvrage de Bras David</i> .....	21
<i>Figure 6 : Vu de dessus de l'ouvrage de Bras David</i> .....	22
<i>Figure 7 : profil topographique du seuil de prise d'eau</i> .....	22
<i>Figure 8 : profil topographique du déversoir rive gauche</i> .....	23
<i>Figure 9 : Vue aval de la prise de Bras David en 2012 comparée à une vue aérienne de 2003</i> .....	23
<i>Figure 10 : Comparaison de l'hydrologie moyenne mensuelle de part et d'autre du seuil de Bras David</i> .....	24
<i>Figure 11 : Evolution de la ligne d'eau en amont du seuil de prise d'eau.</i> .....	28
<i>Figure 12 : Evolution de la ligne d'eau en aval de la prise pour des débits de l'ordre de 1,5 m<sup>3</sup>/s et 5-6 m<sup>3</sup>/s</i> ...	29
<i>Figure 13 : Courantologie en aval du radier de la prise d'eau pour un débit de l'ordre de 1,5 m<sup>3</sup>/s</i> .....	30
<i>Figure 14: Proposition d'emplacement du dispositif de franchissement.</i> .....	31
<i>Figure 15 : Proposition d'implantation du dispositif de franchissement constitué d'une rampe, d'un débit d'attrait et d'un chenal de raccordement</i> .....	32
<i>Figure 16 : Radier à démolir en pied d'ouvrage et mur à construire pour isoler le vannage</i> .....	35
<i>Figure 17 : Vue en plan de l'implantation de la rampe de franchissement, de l'échancrure du débit d'attrait et du chenal de raccordement aval</i> .....	36
<i>Figure 18 : Coupe en travers au niveau de la crête du seuil avec le positionnement de la rampe et de l'échancrure du débit d'attrait</i> .....	37
<i>Figure 19 : Coupe transversale de la rampe</i> .....	38
<i>Figure 20 : Détails de la rampe</i> .....	38
<i>Figure 21 : Coupe transversale de la rampe à son point aval</i> .....	39

## Liste des Tableaux

<i>Tableau 1 : Espèces de poissons relevées sur Bras David dans l'Atlas.....</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 2 : Espèces de macrocrustacés relevées sur Bras David dans l'Atlas .....</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 3 : Espèces de poissons et de macrocrustacés relevées sur Bras David lors de l'ensemble des pêches électriques effectuées au droit de l'ouvrage.....</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 4 : Caractéristiques du génie civil du seuil à relever.....</i>	<i>20</i>
<i>Tableau 5 : Débits classés caractéristiques aux différentes saisons hydroclimatiques .....</i>	<i>26</i>
<i>Tableau 6 : Récapitulatif des enjeux et contraintes du site de Bras David et des implications dans le dimensionnement du dispositif de franchissement .....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 7 : Débits transitant dans l'échancrure du débit d'attrait en fonction du niveau d'eau amont.....</i>	<i>35</i>

## **REMERCIEMENTS**

Ce travail a pu être conduit grâce au soutien et à l'aide de différentes personnes et organismes. L'auteur souhaite remercier pour leur aide et leur investissement, Marie Robert et Fabien Salles du Parc National de la Guadeloupe, Lucie Sidaine, stagiaire au Parc, Dominique Monti de l'Université Antilles Guyane, Pierre Arricot du Conseil Général de la Guadeloupe et les collègues du service commun Onema/ONCFS.

## Résumé :

Le pôle d'écohydraulique ONEMA/IMFT/IRSTEA a été sollicité dans le cadre d'une convention tripartite (Conseil Général de la Guadeloupe, Parc National, ONEMA) afin de réaliser une expertise permettant de fournir les éléments nécessaires à la rédaction de cahier des charges pour les études de dimensionnement de dispositifs de franchissement adaptés aux espèces de poissons et de macrocrustacés des rivières des DOM insulaires.

Le travail a été conduit sur la base d'une étude *in situ* d'un site particulier, le seuil de Bras David sur la rivière du même nom, complétée par des observations effectuées sur d'autres obstacles. Il a été mené en collaboration avec le Parc National, le Conseil Général, la Nantaise des eaux (exploitant de certains ouvrages de prise d'eau), le service commun ONEMA/ONCFS et par l'Université Antilles Guyane.

La réalisation d'un projet de construction d'un dispositif de franchissement doit s'appuyer sur une succession d'étapes :

- la récolte de données concernant le tronçon de cours d'eau, l'hydrologie de la rivière, les espèces présentes, les caractéristiques de l'ouvrage et celles de l'usage éventuellement associé,
- l'analyse des données afin d'établir la liste des critères permettant d'effectuer des choix en terme de type de dispositif de franchissement/ou de scénarios de gestion,
- le dimensionnement du ou des dispositifs choisis,\*
- la construction du ou des dispositifs,
- le recolement des dispositifs,
- leur entretien,
- le contrôle éventuel de leur fonctionnement hydraulique et de leur efficacité écologique.

Appliqué au cas du seuil de prise d'eau de Bras David, la démarche a permis de proposer la construction d'un dispositif de type rampe en béton légèrement rugueux de pente longitudinale de 25°, de largeur 1,5m avec un dévers latéral de 6°. Ce dispositif sera complété par un débit d'attrait dont la valeur varie entre 180 l/s et 300 l/s selon le débit du cours d'eau, délivré par une échancrure de 1,5m de largeur dans le seuil et transitant jusqu'au pied de rampe par l'intermédiaire d'un chenal. Les eaux de la rampe et du débit d'attrait seront rassemblées dans un chenal collecteur venant retrouver le lit du cours d'eau au pied du radier de confortement du seuil.

Les choix ont été guidés :

- par les enjeux écologiques (migrations des juvéniles de macrocrustacés (Atyidae, Xiphocaridae, Palaemonidae), de *Sicydium*,
- par les contraintes du cours d'eau et notamment les risques de dégradation du dispositif lors de crues cycloniques amenant à exclure un système de bassins successifs,
- par les contraintes du site (accessibilité pour l'entretien et la construction ; attractivité hydraulique en aval).
- 

Le dispositif préconisé est un compromis qui ne constitue qu'une mesure d'atténuation des impacts de l'ouvrage sur la libre circulation des espèces. Il présentera une sélectivité vis-à-vis de certaines espèces (mulet de montagne), de certains stades de développement et surtout de certaines conditions hydrologiques (fonctionnalité assurée pour des débits allant de 1,1 m<sup>3</sup>/s à 4,2 m<sup>3</sup>/s).

Un cahier des charges type pour des études de dimensionnement de dispositifs de franchissement adaptés aux espèces de poissons et macro-crustacés des DOM insulaires est proposé en annexe.

**Mots clés (thématique et géographique) : DOM insulaire, Guadeloupe, continuité écologique, Sicydium, macro-crustacés, passes à poissons.**



## SYNTHESE

La mise en œuvre de solutions techniques pour l'atténuation des impacts des ouvrages transversaux sur la libre circulation des espèces de poissons et de macro-crustacés des DOM insulaires réclame des cahiers des charges type permettant de conduire des études de dimensionnement de dispositifs de franchissement. A la demande du Conseil Général de Guadeloupe et dans le cadre d'une convention de partenariat avec le Parc National, le pôle d'écohydraulique est intervenu sur ce territoire afin de proposer les bases d'un cahier des charges d'étude de dimensionnement de passes à poissons et macro-crustacés et d'appliquer ces propositions au cas du seuil de Bras David sur la rivière du même nom.

### 1) Enjeux écologiques associés à la continuité écologique dans les DOM insulaires

La faune de poissons et de macro-crustacés des cours d'eau des DOM insulaire est quasi exclusivement amphibiotique. Les migrations sont donc essentielles à la réalisation des cycles biologiques. Beaucoup d'espèces remontent dans les cours d'eau pour ce reproduire. Les ouvrages transversaux (seuils, barrages, gués, radiers) constituent des obstacles susceptibles de bloquer voir le plus souvent de ralentir la migration entraînant des risques de mortalité aggravés. Seul l'effacement des ouvrages peut permettre de restaurer totalement la libre circulation. La construction de dispositifs de franchissement ne constitue qu'une mesure d'atténuation des impacts.

### 2) Les étapes clés de la mise en œuvre d'un dispositif de franchissement

La construction d'un dispositif de franchissement doit s'appuyer sur la réalisation d'études en respectant plusieurs étapes successives :

**2.1 ETAPE 1 : Récolte des informations** *relatives aux enjeux écologiques liés à la continuité écologique, à l'ouvrage, aux usages associés, à l'hydrologie, à la morphologie du tronçon de cours d'eau*

**2.2. ETAPE 2 : Analyse des données** *pour l'identification des enjeux écologiques, des impacts de l'ouvrages, de l'hydrologie des périodes clés de migration, du comportement hydraulique du cours d'eau, de l'évolution temporelle de la chute totale et* **Choix du type de dispositif de franchissement/ou du scénario de gestion** : *nombre, emplacement, type. Phase Esquisse (ESQ)*

**2.3. ETAPE 3 : Dimensionnement du/des dispositif(s)** : *pente, débit, topographie, rugosité : Phase Avant-Projet (AVPS, AVPD).*

**2.4. ETAPE 4 : Réalisation du projet** : *Finalisation du projet (PRO) et réalisation des plans d'Exécution (EXE) ; construction du dispositif avec mission d'assistance à maîtrise d'œuvre.*

**2.5. ETAPE 5 : Recollement du projet**

**2.6. ETAPE 6 : Entretien du dispositif**

**2.7. ETAPE 7 : Evaluation de l'efficacité**

### 3) L'analyse des données recueillies doit permettre de fournir des informations indispensables à la définition de solutions techniques pertinentes

Elle doit s'appuyer sur :

- les contraintes morphologiques du tronçon de rivière notamment les risques d'incision et les volumes de matériaux transportés. Dans le cas de Bras David, les études morphologiques montrent que le lit est relativement stable avec une incision de l'ordre de 6-7 cm/an. Le transport solide est assez conséquent,
- l'identification des espèces cibles et leurs capacités de franchissement (reptation, saut, nage...). Dans le cas de Bras David, les espèces retenues sont les *Sicydium*, les crustacés de la famille des Atyidae, des Xiphocaridae, et des Palaemonidae et le mulot des montagnes,
- les périodes de migrations préférentielles et les débits classés caractéristiques de ces périodes. Même si les espèces migrent toute l'année, certaines périodes constituent des moments privilégiés. C'est le cas de la période de forte humidité de juin à juillet et la fin de la période cyclonique d'octobre à décembre. Pour le site de Bras David, l'analyse de l'hydrologie au droit de l'ouvrage conduit à considérer que les dispositifs de franchissement devront être dimensionnés pour des débits du cours d'eau de l'ordre de 2 à 2,5 m<sup>3</sup>/s. Leur fonctionnement devra être assuré entre le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>ème</sup> quartile (Q<sub>25</sub>-Q<sub>75</sub>) soit entre 1,4 et 4,2 m<sup>3</sup>/s. Selon les possibilités, il sera recherché une fonctionnalité allant jusqu'au 1<sup>er</sup> et dernier décile (Q<sub>10</sub>-Q<sub>90</sub>) soit entre 1.1 et 7,2 m<sup>3</sup>/s,
- les caractéristiques de l'ouvrage et notamment la hauteur de chute totale et son évolution en fonction du débit mais aussi des risques d'incision du cours d'eau ainsi que l'emplacement de ou des dispositifs de franchissement sur la base de l'attractivité hydraulique, de l'accessibilité pour l'entretien et pour la construction, des risques de dégradation lors des crues cycloniques. Appliqués au seuil de Bras David, l'analyse fournit une chute totale de 2.60 m actuelle à laquelle il faut ajouter le risque d'incision de l'ordre de 60 cm soit au final un dispositif adapté à une chute de 3.2 m. L'alimentation en eau amont doit être calée sur la base d'une alimentation de la passe pour des cotes de ligne d'eau allant de 134.15 m NGF à 134.33 m NGF. Ces caractéristiques correspondent à une fonctionnalité optimale de l'ouvrage pour des débits variant entre le 1<sup>er</sup> décile (1,1 m<sup>3</sup>/s) et le 3<sup>ème</sup> quartile (4,2 m<sup>3</sup>/s). L'implantation de l'ouvrage doit privilégier la rive gauche mais à proximité du système de vannage.

**Au final, l'analyse des données amène à proposer une ou des solutions techniques sur la base d'un compromis entre efficacité écologique, facilités de construction et d'entretien et coût. A Bras David, le choix a porté sur une rampe en béton légèrement rugueux incliné à 25° implantée à l'aplomb du seuil rive gauche et accompagné d'une échancrure délivrant le débit d'attrait.**

#### 4) Dimensionnement du dispositif

L'analyse des informations permet de présenter différents choix techniques au stade d'esquisse. Une fois sélectionnée, la solution retenue doit faire l'objet d'un travail de dimensionnement permettant d'aboutir à l'avant projet détaillé.

#### 5) Finalisation du projet

Une fois l'ensemble des choix techniques validés dans l'AVP, la finalisation du projet doit permettre d'aboutir aux plans d'exécution et au document de consultation des entreprises.

## Introduction

La continuité écologique est devenue un enjeu important pour la gestion et la restauration des écosystèmes aquatiques d'eau courante. Introduite dans la Directive Cadre sur l'Eau comme un des facteurs de la restauration hydromorphologique des masses d'eau puis reprise dans le cadre de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA - article L214-17), elle constitue aujourd'hui un objectif fort pour la mise en œuvre des politiques publiques de l'eau mais également des politiques de protection et de restauration de la biodiversité aquatique. Pour les cours d'eau des DOM insulaires, les enjeux sont d'autant plus forts que la faune aquatique est quasi exclusivement amphibiotique. Les migrations sont donc essentielles à la réalisation des cycles de vie des espèces de poissons et de crustacés. Dans ce contexte, les obstacles à l'écoulement vont engendrer des impacts forts sur le développement des espèces. Des solutions pour le rétablissement de la libre circulation sont donc nécessaires. Le pôle d'écohydraulique a développé sur le territoire métropolitain, de nombreuses technologies adaptées à la réduction des impacts des ouvrages sur la libre circulation des poissons (Larinier *et al.*, 1998). Il a également travaillé sur des dispositifs spécifiques à certaines espèces de Gobiidae des DOM insulaires (Bosc *et al.*, 1998 ; Voegtle et Larinier 1999 ; Voegtle *et al.*, 2002). A la demande du Conseil Général de Guadeloupe et dans le cadre d'une convention avec le Parc National, le pôle a engagé un travail d'expertise devant fournir les éléments d'un cahier des charges pour des études de dimensionnement des dispositifs de franchissement des crustacés et des poissons.

## 1 Rappel du contexte et objectifs

### 1.1 Cycles biologiques et continuité écologique

Les espèces de poissons et crustacés de la Guadeloupe, comme la majorité de celles des DOM insulaires sont amphihalines. Leur cycle biologique repose donc sur des migrations de montaison et d'avalaison à différents stades de développement. Pour la montaison, les migrations concernent différents stades de développement depuis les juvéniles de petites tailles jusqu'aux adultes. Les déterminismes de ces migrations sont mal connus. Différents facteurs intrinsèques, comportementaux et environnementaux vont jouer un rôle vis-à-vis des patrons de migrations des espèces.

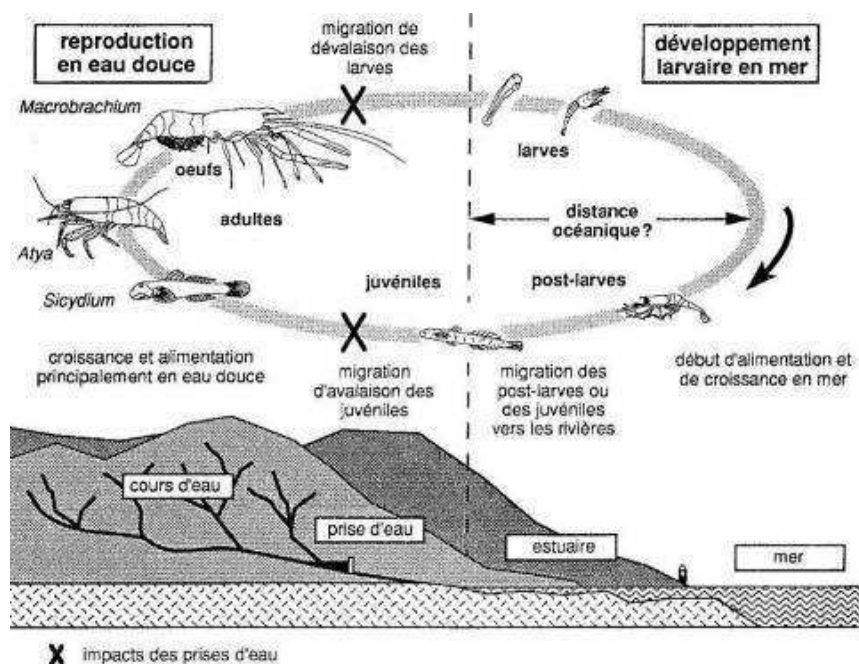


Figure 1 : Cycle de vie des espèces migratoires dites diadromes (Fiévet *et al.*, 2002)

Bien que la montaison de la majorité des espèces soit un phénomène pansaisonnier, des pics d'abondance sont observés en fonction du cycle lunaire et de l'hydrologie du cours d'eau (Bell *et al.*, 1995 ; Fievet *et al.*, 2000). Ces pics peuvent correspondre à des recrutements de larves variables en taille et en âge (Bell *et al.*, *ibidem*; Bell, 1999).

## **1.2 Capacités de franchissement des espèces**

En terme de capacités de franchissement, il faut distinguer :

- les macrocrustacés,
- les *Sicydium*
- le mullet
- l'anguille.

Ces 4 groupes d'espèces présentent des capacités de franchissement différentes. Les macrocrustacés tant au stade adulte que juvénile franchissent les ouvrages par escalade en prenant des appuis avec leurs appendices sur les anfractuosités des parements. Les *Sicydium* utilisent quant à eux leur ventouse ventrale pour progresser le long de parois même lisses. Pour ces deux groupes d'espèces ce sont surtout les lames déversantes sur les parements qui constituent un facteur limitant. Elles n'ont besoin que d'un très fin filet d'eau. Des tirants trop élevés sont synonymes de trop fortes vitesses. Le mullet est une espèce susceptible de sauter mais également de nager pour franchir des obstacles. Ses capacités de saut sont mal connues mais les observations réalisées au droit du seuil de Bras David en mai 2012 ont montré que des mullets de 15-20 cm pouvaient sauter des hauteurs de 50-60 cm avec une fosse d'appel de 50-70 cm de profondeur. Les anguilles doivent bénéficier de zones de faible hauteur d'eau sur des parements avec des anfractuosités ou de la végétation. Les gros sujets (>60-70 cm) sont capables de nager dans d'assez fortes vitesses (>2 m/s).

Ces différentes capacités de franchissement peuvent expliquer en partie la répartition de ces groupes d'espèces dans les bassins versants ainsi que l'impact des différents ouvrages transversaux. Il est indispensable de tenir compte de ces capacités dans le dimensionnement des dispositifs de franchissement.

## **1.3 L'impact des ouvrages transversaux et les solutions techniques pour le franchissement**

Les ouvrages transversaux sont susceptibles d'affecter les espèces migratrices en limitant leur aire de colonisation, en modifiant les structures en taille colonisant les bassins, en augmentant les mortalités des individus. Toutefois, dans le cas des espèces concernées, leurs capacités particulières d'escalade liées à la présence de ventouse ou d'appendices leur permettent de franchir de nombreux obstacles même verticaux. Les impacts des seuils et barrages se traduiront plutôt vis-à-vis d'une sélection des tailles des individus, par des retards lors de leur migration ou une augmentation de la prédation par les poissons notamment des juvéniles de macrocrustacés (Hein et Crowl, 2010).

## **1.4 Objectifs de l'expertise**

L'expertise conduite pour le compte du Parc National avait pour objectifs :

- de caractériser le contexte des ouvrages transversaux de plusieurs rivières de Guadeloupe avec une attention particulière pour le seuil de Bras David et ceci vis-à-vis de la continuité écologique des espèces de poissons et de macrocrustacés,
- de définir les différentes parties d'un cahier des charges pour la construction d'un dispositif de franchissement des poissons et macrocrustacés,

- de proposer les principaux éléments de dimensionnement spécifique à l'ouvrage de Bras David.

### **1.5 Organisation du document**

Le présent document est organisé en différentes parties qui permettent de répondre aux objectifs. Après la partie introduction, le déroulement de l'expertise est présenté avec le phasage et les méthodologies employées. La 3<sup>ème</sup> partie s'attache à la définition du contenu du cahier des charges pour la construction de dispositif de franchissement en détaillant la situation de l'aménagement de Bras David. La dernière partie présente les perspectives de ce travail.

## **2 Déroulement de l'expertise, phasage et méthodologies**

L'expertise a été réalisée par le pôle d'écohydraulique à la demande du Parc National et du Conseil Général. Ce travail a été encadré par une convention signée entre les différentes parties. L'expertise s'appuie sur 4 phases :

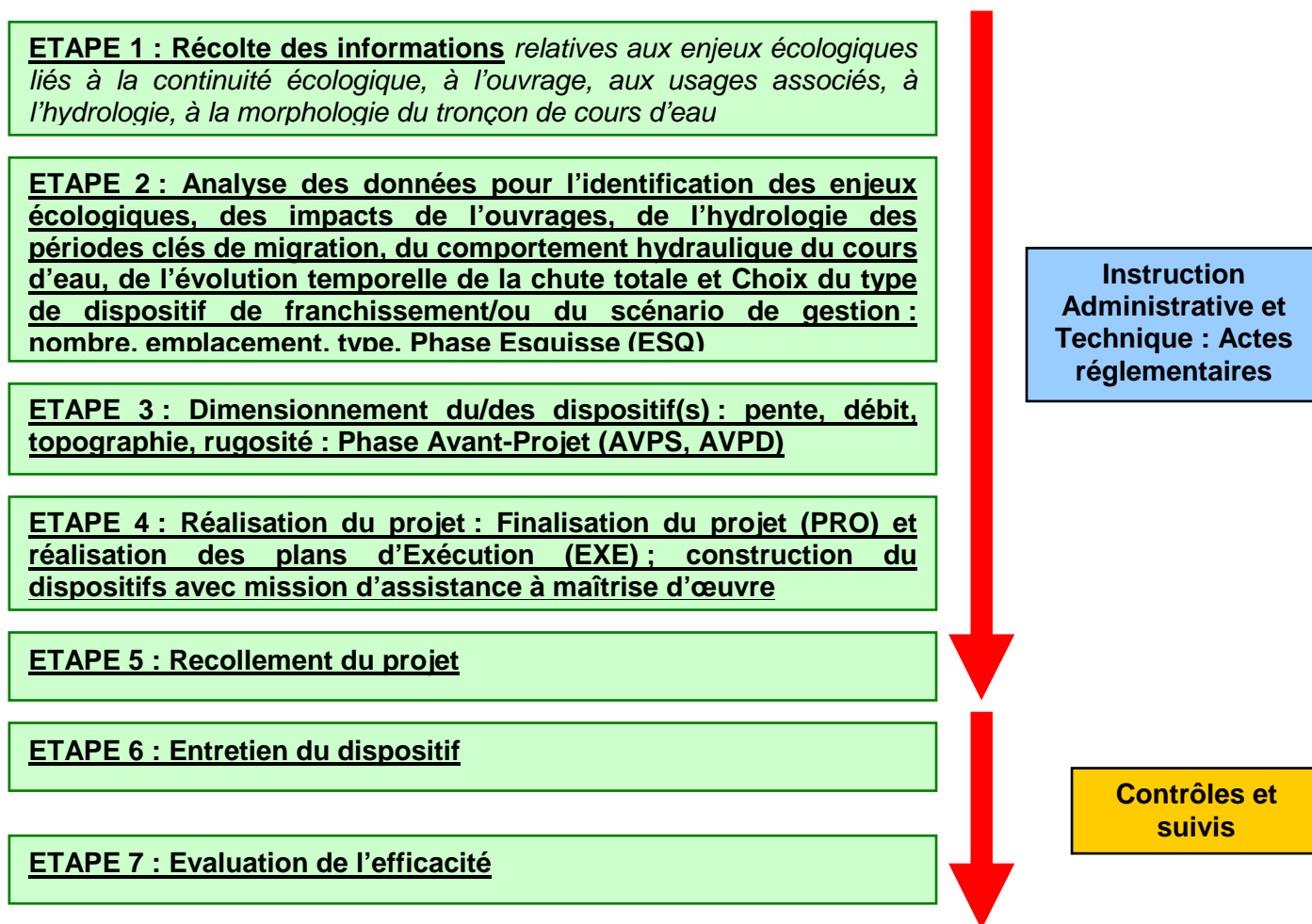
- Phase 1 : une expertise *in situ* réalisée en mai 2012 par le pôle d'écohydraulique accompagné des équipes du Parc National, du Conseil Général, de la Nantaise des eaux (exploitant de certains ouvrages de prise d'eau), le service commun ONEMA/ONCFS et par l'Université Antilles Guyane,
- Phase 2 : la rédaction d'un cahier des charges techniques précisant le phasage des études pour le dimensionnement des passes à poissons crustacés adapté au contexte local de Guadeloupe ainsi que les éléments de dimensionnement spécifique à l'ouvrage de Bras David,
- Phase 3 : l'évaluation de l'ouvrage de Bras David et de ses performances à partir des données récoltées par le Parc national de la Guadeloupe,
- Phase 4 : la mise en oeuvre d'une formation sur la continuité écologique et les dispositifs de franchissement.

La phase 1 a reposé sur une succession de visites de terrain portant sur :

- l'identification de différents types d'ouvrages transversaux caractéristiques de différents contextes des cours d'eau Guadeloupéens,
- des mesures spécifiques sur le seuil de Bras David (topographiques, relevé de caractéristiques physiques),
- des inventaires biologiques de part et d'autre de l'ouvrage de Bras David.

## **3 Cahier des charges pour la conception d'ouvrage de franchissement dans les cours d'eau des DOM insulaires**

Un projet de restauration de la continuité écologique doit s'articuler autour de plusieurs étapes successives qui doivent être conduites en même temps que la procédure administrative.



Le cahier des charges proposé porte exclusivement sur la réalisation d'étude de dimensionnement d'ouvrages de franchissement pour les poissons et les macrocrustacés. Nous développerons spécifiquement les clauses techniques qui doivent assurer le bon déroulement des études aboutissant au dimensionnement du dispositif.

### **3.1 Etape 1 : Acquisition des données nécessaires pour le choix du dispositif et son dimensionnement – Application au cas de Bras David**

La 1<sup>ère</sup> phase de l'étude doit reposer sur l'acquisition d'informations indispensables au choix du dispositif ainsi qu'à son dimensionnement. Ces données sont organisées autour de 4 thématiques principales.

#### **3.1.1 Données concernant le tronçon de cours d'eau**

##### **3.1.1.1 Approche générale**

Des informations sur les caractéristiques générales du tronçon de cours d'eau concernés par l'aménagement doivent être rassemblées. Elles portent sur :

- le type d'hydroécorégions (3 types identifiés en Guadeloupe)(Grande Terre – îles sèches ; Basse Terre Plaine humide, Basse Terre Volcan Humide),
- le type de tronçon morphologique au droit de l'aménagement (gorges/canyon ; tronçon montagnard, plateau) ; sa pente moyenne et la largeur du lit,
- la présence d'obstacles naturels à proximité,
- le bassin versant en amont.

### 3.1.1.2 Bras David

Le cours d'eau de Bras David est situé dans l'hydroécocorégion Basse Terre Volcan humide. Le tronçon concerné par la prise d'eau est de type montagnard avec une pente de 1,4% et un plancher alluvial assez étroit de l'ordre de 70 m. Les faciès qui encadrent l'aménagement sont majoritairement de type escalier avec quelques profonds et plats courants. Le substrat est dominé par les fractions grossières de blocs et rochers. La largeur du lit mouillé est de l'ordre de 25 m. Le bassin versant au droit de l'ouvrage est de 33 km<sup>2</sup> avec un bassin relativement compact (*indice de compacité de Gravelius*  $K_G$  de 1.15<sup>1</sup>) favorable aux fortes amplitudes de crue.

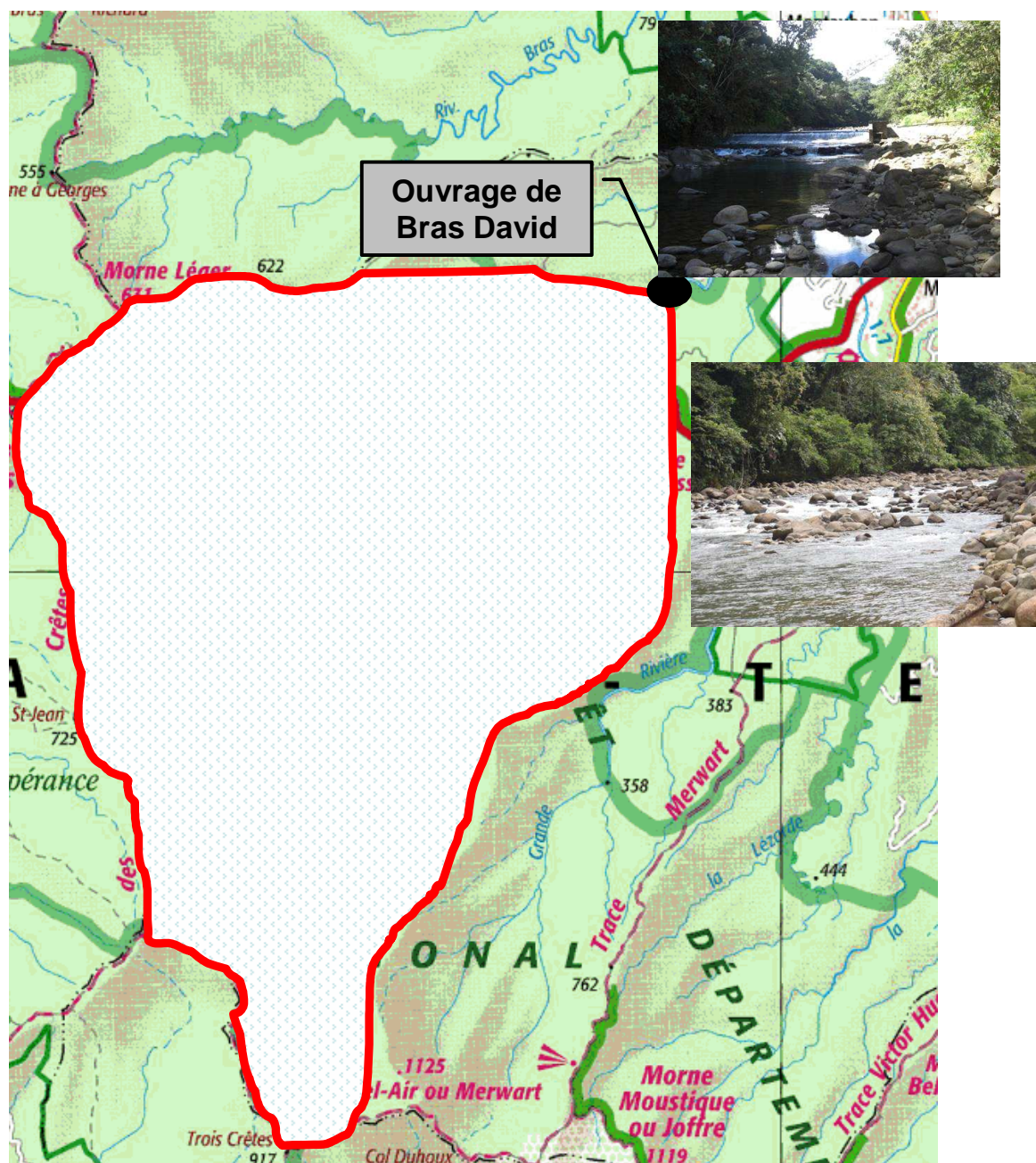


Figure 2 : Bassin versant de la rivière Bras David en amont du seuil

$$1 K_G = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi} \cdot A} \approx 0.28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$



**Figure 3 : Seuil de prise d'eau sur la rivière Bras David**

La stabilité du profil est assez forte. Des suivis réalisés dans les années 1990 (Morell *et al.*, 1991) n'ont pas montré en amont du seuil de modifications du profil malgré le passage de crues à plus de 300 m<sup>3</sup>/s. Les volumes de matériaux charriés ont été estimés à 1000 m<sup>3</sup>/an au droit de la prise d'eau avec toutefois une très forte incertitude (+/- 200%).

### 3.1.2 Données concernant les espèces de poissons et de macrocrustacés

#### 3.1.2.1 Approche générale

L'étude à conduire doit s'attacher à clairement identifier au droit de l'ouvrage, les espèces de poissons et de macrocrustacés présentes et/ou susceptibles de coloniser le tronçon de rivière concernée. Différentes sources d'informations sont disponibles :

- à large échelle dans l'Atlas des poissons et macrocrustacés de la Guadeloupe (Monti *et al.*, 2010),
- à l'échelle locale sur la base de résultats d'inventaires et de sondages réalisés soit dans le cadre du réseau de contrôle de surveillance (RCS)(Asconit, 2012), soit dans le cadre de réseaux de suivis spécifiques animés par le Parc National (Di Mauro, 2009) ou l'UAG ainsi que des données ponctuelles issues d'études locales et/ou de travaux de recherche (Gillet, 1983 ; Fievet, 1998).



### 3.1.2.2 Bras David

Dans le cas de la rivière Bras David, les peuplements de poissons et de macrocrustacés sont connus au travers :

- de l'Atlas des poissons et macrocrustacés avec 8 espèces de poissons et 7 espèces de macrocrustacés.

Noms des familles	Noms des espèces	Principaux noms communs
Anguillidae	Anguilla rostrata	Z'anguille
Mugilidae	Agonostomus monticola	Mulet de montagne
Gobiesocidae	Gobiesox nudus	Tétard
	Gobiomorus dormitor	Grand dormeur
Eleotridae	Eleotris perniger	Pitit dormè, flèche
Gobiidae	Awaous banana	Jolpot
	Sicydium punctatum	Colle-roche
	Sicydium plumieri	Colle-roche

**Tableau 1 : Espèces de poissons relevées sur Bras David dans l'Atlas**

Noms des familles	Noms des espèces	Principaux noms communs
Atyidae	Atyainnocous	Cacador, bouc
	Atya scabra	Cacador, bouc
	Micratyapoeyi	Petit Bouc
Xiphocarididae	Xiphocaris elongata	Pissette
Palaemonidae	Macrobrachium crenulatum	Queue rouge, écrevisse
	Macrobrachium faustinum	Alexis, gros mordant, écrevisse
	Macrobrachium heterochirus	Grand bras, écrevisse

**Tableau 2 : Espèces de macrocrustacés relevées sur Bras David dans l'Atlas**

- d'inventaires réalisés par pêche électrique sur plusieurs saisons. Au moment de l'expertise de mai 2012, deux inventaires amont et aval du seuil ont été réalisés par les équipes de Parc National et de l'UAG. Les données issues de ces suivis ont permis de préciser la composition du peuplement au droit de l'ouvrage.

Famille	espèce	taille maximale	mode de locomotion	habitat	alimentation
<b>Mugilidae</b>	Agonostomus monticola	250mm	nageur et sauteur	lame d'eau, réophile et calme	carnivore
<b>Gobiidae</b>	Sicydium punctatum	120mm	ventouse	benthique, réophile et fond rocheux	herbivore
<b>Palaemonidae</b>	Macrobrachium faustinum	80mm	marcheur sauteur	calme et fond rocheux	denitivore
<b>Atyidae</b>	Atyainnocous	100mm	marcheur	réophile et benthique	denitivore
<b>Atyidae</b>	Atya scabra	130mm	marcheur, griffes	benthique, réophile et fond rocheux	denitivore
<b>Atyidae</b>	Micratya poeyi	25mm	marcheur	benthique, réophile et fond rocheux	denitivore
<b>Xiphocaridae</b>	Xiphocaris elongata	70mm	nageur, sauteur et marcheur	lame d'eau et herbier	herbivore

**Tableau 3 : Espèces de poissons et de macrocrustacés relevées sur Bras David lors de l'ensemble des pêches électriques effectuées au droit de l'ouvrage**

Sur l'ensemble des inventaires, 7 espèces ont été recensées (2 poissons et 5 crustacés). Ces données, certes détaillées (1 inventaire mensuel) restent ponctuelles et peuvent avoir omis certains migrateurs ne séjournant pas dans le tronçon. Gillet (1983) mentionne la présence de *Macrobrachium heterochirus* dans la rivière Corossol affluent se jetant en amont du seuil de Bras David. Des inventaires réalisés en 2006 dans le cadre du dossier d'autorisation Loi sur l'Eau (Safege, 2006) indique la présence de 8 espèces de macrocrustacés et 3 espèces de poissons. Parmi les crustacés non représentés en 2012, on note la présence de *Macrobrachium carcinus* (Ouassou) et *Potimirim sp.* Pour les poissons, *Eleotris pisonis* était mentionné en 2006.

### **3.1.3 Données concernant l'hydrologie du cours d'eau**

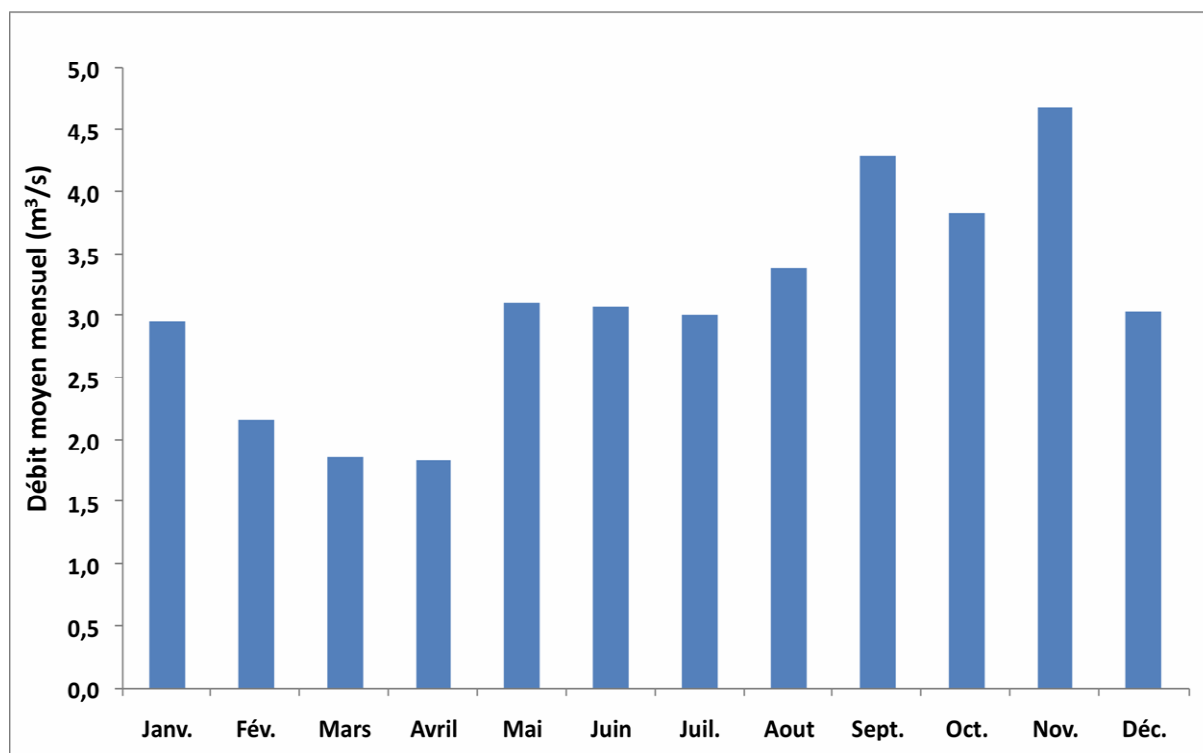
#### *3.1.3.1 Approche générale*

La connaissance des débits est indispensable au bon dimensionnement d'un ouvrage de franchissement. Concernant les débits des cours d'eau de Guadeloupe, les données disponibles sont :

- les stations du réseau hydrométrique de la DEAL composé de 9 stations réparties sur la Basse-Terre et la Grande-Terre : Capesterre, Baillif, Vieux-Habitants, Deshaies, Sainte-Rose, Petit-Bourg (3) et Morne-à-l'Eau.
- des données historiques issues de suivies et d'étude réalisées principalement par l'IRD (ORSTOM)
  - o [http://collaboratif.ird.fr/ezpublish/index.php/IRDMartinique/irdmartinique/accueil/publications/hydrologie/hydrologie\\_guadeloupe](http://collaboratif.ird.fr/ezpublish/index.php/IRDMartinique/irdmartinique/accueil/publications/hydrologie/hydrologie_guadeloupe));
  - o Chaperon *et al.*, 1985 ; Morell et Jeremy, 1994.

#### *3.1.3.2 Bras David*

Les débits au droit de l'ouvrage de Bras David sont bien connus grâce à la présence d'une station hydrométrique IRD fonctionnant de 1982 à 1994. Les débits journaliers sont disponibles et permettent de caractériser l'hydrologie des différentes saisons.



**Figure 4 : Hydrogramme de la rivière Bras David au droit de la prise d'eau (données IRD 1982-1994)**

Le débit moyen inter-annuel au droit de l'ouvrage est de 3,1 m<sup>3</sup>/s. Dans les régimes cycloniques, il est plus pertinent de s'intéresser au débit médian qui, lui est de 2 m<sup>3</sup>/s. Le débit d'étiage mensuel est de 1,8 m<sup>3</sup>/s en avril et le maximum en novembre de 4,3 m<sup>3</sup>/s. La plus forte crue enregistrée sur la période a été estimée à 92 m<sup>3</sup>/s en moyenne journalière. En valeur instantanée, les pics sont d'intensité nettement plus élevée avec 300 m<sup>3</sup>/s pour les crues de retours 2 ans, 400 m<sup>3</sup>/s. pour les quinquennales et 460 m<sup>3</sup>/s, pour les décennales (Morell *et al.*, 1991).

### 3.1.4 Données concernant l'ouvrage et son usage

#### 3.1.4.1 Approche générale

Les études doivent s'attacher à caractériser l'ouvrage et les usages associés. Concernant l'ouvrage, une description fine doit être réalisée sur la base d'un relevé topographique, du métrage des différentes composantes du génie civil fixe et mobile et de l'évaluation de l'état du génie civil. Les relevés topographiques doivent être étendus au cours d'eau en aval et en amont afin de bien décrire les fonds ainsi que la ligne d'eau au moment de la visite.

Le ou les usages relié(s) à l'ouvrage doivent être caractérisés tant du point de vue des aménagements (prises d'eau) que des volumes d'eau utilisés.

Dans le contexte de la Guadeloupe, il est très important de recueillir l'ensemble des informations concernant les travaux de réfection et/ou de consolidation du seuil suite notamment aux crues cycloniques. Ces informations visent notamment à évaluer le degré d'incision du lit en aval observé depuis la création de l'aménagement.

<b>Crête du seuil</b>	<b>Parement aval</b>	<b>Radier aval</b>	<b>Organe mobile</b>
Composition	Composition	Composition	Type
Longueur	Largeur	Largeur	Largeur
Cotes	Cote basse	Cote basse	Cote radier
			Ouverture/abaissement

**Tableau 4 : Caractéristiques du génie civil du seuil à relever**

La caractérisation de certains ouvrages a déjà été réalisée notamment par le Parc National (Toitot, 2004). Les ouvrages du Conseil Général sont également connus. Ces informations doivent être rassemblées et analysées afin de vérifier les évolutions de l'ouvrage depuis la caractérisation existante. Ceci permet d'évaluer la pertinence de nouvelles mesures et le degré de stabilité du seuil et du cours d'eau.

#### *3.1.4.2 Bras David*

La prise d'eau de Bras David a été réalisée en 1980. Ce captage a été créé pour alimenter en eau d'irrigation l'est et le nord de la Grande Terre. Des piquetages permettent également des alimentations en eau potable.

- Description générale

L'ouvrage est composé de 3 parties distinctes :

- un seuil transversal de 21 m abritant la prise d'eau par en dessous,
- une tour centrale équipée d'un vannage de 2,5 m de large,
- un seuil béton déversant de 10,8 m de large.

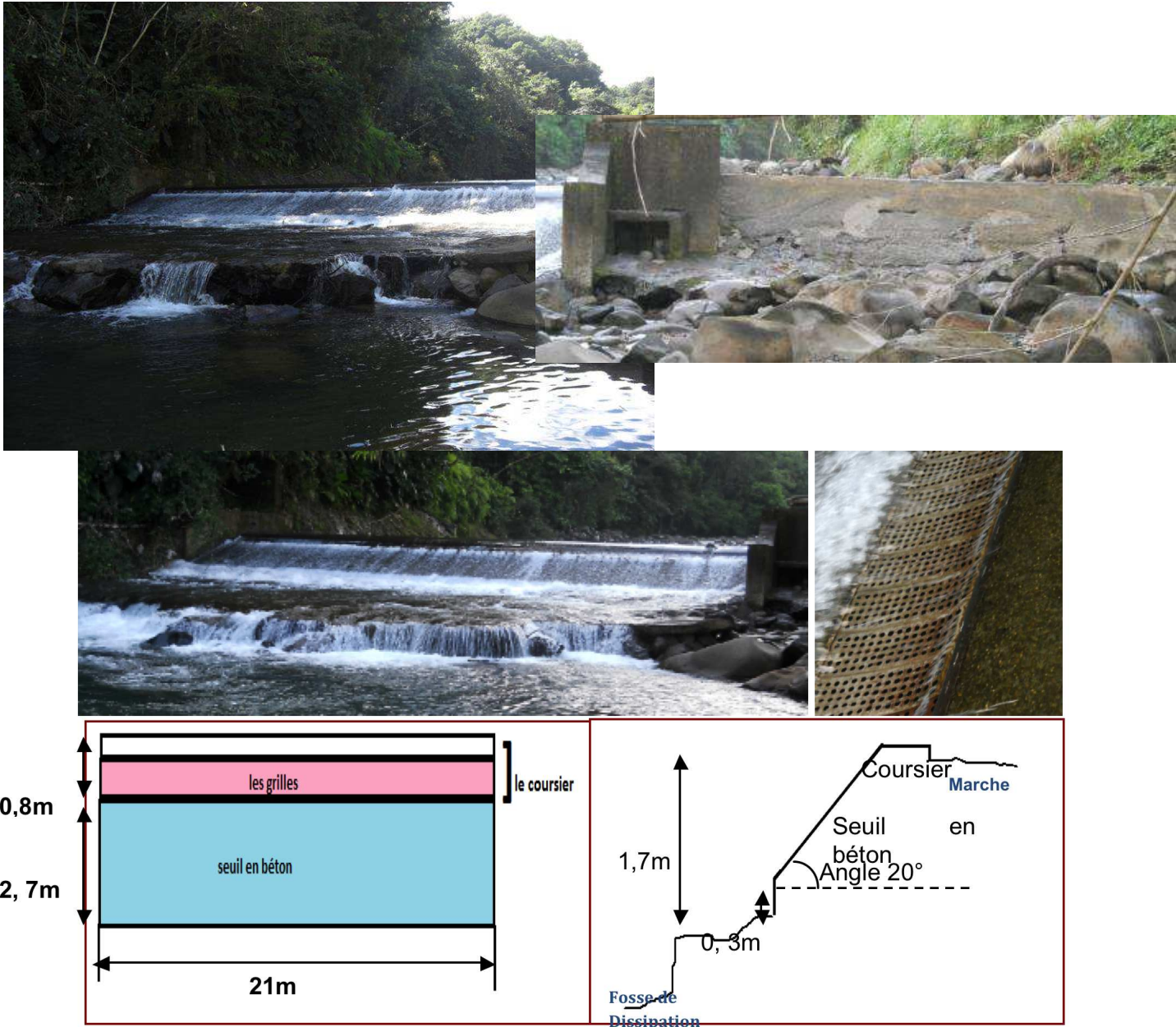
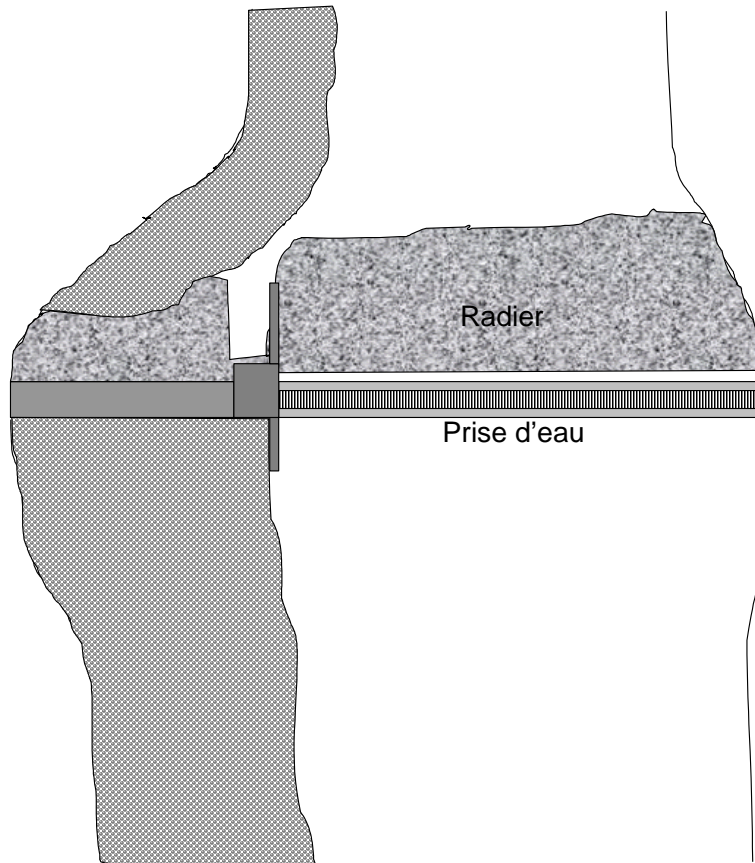


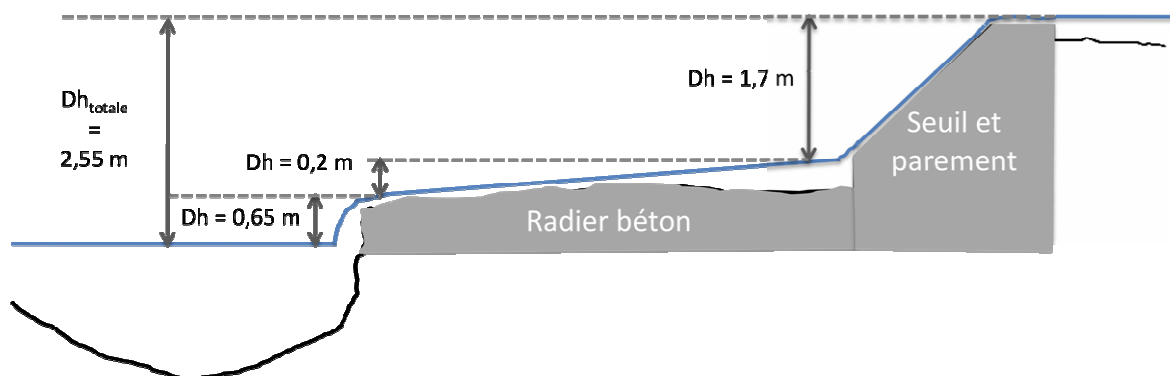
Figure 5 : Description générale de l'ouvrage de Bras David



**Figure 6 : Vu de dessus de l'ouvrage de Bras David**

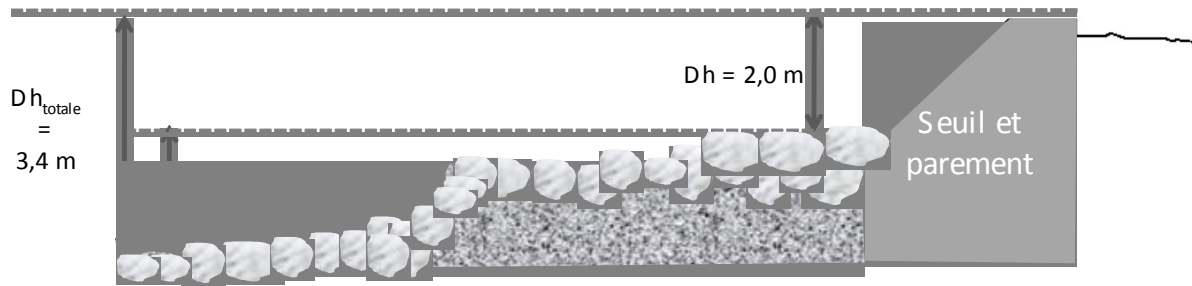
- Profil topographique.

Le seuil de prise d'eau est constitué d'un parement béton incliné de 2,7 m de long avec dénivélé de 1,7 m. Il est poursuivi d'un radier béton plus ou moins dégradé de 10 m de long incliné à 2%. La jonction au lit du cours d'eau s'effectue par une chute de 0,65 m de hauteur pour un débit de 1 m<sup>3</sup>/s avant de rejoindre une fosse d'assez forte profondeur (>1,5 m).



**Figure 7 : Profil topographique du seuil de prise d'eau**

En rive gauche, le déversoir béton dont la cote est située 0,85 m au dessus de celle du seuil de prise d'eau se prolonge d'un radier béton/bloc relativement endommagé lors des crues du cours d'eau sur une longueur variant de 7 à 9,5 m. Ce « radier » rejoint le cours d'eau au niveau de la fosse aval.

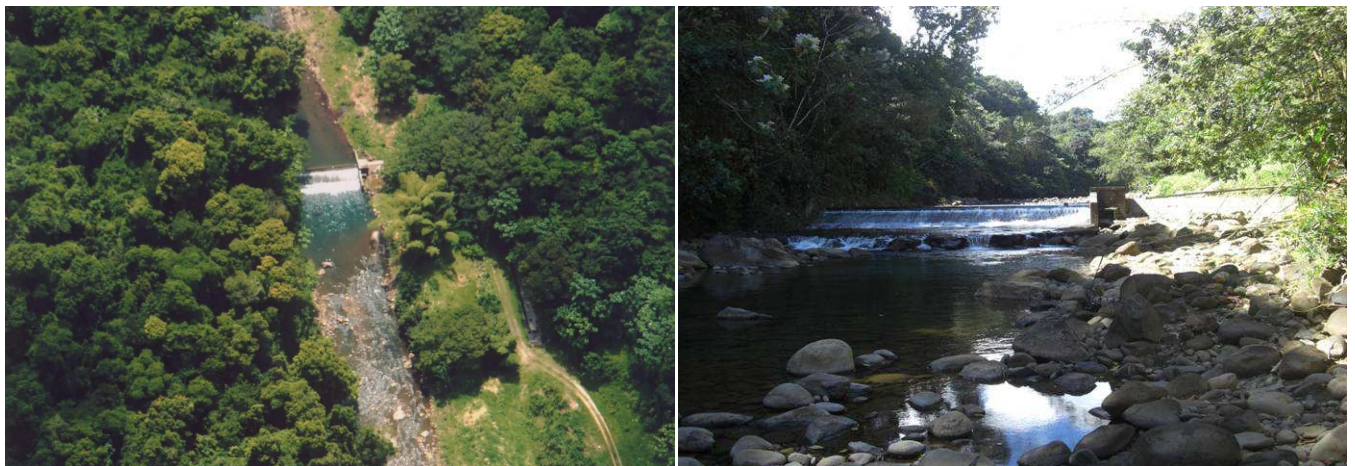


**Figure 8 : Profil topographique du déversoir rive gauche**

La chute totale à franchir pour un débit de 1,5 m<sup>3</sup>/s est donc de 2,55 m entre la ligne d'eau en amont du seuil et la ligne d'eau au niveau du lit du cours d'eau.

- Evolution de l'ouvrage

Avec le passage des crues, l'ouvrage évolue et a nécessité des travaux de reprise et de confortement. Les évolutions les plus notables concernent l'incision aval du radier. En 2003, la ligne d'eau aval recouvrait le radier. Les crues successives ont abouti à une incision qui abaisse la ligne d'eau à l'étiage de l'ordre de 65-75 cm.



**Figure 9 : Vue aval de la prise de Bras David en 2012 comparée à une vue aérienne de 2003**

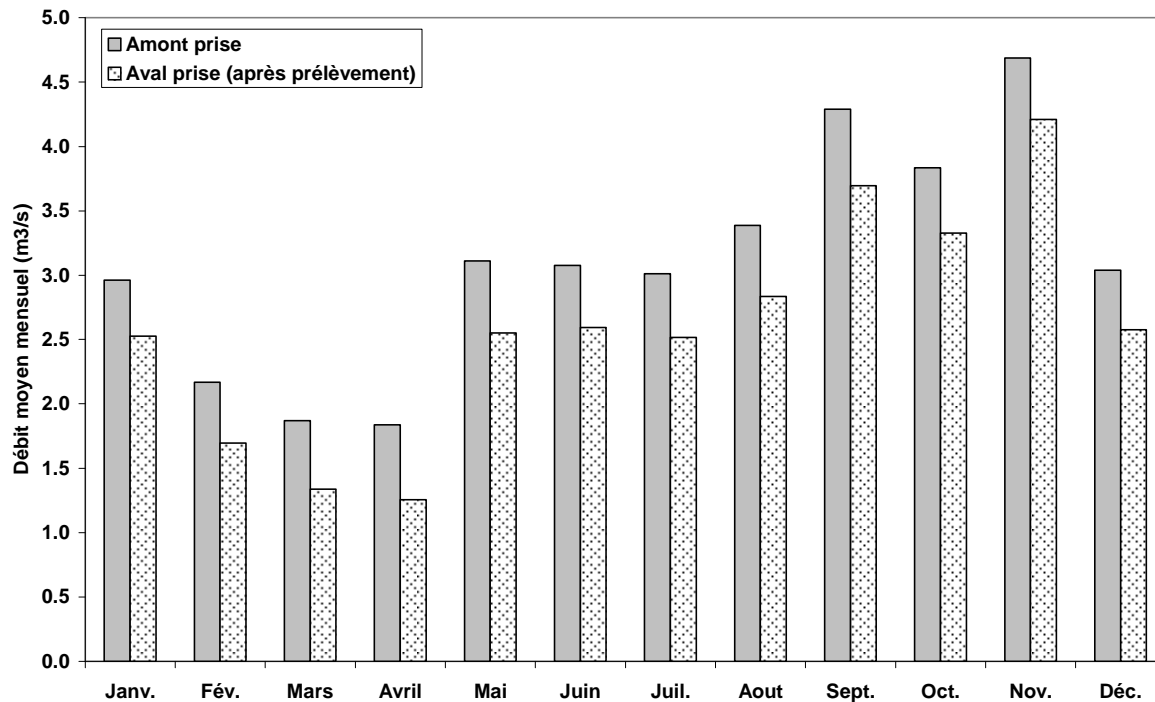
Ces évolutions sont difficilement contrôlables et évitables au vu du régime hydrologique des cours d'eau de Guadeloupe. Le seuil constitue une singularité hydraulique, qui crée une perte de charge propice à la dissipation de l'énergie lors des crues et donc au creusement du lit aval.

- Usages

L'eau de la rivière est captée via une prise par en-dessus en passant au travers d'une grille perforée situé sur le seuil principal. Le débit maximum instantané prélevable est fixé à 600 l/s avec une possibilité d'augmenter ponctuellement à 900 l/s lors des périodes de plus forts débits. Le volume annuel prélevable autorisé est fixé à 18 000 000 m<sup>3</sup>.

Le débit réservé à garantir à l'aval de l'ouvrage est de 700 l/s.

Les prélèvements s'exercent toute l'année modifiant ainsi l'hydrologie moyenne.



**Figure 10 : Comparaison de l'hydrologie moyenne mensuelle de part et d'autre du seuil de Bras David**

Grâce aux données de prélèvements mensuels (Safege 2006), nous avons estimé l'hydrologie moyenne en aval de la prise d'eau. Le débit médian diminue de 25% tandis que le module est réduit de 16%. Les réductions les plus significatives interviennent en mars/avril avec une diminution du débit moyen de l'ordre de 30%.

### 3.1.5 Bilan concernant les données

*Le dimensionnement d'un dispositif de franchissement nécessite dans une 1<sup>ère</sup> phase la récolte de données permettant de conduire un diagnostic et d'élaborer les scénarii. Quatre domaines doivent être abordés :*

- (1) les données relatives aux caractéristiques morphologiques du tronçon de rivière concernée,*
- (2) les données relatives aux espèces de poissons et de macrocrustacés,*
- (3) les données relatives à l'hydrologie du cours d'eau,*
- (4) les données relatives à l'ouvrage et à ses usages,*

*La récolte de ces données peut s'appuyer sur des relevés de terrain mais également sur les bases de données et l'ensemble des documents d'étude existants sur le territoire.*



## **3.2 Etape 2 : Analyses des données recueillies et choix du dispositif de franchissement**

### **3.2.1 Objectifs**

Les analyses des données doivent permettre de justifier les choix en matière de dispositifs de franchissement en se concentrant sur :

- le ou les type(s) de dispositifs de franchissement à envisager,
- le positionnement par rapport à l'ouvrage,
- le dimensionnement permettant d'aboutir à un Avant Projet Sommaire (APS).

### **3.2.2 La morphologie du tronçon de cours d'eau**

Le diagnostic doit porter essentiellement :

- sur la présence d'obstacles naturels à proximité de l'ouvrage,
- la stabilité du profil du lit,
- le transport de matériaux principalement grossiers.

Sur la rivière Bras David, la pente moyenne est assez modérée et les successions de faciès radier/plat et radier/profond ne constituent pas, à proximité de l'ouvrage, d'obstacles naturels à la libre circulation des espèces.

Les études morphologiques montrent que le lit est relativement stable sans risque d'incision majeure. Cela n'empêche pas, au droit du seuil, d'assister à une incision de l'ordre de 6-7 cm/an. Le transport solide est assez conséquent.

Ces observations doivent conduire à proposer des dispositifs de franchissement susceptibles de s'adapter :

- à l'évolution locale du lit à savoir une poursuite de l'incision,
- au transit sédimentaire et aux risques très forts d'accumulation de matériaux.

*Cela conduit à limiter toute perspective de dispositifs basés sur des successions de chutes et de bassins de dissipation d'énergie et à plutôt se concentrer sur un ouvrage de type rampe.*

### **3.2.3 Enjeux écologiques**

Le diagnostic repose sur le croisement :

- du positionnement de l'ouvrage vis-à-vis de la répartition « naturelle » des espèces,
- des espèces présentes dans le tronçon et en amont,
- des capacités de franchissement (reptation par usage de ventouse, reptation par usage de périopodes, saut, nage en pleine eau).

La rivière Bras David accueille des espèces de poissons et de macrocrustacés migratrices à forts enjeux écologiques. La position du seuil à 130 m d'altitude est propice à la présence d'au moins 14 espèces (8 de crustacés et 6 de poissons). De manière effective, actuellement, on peut considérer que 9 espèces sont régulièrement présentes.

Au vu des capacités de franchissement, 3 groupes distincts peuvent être identifiés :

- les espèces disposant de capacités de reptation par ventouse,
- les espèces disposant de capacités de reptation par périopodes,

- les espèces disposant de capacité de nage et de saut.

Pour le 1<sup>er</sup> groupe, nous retiendrons les espèces de *Sicydium*, le deuxième groupe est constitué des crustacés de la famille des Atyidae, des Xiphocaridae, et des Palaemonidae et enfin le 3<sup>ème</sup> groupe est représenté uniquement par le mulot des montagnes.

Concernant les tailles des individus susceptibles de migrer dans le secteur, il est nécessaire de retenir des tailles assez petites pour les *Sicydium* et les crustacés correspondant aux juvéniles (respectivement <50 mm et <30 mm).

*Les enjeux écologiques du tronçon de rivière conduisent à retenir potentiellement deux types de dispositifs de franchissement :*

- (1) *une rampe pour les espèces dotées de capacités de reptation,*
- (2) *une passe à bassin pour le mulot de montagne.*

### 3.2.4 L'hydrologie

L'analyse de l'hydrologie doit permettre de dégager les conditions hydrologiques représentatives des périodes de migration des espèces. Pour cela, la méthode proposée repose :

- sur le découpage en 4 saisons caractéristiques :
  - o une saison sèche (carême sec) de mars à mai,
  - o une saison humide de juin à juillet,
  - o une saison cyclonique d'août à novembre,
  - o une saison fraîche de décembre à février.
- la détermination des débits classés caractéristiques de ces périodes :

	Cyclone	Forte humidité	Fraîche	Sèche
Q <sub>median</sub>	2.5	2.0	2.0	1.4
Q <sub>25</sub>	1.7	1.4	1.6	1.1
Q <sub>75</sub>	4.2	3.1	2.9	2.0
Q <sub>10</sub>	1.4	1.1	1.3	0.9
Q <sub>90</sub>	7.2	5.7	4.7	4.1

**Tableau 5 : Débits classés caractéristiques aux différentes saisons hydroclimatiques**

Même si les espèces migrent toute l'année, certaines périodes constituent des moments privilégiés. C'est le cas de la période de forte humidité de juin à juillet et la fin de la période cyclonique d'octobre à décembre.

*L'analyse de l'hydrologie au droit de l'ouvrage de Bras David conduit à considérer que les dispositifs de franchissement devront être dimensionnés pour des débits du cours d'eau de l'ordre de 2 à 2,5 m<sup>3</sup>/s. Leur plage de fonctionnement devra être assuré entre le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>ème</sup> quartile (Q<sub>25</sub>-Q<sub>75</sub>) soit entre 1,4 et 4,2 m<sup>3</sup>/s. Selon les possibilités, il sera recherché une fonctionnalité allant jusqu'au 1<sup>er</sup> et dernier décile (Q<sub>10</sub>-Q<sub>90</sub>) soit entre 1.1 et 7,2 m<sup>3</sup>/s.*

*Ces débits caractéristiques seront utilisés pour déterminer la hauteur de chute totale à l'ouvrage et son évolution en fonction du débit transitant.*

### 3.2.5 Les caractéristiques de l'ouvrage

#### 3.2.5.1 Approche générale

L'analyse des caractéristiques de l'ouvrage doit permettre de déterminer :

- **la hauteur de chute totale et son évolution en fonction du débit,**
  - **l'évolution potentielle de cette hauteur de chute en fonction de l'incision du cours d'eau,**
  - **l'emplacement de ou des dispositifs de franchissement sur la base de l'attractivité hydraulique, de l'accessibilité pour l'entretien et pour la construction, des risques de dégradation lors des crues cycloniques.**
- La hauteur de chute

Elle est déterminée par des relevés topographiques à un débit donné. Son évolution est appréhendée :

- En amont par des formules hydrauliques de déversoir lorsque celui-ci est relativement homogène ou grâce à des relevés d'échelle limnimétrique à plusieurs débits,
- En aval par l'utilisation d'un modèle hydraulique 1D basé sur la topographie du cours d'eau, sur des relevés ponctuels de ligne d'eau à différents débits, par une estimation selon la configuration du site et des prises de vue à différents débits.

*La connaissance exacte de l'évolution de la ligne d'eau aval en fonction du débit n'est pas capitale pour la construction de rampes qui ne réclament un calage hydraulique fin qu'en amont. Il suffit de bien connaître la ligne d'eau aval à l'étiage et de s'assurer que la rampe sera bien ennoyée à ce débit.*

- L'évolution potentielle de la ligne d'eau aval

Elle peut être évaluée :

- soit par des connaissances historiques permettant de relever les changements successifs après le passage des crues cycloniques,
- soit par une évaluation du risque d'incision en fonction des caractéristiques du seuil et du cours d'eau.

*Aucune méthode d'évaluation du risque n'existe pour ce type de cours d'eau. Ce risque sera fortement influencé par différents facteurs :*

- *un rapport hauteur d'ouvrage/pente du cours d'eau élevé,*
- *un substrat mobile de blocs et galet,*
- *un bassin versant concentrant les écoulements (indice de Gravellius <1,2),*
- *une largeur de plancher alluvial proche de celle du lit mineur,*
- *un fort rapport de débit de crue quinquennal/largeur du lit mineur.*

- L'emplacement du dispositif de franchissement

Le choix de l'emplacement doit se baser sur le croisement :

- de la cartographie des écoulements en aval de l'obstacle au débit médian, au 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> quartile des périodes de migration. L'ouvrage de franchissement devra se situer à proximité des zones d'écoulement les plus marquées si elles existent,
- de l'accessibilité pour l'entretien notamment au niveau de l'entrée hydraulique amont. Les personnels chargés de l'entretien du site doivent pouvoir accéder à pied à l'entrée hydraulique amont pour des débits situés entre le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>ème</sup> quartile de la période de migration,
- de l'accessibilité pour la construction du dispositif afin de faciliter le passage et le travail des engins de chantier,
- des risques de transit de matériaux grossiers et de dépôts pendant et après les crues.

### 3.2.5.2 Application au seuil de Bras David

- Hauteur de chute : la hauteur de chute totale pour un débit de 1,5 m<sup>3</sup>/s a été mesurée au seuil de prise d'eau à 2,55 m. Cette hauteur va évoluer en fonction des changements de ligne d'eau en amont et aval. Pour estimer, l'évolution de la ligne d'eau en amont du seuil de prise d'eau, nous avons utilisé une formule de déversoir dénoyé avec un coefficient de débit de 0,35.

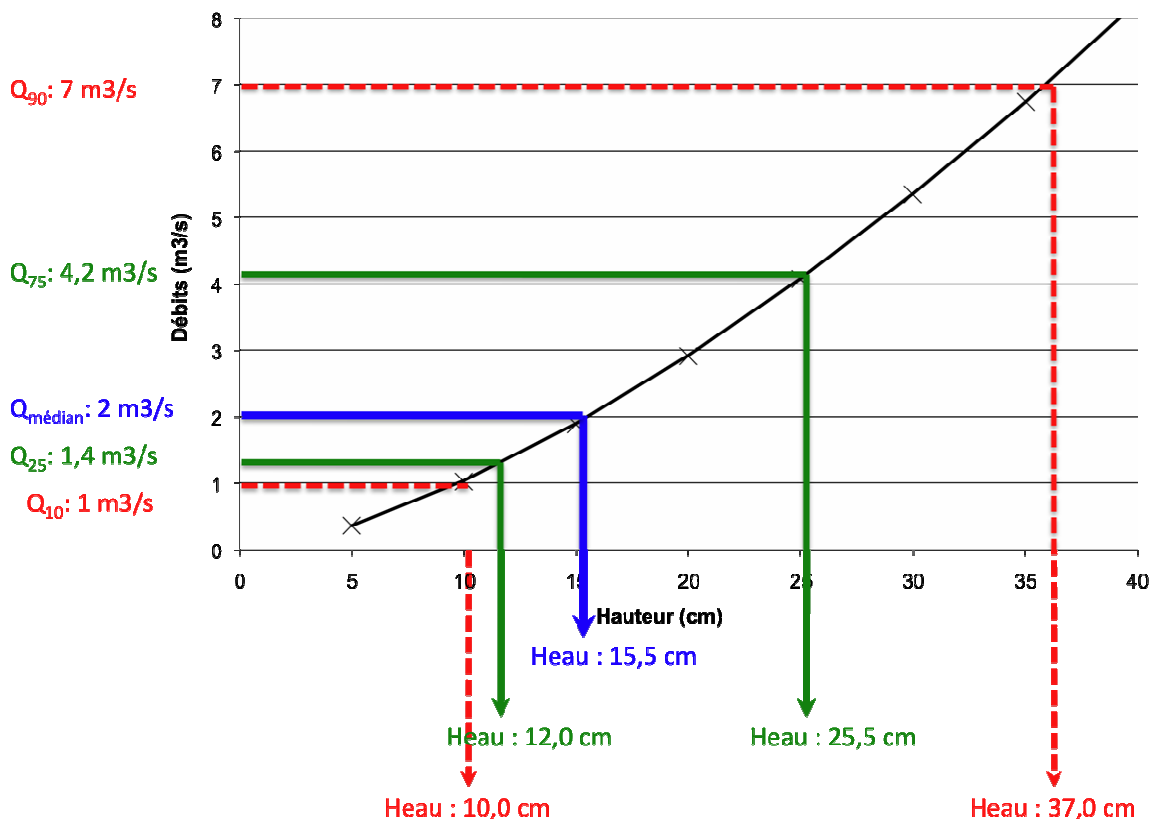


Figure 11 : Evolution de la ligne d'eau en amont du seuil de prise d'eau

La charge hydraulique en amont du seuil varie de 5 cm pour un débit de 0,5 m<sup>3</sup>/s (134.12m NGF) à 15,5 cm (134.22m NGF) au débit médian des périodes de migration pour atteindre plus de 35 cm (134.42m NGF) à 7 m<sup>3</sup>/s. Cette relation permet de caler les différentes cotes de fonctionnement hydraulique des futurs ouvrages de franchissement :

- cote min et max de la ligne d'eau assurant la fonctionnalité optimale de l'ouvrage : charge de 12,0 cm à 25,5 cm soit une variation de niveau par rapport au débit médian de -3,5 cm à +10 cm (13 cm de variation totale),(cote de 134.19m NGF à 134.33m NGF),
- cote min et max pour une fonctionnalité possible : charge de 10,0 cm à 37,0 cm soit une variation par rapport au débit médian de - 5,5 cm à +21,5 cm (27 cm de variation totale)(cote de 134.17m NGF à 134.44m NGF).

En aval, nous ne disposons pas de mesures ni de modèle hydraulique capable de nous indiquer l'évolution de la ligne d'eau en fonction du débit. Seules des photos prises à différentes périodes et donc à différents débits permettent d'évaluer cette évolution notamment vis-à-vis de la chute située en aval du radier béton. Aux alentours de 5-7 m<sup>3</sup>/s, la chute au radier est encore de l'ordre de 20-30 cm (70 cm à l'étiage ; 40-50 cm à 1,5 m<sup>3</sup>/s). Elle disparaît totalement pour des débits > 25-30 m<sup>3</sup>/s.



**Figure 12 : Evolution de la ligne d'eau en aval de la prise pour des débits de l'ordre de 1,5 m<sup>3</sup>/s et 5-6 m<sup>3</sup>/s**

Globalement, la hauteur de chute totale de 2.55 m semble se maintenir sur assez large plage de débits et dans tous les cas pour la plage de débit visé en terme de fonctionnalité maximale de l'ouvrage à savoir entre 1,4 et 4,2 m<sup>3</sup>/s voir même pour des valeurs plus extrêmes entre 1.1 et 7,2 m<sup>3</sup>/s (Q<sub>10</sub>-Q<sub>90</sub>).

- Evolution de la hauteur totale de chute en aval

En aval de l'ouvrage, on observe une incision du cours d'eau qui reste toutefois modérée. Entre 2003 et 2012, les informations photographiques dont nous disposons nous indiquent un abaissement de la ligne d'eau à l'étiage de l'ordre de 60 à 70 cm soit une baisse moyenne d'environ 6 cm/an. Cette incision modérée par rapport à d'autres seuils en Guadeloupe est liée à la configuration du site (lit mineur et majeur assez large, pente moyenne, hauteur de seuil modérée). Toutefois, il est indispensable de considérer dans les projets de dispositifs de franchissement un abaissement potentiel de la ligne d'eau aval de l'ordre de 50-60 cm par rapport à la situation actuelle.

- Emplacement du dispositif de franchissement

Le choix de l'emplacement du dispositif de franchissement sur le seuil de Bras David doit s'appuyer sur :

- l'attractivité hydraulique en aval : les macrocristacés et les espèces de *Sicydium*, même au stade juvénile, remontent vers les zones de plus forte courantologie. La passe ne doit donc pas déboucher dans une zone à faible écoulement mais au contraire se rapprocher des écoulements les plus marqués en aval.



**Figure 13 : Courantologie en aval du radier de la prise d'eau pour un débit de l'ordre de 1,5 m<sup>3</sup>/s**

**Il ne se dessine pas sur une rive ou une autre une zone préférentielle d'écoulement.**

Plusieurs critères sont donc à analyser :

- l'alimentation hydraulique en amont : l'assurance de la délivrance d'un débit sans risque de colmatage et surtout de comblement se situe **en rive droite**. En rive gauche, le cours d'eau est sujet à des dépôts de matériaux qui peuvent obstruer la sortie piscicole du dispositif,

- l'accessibilité et l'entretien : clairement, **la rive gauche** est à privilégier en matière d'entretien. La rive droite n'est pas directement accessible et réclame de traverser le cours d'eau,
- les facilités de construction et d'accès des engins : **la rive gauche** est également beaucoup plus intéressante en matière d'accès des engins de chantier même si la taille du cours d'eau reste modeste et n'empêche pas totalement toute construction en rive droite. La rive droite pose également le problème d'une implantation qui empiéterait dans la prise d'eau.

Les différents éléments dont nous disposons amène à privilégier une implantation de l'ouvrage de franchissement **sur la rive gauche. Deux options restent alors possibles :**

- **(a) une implantation à proximité du dispositif de vannage** pour faciliter l'attractivité hydraulique,
- **(b) une implantation totalement en rive gauche à l'extrémité du seuil.**

L'option (a) présente l'avantage de se situer à proximité des écoulements du seuil et donc d'être plus intéressante en terme d'attractivité même si il faudra assurer la connexion entre le pied du seuil et le lit mouillé du cours d'eau. L'option (b) assure une meilleure protection lors des crues, un accès encore plus aisé pour l'entretien et la construction mais elle nécessite un long aménagement de chenal pour se reconnecter au lit de la rivière et donc du débit pour assurer un minimum d'attractivité. Elle pose également le problème des dépôts colmatant et comblant en amont qui risquent de fortement perturber l'alimentation en eau.

**L'ensemble de ces considérations amène à préconiser une position préférentielle de la rampe sur le seuil rive gauche mais adossée au dispositif de vannage.**



**Figure 14 : Proposition d'emplacement du dispositif de franchissement**

*Les ouvrages de franchissement à construire doivent être dimensionnés pour une chute totale de 2.60 m actuelle à laquelle il faut ajouter le risque d'incision de l'ordre de 60 cm soit au final un dispositif adapté à une chute de 3.2 m.  
L'alimentation en eau amont doit être calée sur la base d'une alimentation de la passe pour des cotes de ligne d'eau allant de 134.15 m NGF à 134.33 m NGF.*

Ces caractéristiques correspondent à une fonctionnalité optimale de l'ouvrage pour des débits variant entre le 1<sup>er</sup> décile (1,1 m<sup>3</sup>/s) et le 3<sup>ème</sup> quartile (4,2 m<sup>3</sup>/s). L'implantation de l'ouvrage doit privilégier la rive gauche mais à proximité du système de vannage.

### 3.2.6 Synthèse sur les choix de type de dispositif et les principales caractéristiques

#### 3.2.6.1 Nombre et type de dispositifs

La dimension du cours d'eau (<25 m de large) ainsi que l'organisation des usages au droit du barrage ne rendent pas nécessaire l'implantation de plusieurs dispositifs. Concernant les enjeux écologiques, les capacités de franchissement des espèces identifiées, macrocristacés et *Sicydium sp.* d'un côté, mullet de montagne de l'autre amèneraient à construire 2 types de dispositifs (rampe et passe à bassin). Toutefois, dans le contexte de Bras David, les risques de dommages pour une passe à bassin liés au transport sédimentaire et les impacts de l'ouvrage sur les populations de mullets qui semblent plutôt limités amènent **à ne retenir que la solution de la rampe adaptée au franchissement des macrocristacés et des *Sicydium sp.*** Il s'agit d'une proposition basée sur un compromis dans un contexte de mesures qui visent à atténuer les impacts d'un ouvrage et non à restaurer totalement la continuité écologique.

Afin de faciliter l'attractivité de la rampe, il est proposé de compléter le dispositif **par l'ajout d'un débit d'attrait au droit de l'ouvrage** restitué sous la forme d'un échancrure dans le seuil rive gauche et un écoulement sur le parement du seuil et le radier aval. Ce débit d'attrait viendra rejoindre l'entrée aval de la rampe et s'écoulera vers le cours d'eau dans un chenal à construire.

#### 3.2.6.2 Choix de son implantation

L'ensemble des informations recueillies et leur analyse ont conduit à privilégier une implantation du dispositif en rive gauche au droit de la tour équipée d'une vanne de vidange. La rampe et le débit d'attrait qui seront adjacents et séparés par un voile béton seront donc implantés sur le seuil rive gauche.

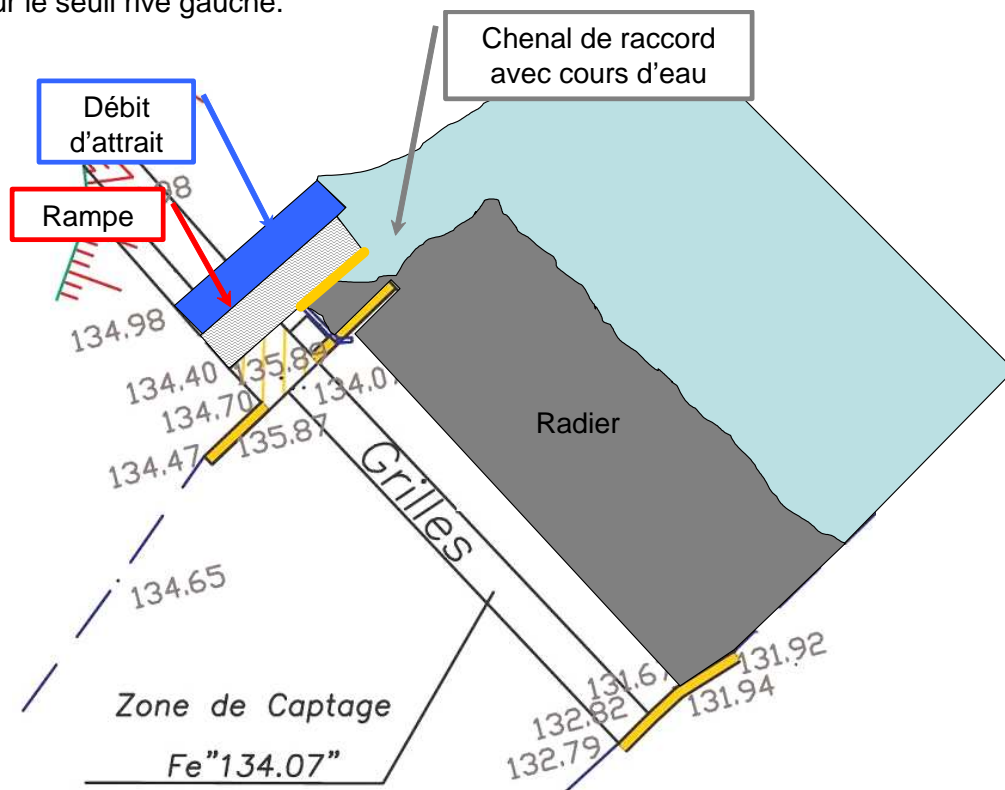


Figure 15 : Proposition d'implantation du dispositif de franchissement constitué d'une rampe, d'un débit d'attrait et d'un chenal de raccordement



### 3.2.6.3 Principales caractéristiques de la rampe

Les caractéristiques métriques et topographiques de la rampe sont définies à la fois sur la base des exigences biologiques des espèces (capacité de reptation et de nage) mais également en tenant compte des contraintes topographiques du site et de son génie civil.

- Exigences biologiques :
  - o Les *Sicydium* ont des capacités de reptation importantes et peuvent progresser sur des parements verticaux. Les ouvrages de franchissement testés et conçus notamment à la Réunion (Voegtle *et al.*, 2002 ; Baran *et al.*, 2009) sont basés sur une pente de 50°;
  - o Les macrocrustacés et notamment les juvéniles de *Macrobrachium* sont eux aussi susceptibles de franchir des supports à fortes pentes. Des tests récents réalisés en laboratoire ont montré que les pentes les plus efficaces se situaient entre 30 et 40° (Olivier *et al.*, 2013).

Afin de répondre aux exigences de franchissement des macrocrustacés et des *Sicydium*, la rampe doit présenter une pente maximale de 40°. Si l'on considère une chute totale de 3,2 m à franchir, cela représenterait un ouvrage de 3,8 m de linéaire en plan (5 m de longueur de rampe).

- Contraintes liées à la topographie actuelle et au génie civil.

Actuellement, en aval du seuil rive gauche et plus particulièrement sous le vannage, le radier constitué de béton et de blocs est très irrégulier. Il ne se prolonge que d'1,5 m en aval du mur de séparation entre les 2 seuils



Il semblerait pertinent que la rampe puisse arriver jusqu'à ce niveau, ce qui représente une distance de l'ordre de 7 m soit un angle de 25° pour la rampe.

- Contraintes liées aux variations de niveau d'eau.

La largeur de la rampe serait de 1,5 m avec un dévers latéral permettant d'assurer un écoulement avec un faible tirant d'eau pour une variation de ligne d'eau amont de 17 cm.

### 3.2.6.4 Récapitulatifs des critères de choix et de dimensionnement.

Domaines	Enjeux et/ou caractéristiques retenus	Implication pour le dispositif de franchissement
<b>Morphologie-transport solide</b>	Transport solide grossier significatif – lit relativement stable – incision limitée	<b>Pas de dispositif chute/bassin</b> (risque de comblement), <b>Rampe béton</b> - anticiper les risques d'incision par prolongement aval du dispositif
<b>Ecologie</b>	Macrocoquilles – Sicydium – mulot de montagne	<b>Rampe (40° maximum)</b> et dispositif chute bassin
<b>Hydrologie</b>	Débits classés périodes cycloniques et de forte humidité	Fonctionnalité du dispositif recherchée pour des débits allant <b>de 1 à 4,5 m<sup>3</sup>/s</b>
<b>Topographie – Génie civil</b>	Hauteur de chute - Succession de radiers en pied d'ouvrage et de seuils béton inclinés avec prise d'eau par en-dessous pour le seuil RD.	Hauteur de chute de 2,6 m + 0.6 m d'incision à venir = <b>3.2 m</b> , Aménagement pour le franchissement du radier de pied ouvrage ( <b>chenal</b> )
<b>Hydraulique hydrodynamique</b>	- Evolution niveaux d'eau en fonction du débit (15 cm à prévoir en amont) Ecoulements aval concentrés au seuil de prise d'eau mais étalés sur la largeur	Dévers latéral sur la rampe ( <b>17 cm de différentiel de cote</b> ), Position du dispositif <b>le plus proche possible du seuil de prise d'eau</b>
<b>Construction</b>	Accessibilité du chantier – protection contre les crues : plus de facilité en rive gauche	Dispositif sur <b>le seuil rive gauche</b>
<b>Entretien futur</b>	Accessibilité et risques de comblement par des matériaux : facilités en rive gauche	Dispositif à <b>l'extrémité du seuil rive gauche</b>

**Tableau 6 : Récapitulatif des enjeux et contraintes du site de Bras David et des implications dans le dimensionnement du dispositif de franchissement**

Nous proposons, comme compromis prioritaire, de construire une rampe béton inclinée à 25° de 7 m de longueur et de 1,5 m de largeur sur le seuil rive gauche mais adossée au vannage. Une échancrure laissera transiter un débit d'attrait (200-300 l/s) immédiatement à gauche de la rampe. L'ensemble sera connecté en aval à un chenal de 60-80 cm de profondeur pour 1 m de large.

## **3.3 Etape 3 : Dimensionnement de l'ouvrage de franchissement**

### **3.3.1 Rappels sur les caractéristiques techniques des ouvrages de franchissement**

Les ouvrages de franchissement adaptés au cours d'eau des DOM insulaires présentent des caractéristiques bien spécifiques. En effet, ils s'appuient sur les capacités de reptation des poissons du genre *Sicydium* et de marche des macrocrustacés. Il s'agit de rampes à substrat très peu rugueux (béton) dont les pentes peuvent atteindre 60°. L'élément déterminant est la nécessité d'un très faible tirant d'eau (légère humectation à quelques mm seulement). Il est toutefois important que ces ouvrages soient positionnés le plus proche possible des principales veines de courant situées en aval des seuils et barrage.

Les principales difficultés tiennent :

- au bon calage hydraulique vis-à-vis de la ligne d'eau amont permettant d'assurer un très faible déversement,
- à la pérennité du génie civil lors du passage des crues cycloniques.

### 3.3.2 Implantation du dispositif

Nous présentons ici une esquisse de l'implantation du dispositif retenu composé d'une rampe de 1.5 m de large pour 7 m de longueur, d'une échancrure de 1,5 m de large recevant le débit d'attrait et d'un chenal collecteur permettant la jonction aval au lit du cours d'eau (Figure 16).

L'implantation de la rampe et de l'échancrure du débit d'attrait réclame des travaux de démolition et de reconstruction au niveau du seuil et de sa crête, du radier bloc/béton aval et du fond constitué de blocs.

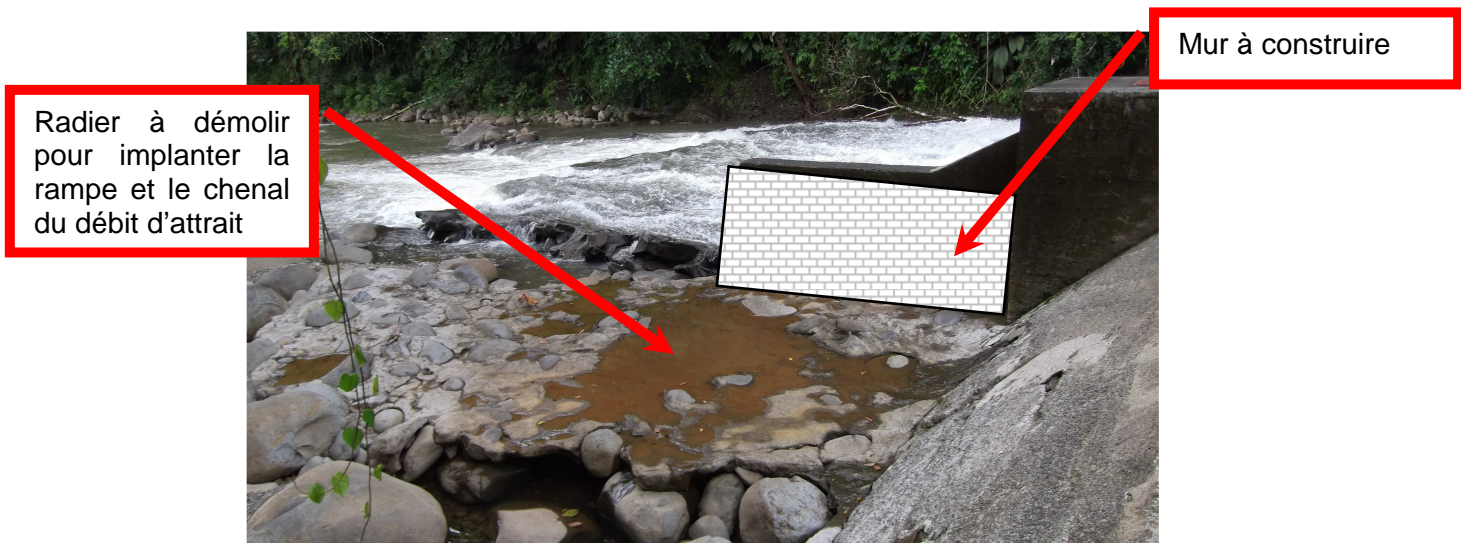


Figure 16 : Radier à démolir en pied d'ouvrage et mur à construire pour isoler le vannage

### 3.3.3 Calage altitudinal

**Le calage altitudinal est proposé en référence aux niveaux d'eau et surtout à la cote de la crête de la prise d'eau donnée à 134.07m NGF.**

Nous proposons pour la rampe une cote basse assurant le début de l'alimentation en eau à 134.15m NGF ce qui correspond à un débit de 1 m<sup>3</sup>/s dans le cours d'eau. La cote haute du dévers est fixée à 134.32m NGF assurant ainsi une alimentation correcte de la rampe jusqu'à des débits de l'ordre de 4,5 m<sup>3</sup>/s.

La cote de l'échancrure du débit d'attrait est fixée à 133.97 m NGF soit 1.01 m sous la cote du seuil si celle-ci est bien conforme à ce qui est indiqué sur les plans topographiques construits sur la base des levés du cabinet Delahousse (Safege, 2006). En matière de débit, les valeurs transitant sont indiquées dans le tableau 7.

Débit du cours d'eau	Niveau d'eau amont	Débit d'attrait
1 m <sup>3</sup> /s	134.15	180 l/s
2.4 m <sup>3</sup> /s	134.22	310 l/s
5 m <sup>3</sup> /s	134.32	500 l/s

Tableau 7 : Débits transitant dans l'échancrure du débit d'attrait en fonction du niveau d'eau amont

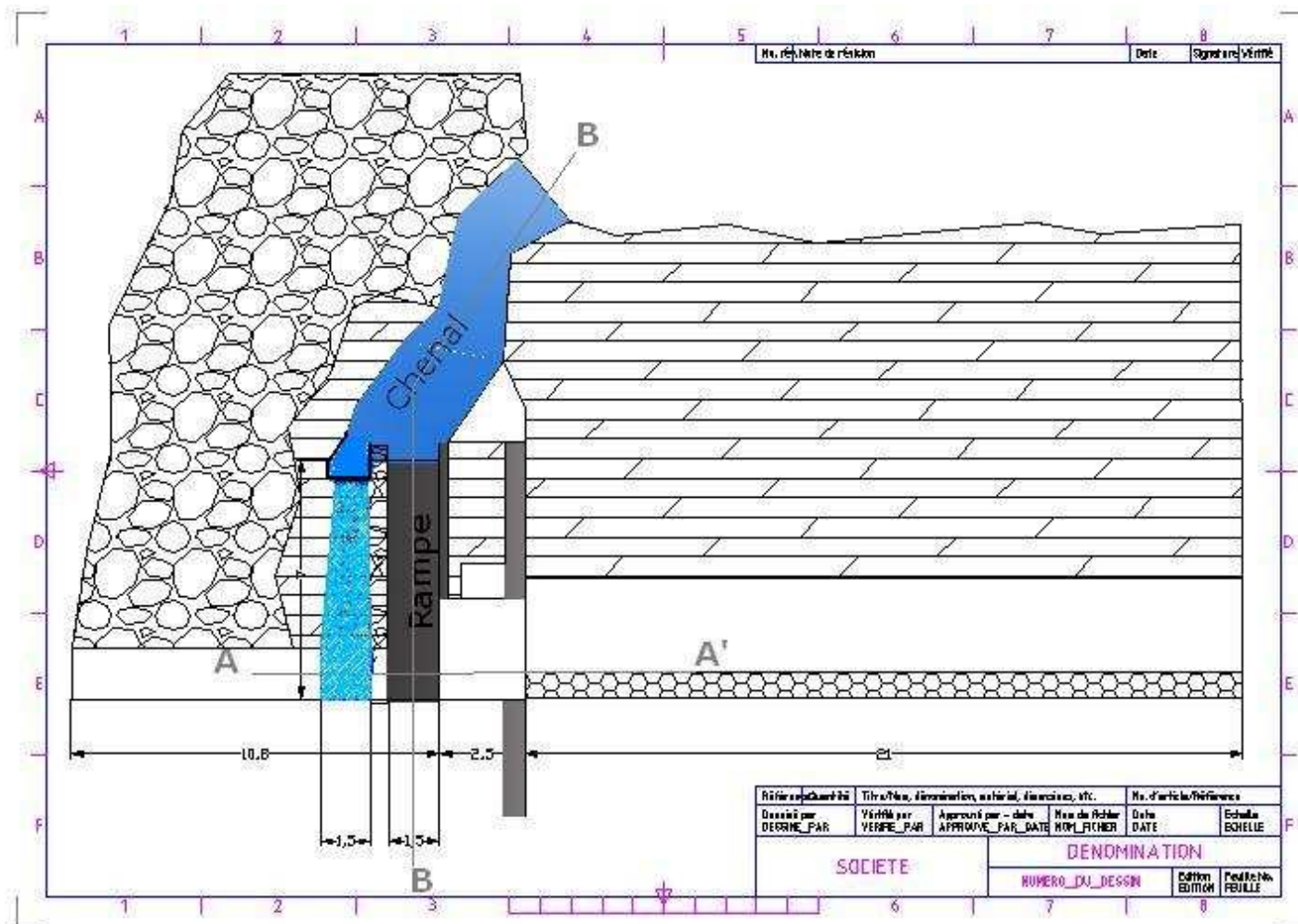


Figure 17 : Vue en plan de l'implantation de la rampe de franchissement, de l'échancrure du débit d'attrait et du chenal de raccordement aval

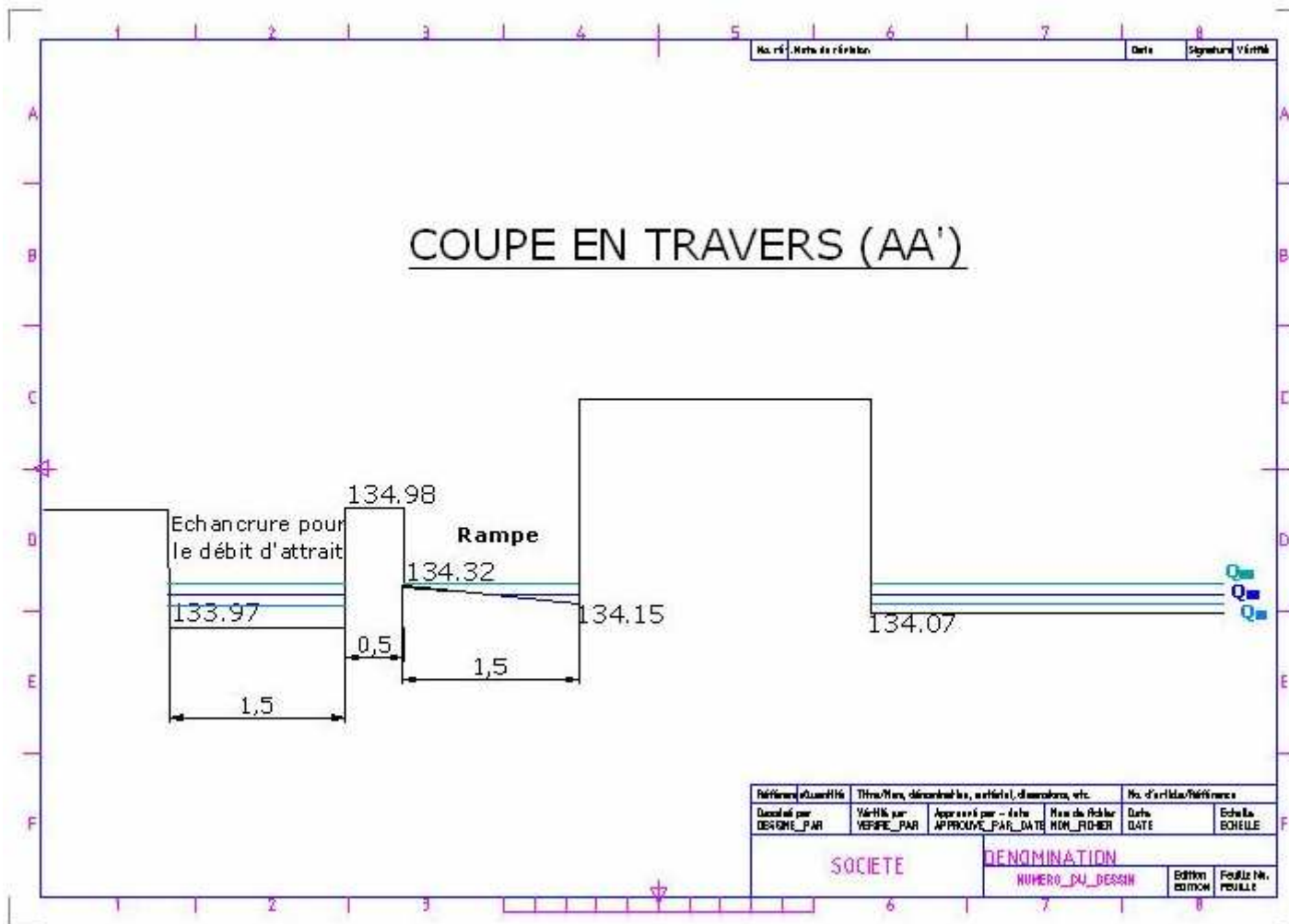


Figure 18 : Coupe en travers au niveau de la crête du seuil avec le positionnement de la rampe et de l'échancrure du débit d'attrait

### 3.3.4 Dimensionnement

La rampe sera construite en béton légèrement rugueux. Sa largeur sera de 1,5 m avec un dévers latéral de 17 cm (6°). Sa longueur sera de 7,6 m et de 7 m projeté. L'inclinaison sera de 25° pour aboutir à une cote aval de 131.03 m NGF (Figure 19).

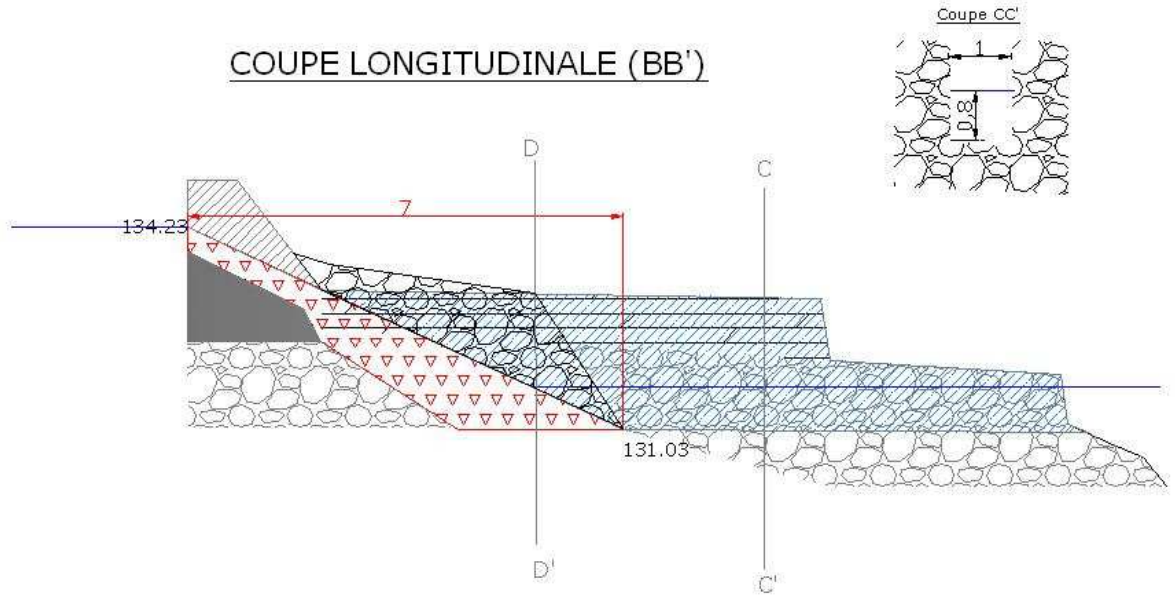


Figure 19 : Coupe transversale de la rampe

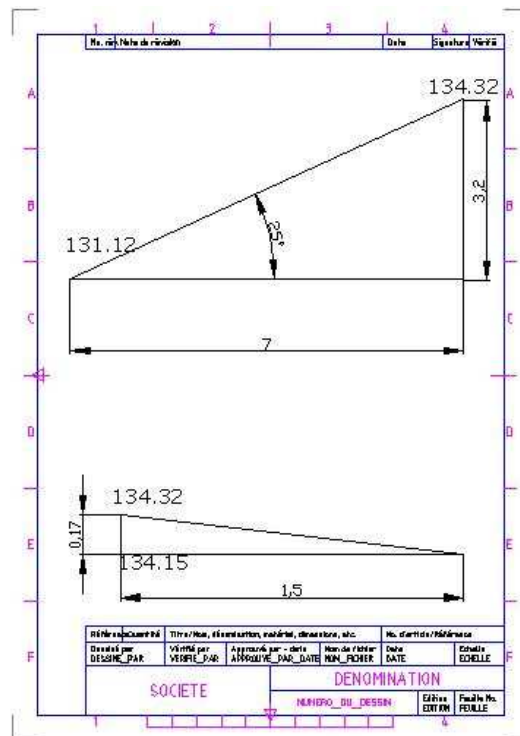
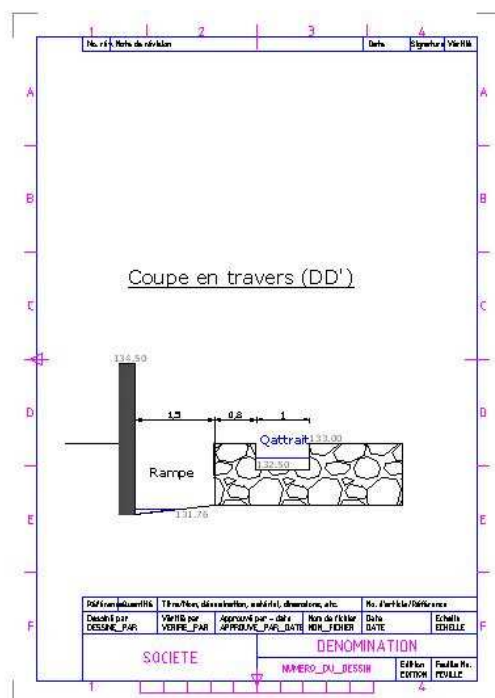


Figure 20 : Détails de la rampe

Le débit d'attrait transitera par une échancrure de 1,5 m de large. Il s'écoulera sur le parement avant de se retrouver canalisé dans un chenal construit en parallèle de la rampe (largeur 1,5 m amont – 1 m aval) et débouchant légèrement en retrait d'1 m à gauche du pied de la rampe avec une chute de 0.5 m. Cette sortie en retrait est importante pour que les écoulements du débit d'attrait ne viennent pas masquer ceux de la rampe. Les deux dispositifs (rampe et débit d'attrait) seront séparés par un mur constitué de blocs liaisonnés.



**Figure 21 : Coupe transversale de la rampe à son point aval**

La rampe et le chenal du débit d'attrait déboucheront dans un chenal collecteur de largeur variable allant de 3 m en pied de rampe jusqu'à 1 m en aval. La cote de fond sera de 131.03 en pied de rampe et de 130.80 en partie aval du canal.

### 3.3.5 Alimentation en eau des dispositifs

La rampe et le débit d'attrait étant prévus pour être implantés dans le déversoir rive gauche, il est important de s'assurer de leur bonne alimentation en eau. Actuellement, des dépôts de galets et de petits blocs rehaussent les fonds sur cette berge. Il conviendra de créer un chenal d'alimentation en dégagant ces matériaux et en installant des enrochements en bordure.

### 3.3.6 Surveillance et entretien des dispositifs

Les crues cycloniques réclament une surveillance et un entretien régulier des dispositifs afin de s'assurer de leur alimentation correcte en eau (respect des cotes de ligne d'eau amont) et de l'intégrité du génie civil. Les risques de comblement du chenal aval notamment lors des crues sont significatifs et devront faire l'objet d'une surveillance.

### 3.3.7 Contrôle des dispositifs

Dès l'instant où les dispositifs de franchissement piscicole constituent des mesures correctrices d'aménagement et sont mentionnés dans l'arrêté d'autorisation, ils doivent faire

l'objet soit d'un arrêté spécifique soit d'une modification de l'arrêté d'autorisation. Il devra être précisé par l'autorité administrative :

- les principales caractéristiques des dispositifs,
- leur dimensionnement,
- leur cote de génie civil en référence aux cotes de ligne d'eau,
- les obligations d'entretien,
- les moyens de contrôle.

L'installation d'une échelle limnimétrique contre le mur du vannage au droit de la rampe constituerait un moyen efficace de contrôle de l'alimentation en eau du dispositif.

## 4 Conclusions et perspectives

Les connaissances vis-à-vis du comportement migratoire des espèces de macrocrustacés et de poissons des DOM insulaires restent parcellaires. L'impact des ouvrages transversaux sur les populations de ces espèces est donc difficile à quantifier même si les données issues des études et recherches réalisées tendent à montrer des effets significatifs sur la distribution des espèces, la répartition des classes d'âge et la dynamique de migration.

L'aménagement de dispositifs de franchissement pour les espèces de la faune aquatique de ces cours d'eau constitue une mesure correctrice des impacts des ouvrages. En effet, il n'est pas possible d'assurer une libre circulation totale de toutes les espèces, de toutes les tailles et dans toutes les conditions hydroclimatiques avec un dispositif de franchissement. **Quelque soit la technologie développée, celui-ci présentera une sélectivité vis-à-vis des espèces, des tailles d'individus et dans le temps.**

Les techniques actuelles disponibles permettent de proposer des solutions qui peuvent rétablir une partie de la libre circulation. La mise en œuvre de ces techniques passe par la réalisation d'études préalables respectant une chronologie bien définie depuis la récolte des données, leur analyse, le dimensionnement, la réalisation du projet, son récolement, son entretien et son contrôle.

L'expertise réalisée par le pôle fournit actuellement les bases pour la rédaction de cahiers des charges d'étude de dimensionnement d'ouvrages de franchissement.

L'application au cas du seuil de Bras David permet une mise en œuvre pour la réalisation d'un projet. Les plans proposés sont des esquisses qui devront être affinés en plan projet et plan d'exécution avant la réalisation de l'ouvrage.

Ce travail ne constitue qu'une étape dans la mise en œuvre des solutions de restauration et d'atténuation des ouvrages sur la continuité écologique. Il doit être complété par :

- des études et recherches permettant de mieux appréhender le comportement des espèces, la dynamique de leur migration et les impacts des ouvrages,
- la mise au point d'une évaluation de la franchissabilité des ouvrages (méthodologie ICE),
- des suivis de réalisation de travaux afin de capitaliser les retours d'expérience en matière de construction de dispositifs,
- des suivis d'efficacité biologique des dispositifs ainsi que de leur maintien lors du passage des crues.



## Bibliographie

- Asconit consultants, 2012. Réseau de contrôle de surveillance DCE des cours d'eau de la Guadeloupe, année 2012, volet hydrobiologique. Office de l'eau Guadeloupe. 90p. + annexes.
- Baran P., Valade P., Voegtli B., 2009. Etude et suivi du fonctionnement des dispositifs de franchissement pour les bouches-rondes mis en place sur les captage ILO de la rivière du Mât. Rapport Pôle Ecohydraulique/ECOGEA/ARDA, 67p.
- Bell K.N.I., 1999. An overview of goby-fry fisheries. Naga, the ICLARM Quarterly, vol 22, n°4, 30-36.
- Bell, K. N. I., Pepin, P. & Brown, J. A. 1995. Seasonal, inverse cycling of length- and age-at-recruitment in the diadromous gobies *Sicydium punctatum* and *Sicydium antillarum* (Pisces) in Dominica, West Indies. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 52, 1535–1545.
- Bosc P., Larinier M., Voegtli B., 1998. Etude des capacités de franchissement des adultes de bichiques en vue de la conception de dispositifs adaptés aux prises d'eau du transfert Salazie (île de la Réunion). Rapport GHAAPPE – convention n°08-97/DID, 45p et annexes.
- Chaperon P., L'Hôte Y., Vuillaume G., 1985. Les ressources en eau de surface de la Guadeloupe. Monographies hydrologiques ORSTOM, 857p.
- Di Mauro S., 2009. Clé de détermination de la macrofaune aquatique des eaux douces et saumâtres (poissons et macrocrustacés). Parc national de la Guadeloupe. 164p.
- Di Mauro S., 2009. Réseau de suivi des peuplements des rivières du Parc national de la Guadeloupe, résultats des années 2005 à 2009. Parc national de la Guadeloupe. 188p.
- Fièvet E., Bonnet-Arnaud P., Menard C., Tachet H., 1998. Étude de la migration amont des crevettes d'eau douce au niveau des obstacles artificiels. Implications pour les dispositifs de franchissement. Convention d'étude 97/EAU 0001, DIREN Guadeloupe/Parc national de la Guadeloupe/ ESA CNRS 5023/ Université de Lyon 1. 47p.
- Fievet E., 1999. Crevettes (Crustacea : Decapoda) et poissons diadromes des cours d'eau aménagés de Guadeloupe. Exemples de relation dynamique aval-amont. Thèse de Doctorat. Université Lyon I. 281p.
- Fievet E., Roux A.L., Redaud L., Sérandour J.M., 2000. Conception des dispositifs de franchissements pour la faune amphidrome (crevettes et poissons des cours d'eau antillais : une revue. Bull. Fr. Pêche Piscic. (2000) 357/358 : 241-256.
- 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. Rev. Hydrobiol. trop. 16 (4) : 327-340.
- Hein C.L. & Crowl T.A. (2010) Running the predator gauntlet: do freshwater shrimp (*Atya lanipes*) migrate above waterfalls to avoid fish predation? Journal of the North American Benthological Society, 29, 431–443.

Hostache G., 1992. La vie dans les eaux douces de la Guadeloupe, poissons et crustacés. Parc national de la Guadeloupe. 84p.

Larinier M., Porchet J.P., Travade F., Gosset C., 1998. Passes à poissons. Expertise et conception des ouvrages de franchissement. Conseil Supérieur de la Pêche, Paris.

Ménard C., 1997. *Suivi de la migration amont des crevettes d'eau douce antillaises*. Université de Rennes I/ Parc national de la Guadeloupe. Rapport de stage. 58p + annexes.

Monti D., 2004. Eléments d'écologie fonctionnelle destinés au diagnostic et à la gestion de milieux naturels. Étude des flux biologiques à l'échelle d'une rivière. Phase 1. Application à une rivière de Guadeloupe : rivière Bras David. Convention BIOS/Parc national de la Guadeloupe. Rapport 47p.

Monti D., Keith P., Vigneux E., 2010. Atlas des poissons et des crustacés d'eau douce de Guadeloupe. Muséum National d'Histoire Naturelle.125p.

Morell M., Danard P., Dugas F., 1991. Etude du transport solide du Bras David. Rapport ORSTOM, 46p.

Morell M., Jérémy J.J., 1994. La Guadeloupe au fil de l'Eau ; ORSTOM, 121p.

Olivier T.J., Handy K. Q., Bauer T.R., 2013. Effects of river control structures on the juvenile migration of *Macrobrachium ohione*. *Freshwater biology*, Vol 58 (8), 1603–1613

Safege 2006. Demande d'autorisation du captage de Bras David. Dossier Loi sur l'Eau et code du domaine public d'Etat. Rapport, 85p.

Toitot N.,2004. Prises d'eau de Guadeloupe. Inventaire et diagnostic vis-à-vis de la migration des poissons et crevettes d'eau douce. Propositions d'aménagement. Direction Régionale de l'Environnement/Parc national de la Guadeloupe.97p.

Voegtli B., Larinier M., 1999. Conception de dispositifs de franchissement pour faciliter la migration des poissons et des crustacés sur la grande rivière (île de la Martinique). Rapport GHAAPPE, 22p et annexes.

Voegtli B., Larinier M., Bosc P., 2002. Etude sur les capacités de franchissement des cabots bouche-rondes (*Sicyopterus lagocephalus* Pallas 1770) en vue de la conception de dispositifs adaptés aux prises d'eau eu transfert de Salazie (île de la Réunion). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 364, 109-120.

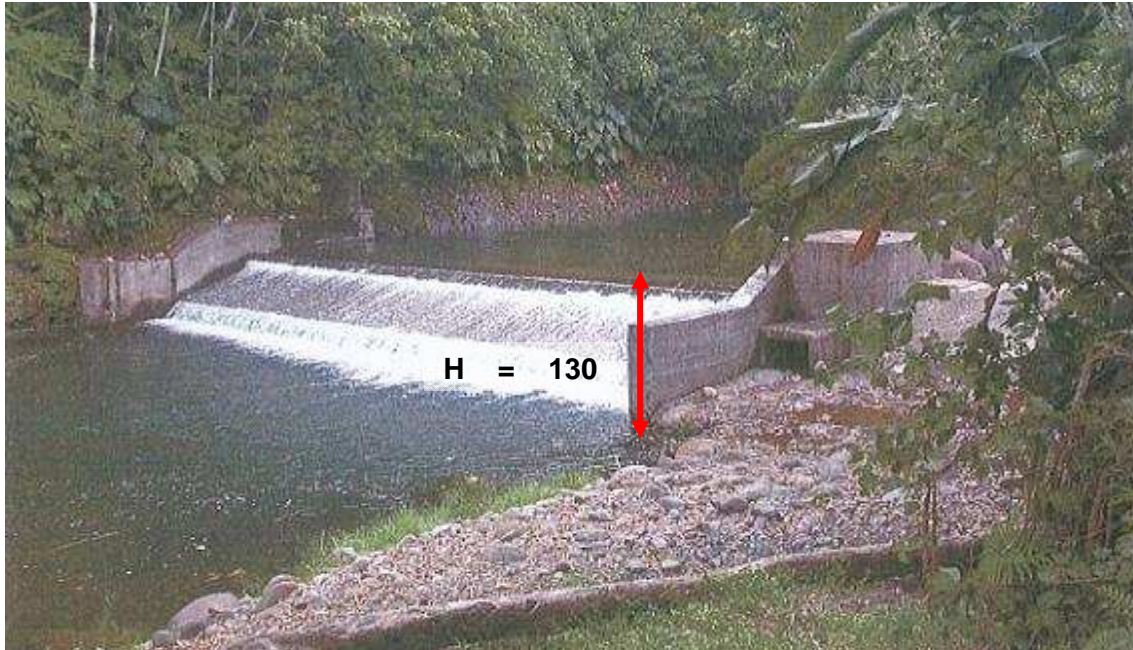
## **Bases de Données**

- BD rivières du Parc national de la Guadeloupe (poissons et crustacés des eaux continentales), service informatique, données saisies depuis 2005.
- BD DEAL, pôle connaissance et politique de l'eau, données 2008/2009/2010 dans le cadre du suivi des eaux superficielles.
- BD Office de l'Eau Guadeloupe, données dans le cadre du suivi des eaux superficielles (depuis 2009).

## ANNEXES

### EVOLUTION DE LA PRISE D'EAU DEPUIS 2003

Septembre 2003



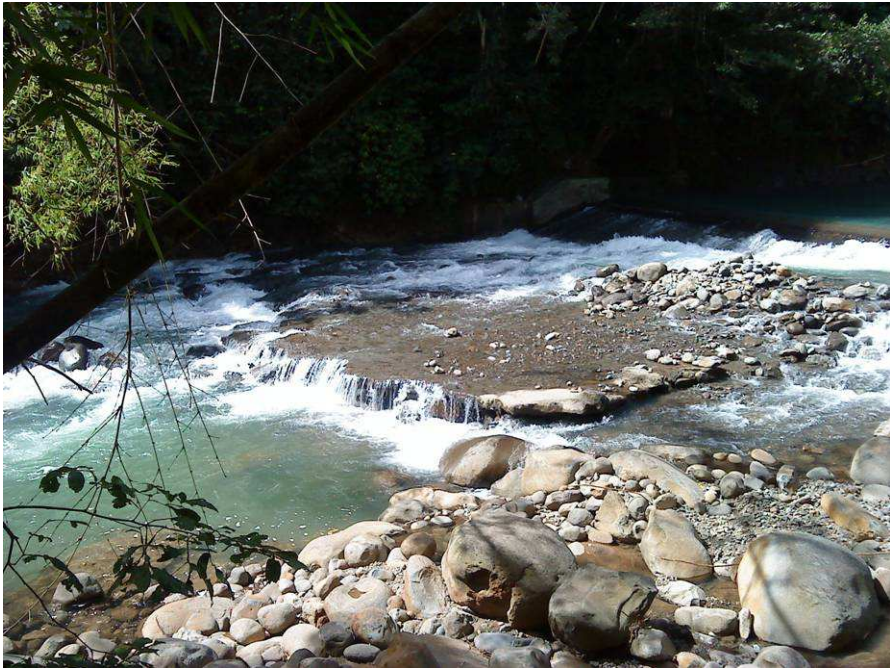
**Pas de continuité écologique  
Débit réservé non assuré (grille sur la totalité de la largeur)**

**H estimé 1,3 mètre**



Vue du captage depuis l'aval (Septembre 2004)

24 mai 2011 après crue



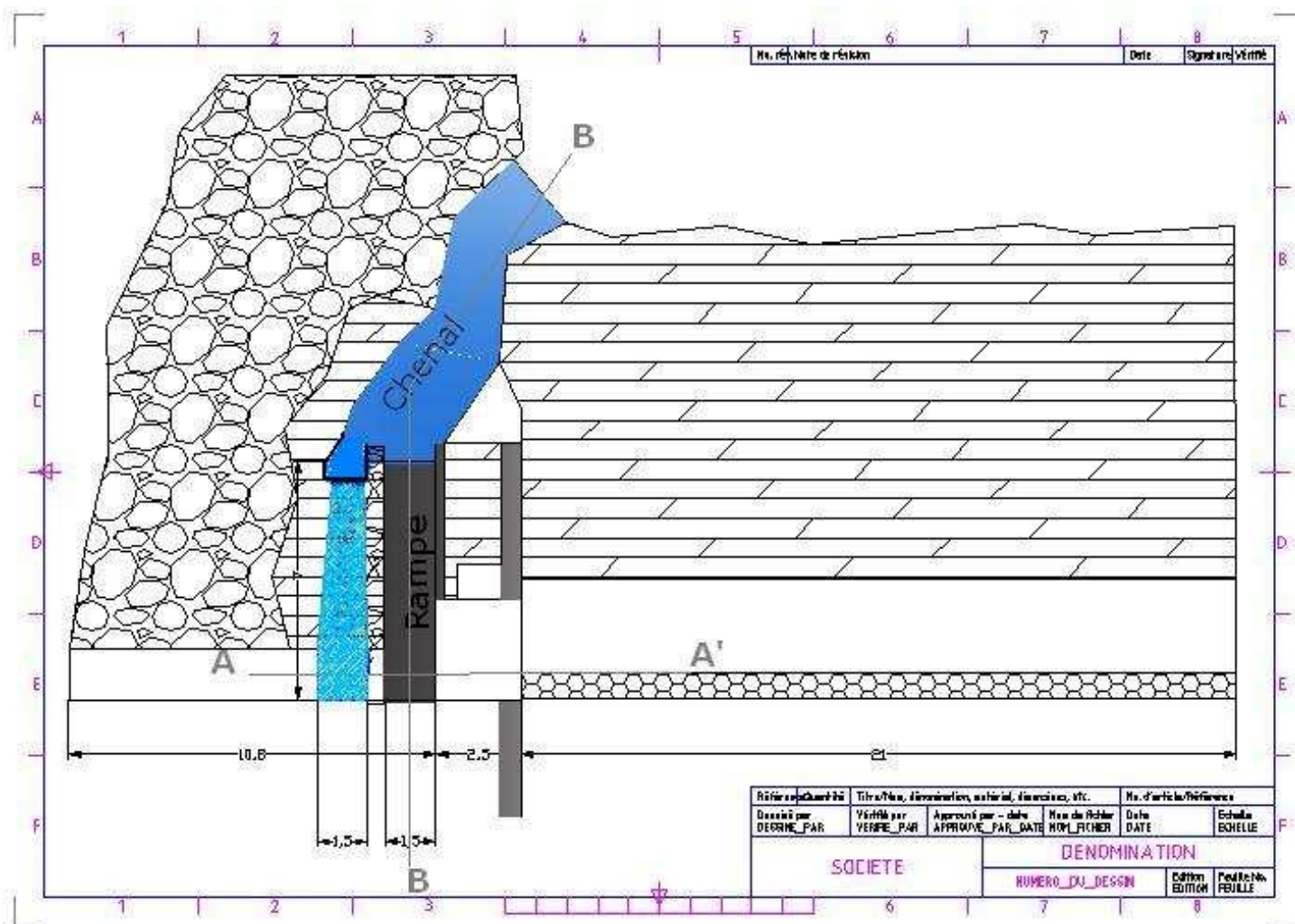
07 juillet 2011



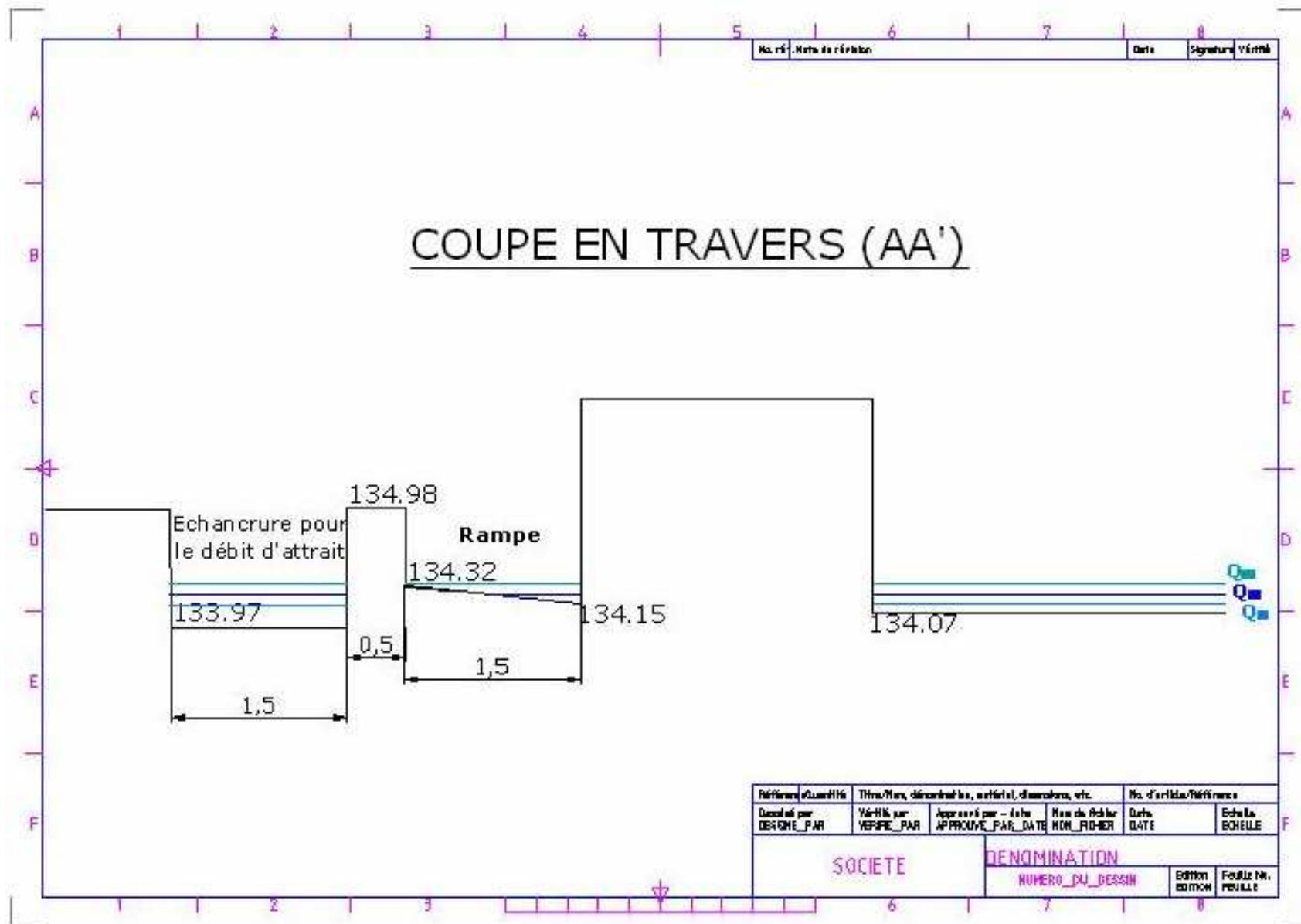
11 juillet 2011



## ANNEXE 2 : PLANS ESQUISSES

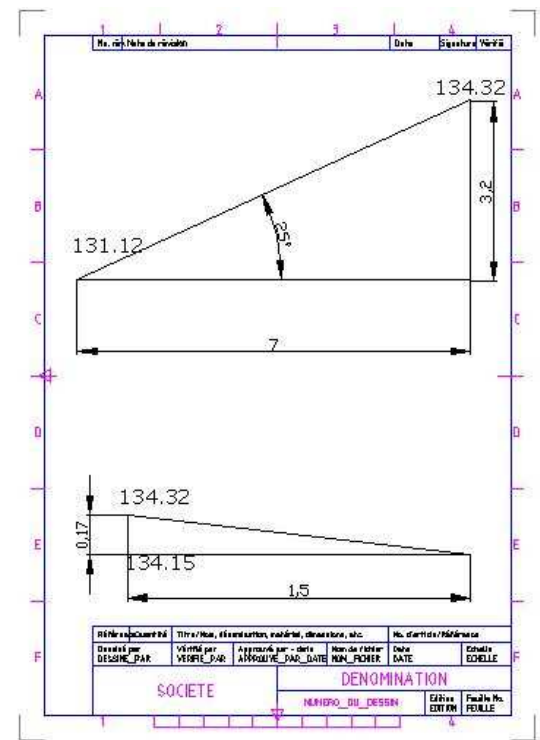
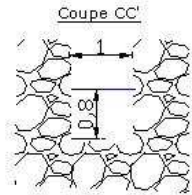
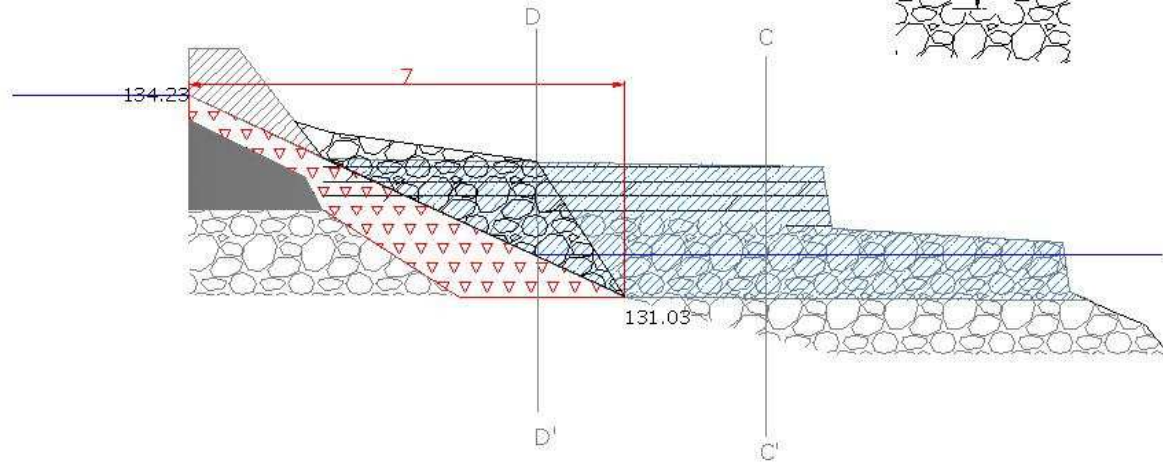


Vue en plan de l'implantation de la rampe de franchissement, de l'échancrure du débit d'attrait et du chenal de raccordement aval



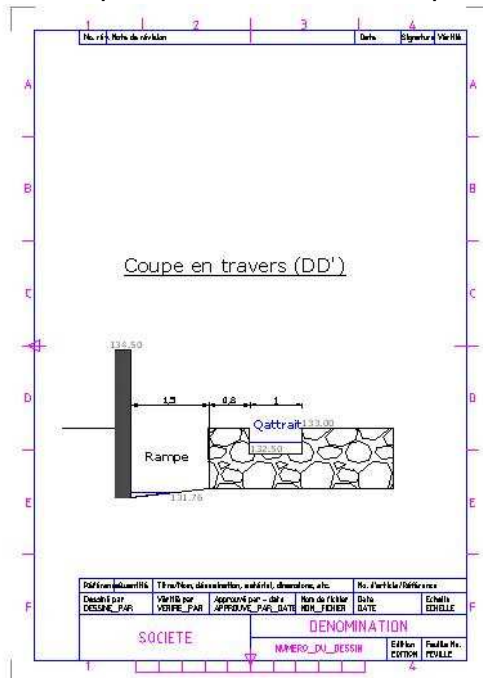
Coupe en travers au niveau de la crête du seuil avec le positionnement de la rampe et de l'échancrure du débit d'attrait

# COUPE LONGITUDINALE (BB')



Détails de la rampe

# Coupe transversale de la rampe



Coupe transversale de la rampe à son point aval



ANNEXE 3 : PROPOSITION DE CAHIER DES CHARGES TYPE

**MARCHÉ PUBLIC DE PRESTATIONS INTELLECTUELLES**

Maître d'ouvrage

Objet de la consultation

**Conception et dimensionnement d'ouvrages de franchissement  
adapté aux poissons et aux macro-crustacés**

**DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES**

**Cahier des clauses particulières (CCP)**

Remise des offres

**Date limite de réception des offres .....**

## MARCHE PUBLIC DE PRESTATIONS INTELLECTUELLES

### CAHIER DES CLAUSES PARTICULIERES (CCP)

Pouvoir adjudicateur exerçant la maîtrise d'ouvrage

Représentant du pouvoir adjudicateur

Objet du Marché

**Conception et dimensionnement d'ouvrages de franchissement adapté aux poissons et aux macro-crustacés**

Remise des offres

**Date limite de réception : le**

Le présent CCP comporte \_\_\_\_ feuillets et les annexes n° \_\_\_\_

## SOMMAIRE

<b>ARTICLE 1 - CONTEXTE, OBJET DE L'ETUDE, INTERVENANT ET DISPOSITIONS GENERALES .....</b>	<b>53</b>
<b>1-1. Contexte : la restauration de la continuité écologique et les dispositifs de franchissement.....</b>	<b>53</b>
<b>1-2. Eléments existants sur l'ouvrage et la problématique .....</b>	<b>53</b>
<b>1-3. Objet et périmètre de l'étude .....</b>	<b>53</b>
<b>1-4. Intervenants.....</b>	<b>53</b>
1-4.1. Représentant du maître de l'ouvrage .....	53
1-4.2. Désignation de sous-traitants en cours de marché.....	53
<b>1-5. Dispositions générales.....</b>	<b>54</b>
1-5.1. Mesures d'ordre social - Application de la réglementation du travail.....	54
1-5.2. Dispositions applicables en cas d'intervenants étrangers.....	54
1-5.3. Assurances et responsabilité .....	54
<b>ARTICLE 2 - PIECES CONSTITUTIVES DU MARCHE .....</b>	<b>54</b>
<b>2-1. Pièces particulières .....</b>	<b>54</b>
<b>2-2. Pièces générales .....</b>	<b>54</b>
<b>ARTICLE 3 - CLAUSES ADMINISTRATIVES.....</b>	<b>54</b>
<b>3-1. Contenu des prix.....</b>	<b>55</b>
<b>3-2. Modalités de paiement des avances, des acomptes, solde et indemnités – intérêts moratoires.....</b>	<b>55</b>
<b>3-3. Rythme de règlements.....</b>	<b>55</b>
<b>3-4. Rémunération .....</b>	<b>55</b>
<b>3-5. Détermination des prix .....</b>	<b>55</b>
<b>3-6. Modalités de paiement.....</b>	<b>55</b>
<b>ARTICLE 4 - DELAI DE REALISATION, SUIVI, PENALITES .....</b>	<b>55</b>
<b>4-1. Délai de réalisation.....</b>	<b>55</b>
<b>4-2. Suivi de l'étude par un comité de pilotage.....</b>	<b>55</b>
<b>4-3. Pénalités pour retard d'exécution .....</b>	<b>56</b>
<b>ARTICLE 5 - ACHEVEMENT DE LA MISSION.....</b>	<b>56</b>
<b>ARTICLE 6 - RESILIATION.....</b>	<b>56</b>
<b>ARTICLE 7 - CLAUSES TECHNIQUES.....</b>	<b>56</b>
<b>7-1. Acquisition des données nécessaires pour le dimensionnement de la solution technique de franchissement.....</b>	<b>56</b>

<b>7-2. Analyse des données pour la définition de solutions techniques de franchissement.....</b>	<b>56</b>
<b>7-3. Dimensionnement du ou des dispositif(s) de franchissement.....</b>	<b>57</b>
<b>7-4. Finalisation du projet .....</b>	<b>57</b>
<b>7-5. Prescriptions générales.....</b>	<b>57</b>
7-5.1. Connaissance des lieux .....	57
7-5.2. Documents à rendre.....	57
7-5.3. Données à fournir par XXX pour la réalisation des prestations .....	58
<b>7-6. Renseignements complémentaires .....</b>	<b>58</b>

# CAHIER DES CLAUSES PARTICULIERES

Dans la suite du présent document le pouvoir adjudicateur est désigné XXXX

## ARTICLE 1 - CONTEXTE, OBJET DE L'ETUDE, INTERVENANT ET DISPOSITIONS GENERALES

### 1-1. Contexte : la restauration de la continuité écologique et les dispositifs de franchissement

*Situation géographique de l'axe et de l'ouvrage.*

*Contexte réglementaire de la zone (classement)*

XXX est un cours d'eau directement concerné par le classement des cours d'eau au titre de l'article L214-17 (1° ou 2°). La restauration de la continuité écologique est un donc enjeu fort pour la gestion des milieux aquatiques. Les ouvrages transversaux constituent des obstacles à la libre circulation des espèces pouvant induire des blocages ou des retards dans les migrations de montaison et de dévalaison.. Ces ouvrages doivent donc faire l'objet d'aménagements et de gestion afin de permettre la libre circulation des poissons et des macro-crustacés.

Dans un objectif d'aide à la décision, XXX souhaite porter une étude de conception et de dimensionnement d'ouvrages de franchissement adapté aux poissons et aux macro-crustacés de la rivière XXX au droit du/des ouvrages de XXXXX

### 1-2. Eléments existants sur l'ouvrage et la problématique

### 1-3. Objet et périmètre de l'étude

L'objet de la commande est le dimensionnement de solutions techniques pour la gestion des obstacles transversaux permettant d'assurer la libre circulation des poissons et des macro-crustacés.

La prestation concerne donc la réalisation d'une étude de conception et dimensionnement d'ouvrages de franchissement au droit du ou des ouvrages de XXX à XXX entre les limites administratives XXX situés sur la ou les communes XXX.

L'étude proposée devra s'attacher à :

- **La récolte des informations** relatives aux enjeux écologiques liés à la continuité écologiques, à l'ouvrage aux usages associés à l'hydrologie, à la morphologie du tronçon de cours d'eau,
- **L'analyse des données** pour l'identification des enjeux écologiques, des impacts de l'ouvrages, de l'hydrologie des périodes clés de migration, du comportement hydraulique du cours d'eau, de l'évolution temporelle de la chute totale,
- **Au choix du type de dispositif de franchissement/ou du scénario de gestion** : nombre, emplacement, type. Phase Esquisse (ESQ),
- **Au dimensionnement du/des dispositif(s)** : pente, débit, topographie, rugosité : Phase Avant-Projet (AVPS, AVPD), chiffrage du coût des investigations d'entretien,
- **La finalisation du projet (PRO) et réalisation des plans d'Exécution (EXE)** ;

### 1-4. Intervenants

#### *1-4.1. Représentant du maître de l'ouvrage*

Cette fonction est assurée par XXXX

#### *1-4.2. Désignation de sous-traitants en cours de marché*

Les demandes d'acceptation des sous-traitants et d'agrément des conditions de paiement sont formulées dans le projet d'acte spécial.

Le titulaire doit joindre en sus des renseignements exigés par l'article 114 1° du CMP :

- une déclaration du sous-traitant indiquant qu'il ne tombe pas sous le coup d'une interdiction d'accéder aux marchés publics (1° de l'article 114 du Code des Marchés Publics)
- une attestation sur l'honneur du sous-traitant indiquant qu'il n'a pas fait l'objet, au cours des cinq dernières années, d'une condamnation inscrite au bulletin n° 2 du casier judiciaire pour les infractions visées aux articles L324-9, L324-10, L341-6, L125-1 et L125-3 du Code du Travail (article 45 3° c) du Code des Marchés Publics
- les capacités professionnelles du sous-traitant (moyens et références)
- et l'attestation d'assurance de responsabilité civile professionnelle.

## 1-5. Dispositions générales

### *1-5.1. Mesures d'ordre social - Application de la réglementation du travail*

Le titulaire est soumis aux obligations résultant des lois et règlements relatives à la protection de la main d'œuvre et aux conditions du travail.

Dans le cas de prestataires groupés, le respect de ces mêmes obligations par les cotraitants doit être assuré à la diligence et sous la responsabilité du mandataire.

En application de l'article R.341-30 du Code du Travail et avant la notification du marché, le titulaire doit remettre à XXX une attestation sur l'honneur indiquant s'il a ou non l'intention de faire appel, pour l'exécution du marché, à des salariés de nationalité étrangère et, dans l'affirmative, certifiant que ces salariés sont ou seront autorisés à exercer une activité professionnelle en France.

### *1-5.2. Dispositions applicables en cas d'intervenants étrangers*

En cas de litige, la loi française est seule applicable. Les tribunaux français sont seuls compétents. Les correspondances relatives au marché sont rédigées en français.

Si le titulaire est établi dans un autre pays de l'Union Européenne sans avoir d'établissement en France, il facture ses prestations hors TVA et a droit à ce que l'administration lui communique un numéro d'identification fiscal.

La monnaie de compte du marché est l'euro. Le prix, libellé en euros, reste inchangé en cas de variation de change.

### *1-5.3. Assurances et responsabilité*

D'une façon générale, le titulaire assume les risques et responsabilités découlant des lois, règlements et normes en vigueur.

A ce titre, le titulaire répond notamment des responsabilités et garanties résultant des principes dont s'inspirent les articles 1792 et 1792-2 du Code Civil.

## **ARTICLE 2 - PIÈCES CONSTITUTIVES DU MARCHÉ**

Les pièces constitutives du marché sont les suivantes par ordre de priorité :

### 2-1. Pièces particulières

- ▶ L'acte d'engagement et ses annexes éventuelles, dont l'exemplaire original conservé dans les archives de XX fait seul foi
- ▶ Le présent cahier des clauses particulières, dont l'exemplaire original conservé dans les archives de XXX fait seul foi
- ▶ Le plan de situation
- ▶ Le bordereau des prix
- ▶ Le détail estimatif.

### 2-2. Pièces générales

Les documents applicables sont ceux en vigueur au premier jour du mois d'établissement des prix : le CCAG applicable aux marchés publics de prestations intellectuelles approuvé par le décret n° 78-1306 du 26 décembre 1978 et l'ensemble des textes qui l'ont modifié.

## **ARTICLE 3 - CLAUSES ADMINISTRATIVES**

### 3-1. Contenu des prix

Les stipulations du CCAG sont seules applicables.

Les prestations faisant l'objet du marché sont réglées par application des prix unitaires et/ou forfaitaires.

### 3-2. Modalités de paiement des avances, des acomptes, solde et indemnités – intérêts moratoires

Le délai global de paiement des avances, acomptes, solde et indemnités est fixé à 40 jours.

Le défaut de paiement dans ce délai fait courir de plein droit et sans autre formalité, des intérêts moratoires au bénéfice du titulaire et des sous-traitants payés directement. Le taux des intérêts moratoires est celui du taux marginal de la banque centrale européenne à la date à laquelle les intérêts moratoires ont commencé à courir augmentés de sept points.

### 3-3. Rythme de règlements

Le paiement se fera par acompte en fonction de l'avancement du travail au regard des étapes éventuellement prévues dans la méthodologie du bureau d'études.

A chaque demande d'acompte établie par le titulaire, celui-ci indique l'avancement de chacun des prix du détail estimatif. La demande d'acompte est également accompagnée d'un compte rendu d'avancement.

### 3-4. Rémunération

Les prestations faisant l'objet du marché sont réglées par application des prix unitaires et/ou forfaitaires. Ces prix sont réputés comprendre toutes les sujétions y compris les réunions visées dans le présent marché.

Le règlement des prestations se fera en plusieurs fois, selon les modalités suivantes :

- Paiement n°1 : après remise et validation du rapport d'étape n°1
- Paiement n°2 : après remise et validation du rapport d'étape n°2
- Paiement n°3 : après remise et validation du rapport de synthèse

### 3-5. Détermination des prix

Les prix sont fermes et non actualisables.

Les prix du présent marché sont réputés établis sur la base des conditions économiques du mois précédant la date limite de remise des offres indiquée en page 1 du présent cahier des clauses particulières.

Ce mois est appelé "mois zéro" (m0).

Sauf dispositions contraires, tous les montants figurant dans le présent marché, sont exprimés en TTC.

Les montants des acomptes et du solde sont calculés en appliquant les taux de TVA en vigueur à la date du fait générateur de la TVA.

### 3-6. Modalités de paiement

Par dérogation à l'article 12.41 du CCAG, pour les sous-traitants, le titulaire joint au projet de décompte la demande de paiement de chaque sous-traitant concerné revêtue de son acceptation cette somme tient compte d'une éventuelle variation dans les prix prévue dans le contrat de sous-traitance et inclut la TVA.

De plus, dans le cas de groupement, cette demande de paiement doit être visée par le mandataire du groupement.

## **ARTICLE 4 - DELAI DE REALISATION, SUIVI, PENALITES**

### 4-1. Délai de réalisation

Le délai d'exécution part à compter de la date fixée par la lettre de commande qui prescrira de commencer l'exécution des prestations. Ce délai est fixé à 12 mois.

### 4-2. Suivi de l'étude par un comité de pilotage

Il sera institué un comité de pilotage, présidé par XXX. Il aura en charge du suivi de l'étude, de son contenu, de la validation des rapports intermédiaires et finaux. Il cadrera l'étude au plus près des attentes de XXX et des financeurs de l'étude en bonne intelligence avec le candidat.

Il sera constitué de XXX, d'un représentant de chacun des partenaires techniques et financiers.

Le secrétariat du comité de pilotage sera effectué par le bureau d'études. Il le transmettra à XX qui l'enverra à l'ensemble des participants.

Ces réunions de présentation seront programmées comme suit :

- 1 réunion de présentation de l'étude avec le planning d'intervention, avant le commencement
- 1 réunion de présentation du rapport intermédiaire, présentation de l'ensemble des solutions envisageables et choix de la solution technique retenue
- 1 réunion de présentation du rapport de synthèse, étude de conception et dimensionnement du choix technique retenu

Sur proposition de l'entrepreneur ou à la demande de XXX, d'autres réunions intermédiaires peuvent être organisées.

#### 4-3. Pénalités pour retard d'exécution

Les pénalités pour retard d'exécution sont encourues sans qu'une mise en demeure préalable ne soit nécessaire. Les pénalités sont appliquées sans mise en demeure sur simple constat du retard.

Par dérogation au CCAG, les pénalités pour retard sont applicables à l'issue de la mission et sont de 50 euros HT par jour de retard.

Il sera appliqué une pénalité de 300 euros HT pour absence aux réunions.

### **ARTICLE 5 - ACHEVEMENT DE LA MISSION**

L'achèvement de la mission fait l'objet d'une décision établie, sur demande du titulaire, par XXX dans les conditions de l'article 33 du CCAG et constatant qu'il a rempli toutes ses obligations.

### **ARTICLE 6 - RESILIATION**

Dans l'hypothèse où le titulaire disparaîtrait par fusion, fusion-absorption ou absorption avec ou par une autre société, il est précisé que la mise au point de l'avenant de transfert est subordonnée à la réception immédiate par le représentant du pouvoir adjudicateur des documents énumérés au CCAG complétés par l'acte portant la décision de fusion, fusion-absorption ou absorption et la justification de son enregistrement légal.

A défaut, la maîtrise d'ouvrage se réserve le droit de résilier le marché en application de l'article 36 du CCAG.

Les excédents de dépenses résultant de la passation d'un autre marché, après résiliation, sont prélevés sur les sommes qui peuvent être dues à l'entrepreneur, sans préjudice des droits à exercer contre lui en cas d'insuffisance. Les diminutions éventuelles de dépenses restent acquises à XXX.

### **ARTICLE 7 - CLAUSES TECHNIQUES**

#### 7-1. Acquisition des données nécessaires pour le dimensionnement de la solution technique de franchissement.

L'étude doit, dans un 1<sup>er</sup> temps, recueillir un ensemble d'informations afin de conduire un diagnostic initial de la situation évaluant l'ensemble des contraintes spécifiques au(x) site(s) :

- données concernant le ou les tronçons de cours d'eau (hydroécocorégion; type ; présence obstacle naturel, bassin versant (dimension, forme), stabilité du lit, transport solide),
- données concernant les espèces de poissons et de macro-crustacées présentes sur l'axe de cours d'eau
- données hydrologiques et contraintes de gestion des niveaux d'eau. Les débits seront issus des stations hydrométriques et des données historiques collectées par l'IRD (ORSTOM). Le prestataire devra appréhender les valeurs des débits classés des périodes de migration préférentielles des espèces;
- les données propres à l'ouvrage, à ses caractéristiques topographiques et de génie civil ainsi que celles relatives aux niveaux d'eau de part et d'autre de l'obstacle,
- la gestion actuelle de l'ouvrage,

#### 7-2. Analyse des données pour la définition de solutions techniques de franchissement

L'analyse de l'ensemble des données recueillies devra permettre d'établir la liste des contraintes et ainsi de définir et de donner les éléments de dimensionnement et de coût des différentes solutions techniques possibles, permettant l'amélioration de la continuité écologique du dispositif. Ces solutions seront basées sur le meilleur compromis de coût/efficacité sur la continuité.

- Les contraintes morphologiques devront en outre permettre d'évaluer les risques de dégradation des ouvrages lors des crues cycloniques,
- Les enjeux écologiques devront permettre d'identifier les espèces cibles guidant la conception de l'ouvrage de franchissement,
- L'hydrologie fournira les valeurs de débits classés des périodes de migration,



- Les caractéristiques de l'ouvrage permettront d'appréhender la hauteur de chute totale et son évolution en fonction du débit ainsi que le ou les positionnements possibles du ou des dispositifs de franchissement,

A l'issue de cette analyse, le prestataire devra fournir une synthèse sur les choix de type de dispositifs et leurs principales caractéristiques (phase Esquisse (ESQ) ainsi que sur leur coût. Ces choix seront présentés au comité de pilotage de l'étude qui devra entériner l'une des solutions.

Domaines	Enjeux et/ou caractéristiques retenus	Implication pour le dispositif de franchissement
<i>Morphologie-transport solide</i>		
<i>Ecologie</i>		
<i>Hydrologie</i>		
<i>Topographie – Génie civil</i>		
<i>Hydraulique - hydrodynamique</i>		
<i>Construction</i>		
<i>Entretien futur</i>		

Tableau type récapitulatif des enjeux et contraintes du ou des sites de XXX et des implications dans le dimensionnement du dispositif de franchissement.

### 7-3. Dimensionnement du ou des dispositif(s) de franchissement

Le dimensionnement du dispositif devra s'attacher :

- à la description générale des caractéristiques de l'ouvrage (type (ex : passe à bassin ; rampe...), pente, dimensions générales) ;
- à son implantation
- à son calage altitudinal,
- aux dimensions précises,
- aux conditions d'alimentation en eau,
- à l'entretien

Le dimensionnement s'articulera sur un Avant-projet détaillé qui devra être présenté au comité de pilotage.

### 7-4. Finalisation du projet

A l'issue de la réunion avec le comité de pilotage, le prestataire devra finaliser le projet sous la forme d'un document technique présentant l'ensemble des caractéristiques de l'ouvrage accompagné des plans d'exécution et du dossier de consultation des entreprises.

### 7-5. Prescriptions générales

#### *7-5.1. Connaissance des lieux*

Par le dépôt de son offre, l'entreprise reconnaît implicitement :

- avoir pris totalement connaissance des différents plans et documents indispensables à la réalisation de la mission
- avoir effectué une visite des lieux
- avoir demandé tous renseignements complémentaires et pris toutes mesures utiles au cas où des pièces du dossier lui sembleraient insuffisantes.

L'entreprise ne pourra, en conséquence, réclamer d'indemnité ni plus-value pour méconnaissance des inconvénients, difficultés ou sujétions de quelque nature qu'ils soient.

#### *7-5.2. Documents à rendre*

L'entreprise fournira les documents suivants :

- Rapport d'étape n° 1 afin de décrire et d'analyser les différentes solutions techniques d'amélioration de la continuité écologique,
- Rapport d'étape n° 2 afin de présenter l'avant projet détaillé
- Rapport final n° 3 synthétisant l'ensemble des résultats.

L'achèvement de chaque phase d'étude donnera lieu à une réunion du comité de pilotage.

Chaque rapport sera fourni en XX exemplaires papier dont un reproductible ainsi que sous format informatique

L'entreprise fournira une base de données reprenant l'ensemble de ces informations, ainsi que les couches SIG correspondantes.

*7-5.3. Données à fournir par XXX pour la réalisation des prestations*

7-6. Renseignements complémentaires