

GUYANE

BUREAU D'ETUDES
EN ENVIRONNEMENT

- Etudes d'impact
- Gestion de l'environnement

- Analyses et recherches en chimie des eaux de surface
- Analyses et recherches en biologie : *invertébrés terrestres et aquatiques, poissons*



Entreprise agréée par le Ministère chargé de la Recherche dont les commanditaires peuvent bénéficier du crédit d'impôt en faveur de la recherche.

Caractérisation de la franchissabilité d'ouvrages hydrauliques par la faune piscicole et la carcinofaune de la Martinique dans le cadre de la trame bleue de la Directive Cadre sur l'Eau

2019

Mai 2019

Contrat HYDRECO – DEAL Martinique -Office de l'eau Martinique

Siège social et bureaux

Laboratoire Environnement
de Petit Saut - B.P. 823
97388 KOUROU CEDEX

hydrecolab.com

Tél. : 05 94 32 40 79
Fax : 05 94 10 84 00

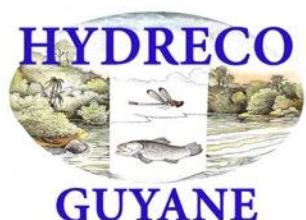
SARL au capital de 40 200€
RCS de Cayenne 2007 B 140
SIRET n° 49784575000015
APE n° 7112B

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

⇒ **Commanditaires :**



⇒ **Rédacteurs :**



Marion Labeille

Hydreco Guyane

POTTIER Gaétan, BARGIER Nicolas

Laboratoire environnement de Petit Saut – BP 823

97388 KOUROU CEDEX

gaetan.pottier@hydrecolab.com

nicolas.bargier@hydrecolab.com

Tel. : 05 94 32 40 79

SIRET n° : 49784575000015

Mots clés : Martinique, Pêche électrique, Seuils, Franchissabilité, Poissons, Crustacés aquatiques.

En bibliographie ce rapport sera cité de la manière suivante :

Pottier G. & Labeille M. & Bargier N., 2019. Caractérisation de la franchissabilité d'ouvrages hydraulique par la faune piscicole et la carcinofaune de la Martinique dans le cadre de la trame bleue de la directive Cadre sur l'Eau – Rapport d'état actuel. 65p + Annexes.

Γ HYDRECO 2019. Ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du client

Sommaire

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	9
2 MATERIELS ET METHODES	9
2.1 Présentation des sites d'étude.....	9
2.1.1 <i>Vue d'ensemble sur la Martinique.....</i>	9
2.1.2 <i>Positionnement des stations Amont et Aval sur chaque site.....</i>	10
2.1.3 <i>Description de la station d'échantillonnage.....</i>	14
2.1.4 <i>Physico-chimie.....</i>	15
2.2 Planning et conditions des pêches	15
2.3 Échantillonnage à l'électricité	16
2.3.1 <i>Ouvrages réglementaires et guides</i>	16
2.3.2 <i>Protocole de pêche électrique</i>	16
2.4 Biométrie et description des espèces	17
2.5 Traitement des données	19
3 RESULTATS ET ANALYSES	21
3.1 Rivière Blanche – Habitat Jonction (12 mars 2019)	21
3.1.1 <i>Faciès de la station.....</i>	21
3.1.2 <i>Composition et Structure</i>	21
3.1.3 <i>Distribution des tailles des espèces.....</i>	22
3.1.4 <i>Conclusion.....</i>	26
3.2 Rivière Blanche – Charmille (10 mars 2019)	27
3.2.1 <i>Faciès de la station.....</i>	27
3.2.2 <i>Composition et Structure</i>	27
3.2.3 <i>Distribution des tailles des espèces.....</i>	28
3.2.4 <i>Conclusion.....</i>	32
3.3 Rivière Blanche – Amont du Captage (08 mars 2019)	33
3.3.1 <i>Faciès de la station.....</i>	33
3.3.2 <i>Composition et Structure</i>	33
3.3.3 <i>Distribution des tailles des espèces.....</i>	34
3.3.4 <i>Conclusion.....</i>	36
3.4 Rivière Blanche – Cœur Boulik (11 mars 2019)	37
3.4.1 <i>Faciès de la station.....</i>	37
3.4.2 <i>Composition et Structure</i>	37
3.4.3 <i>Distribution des tailles des espèces.....</i>	38
3.4.4 <i>Conclusion.....</i>	42
3.5 Rivière Lézarde – Exploitation Petit Morne (07 mars 2019)	43
3.5.1 <i>Faciès de la station.....</i>	43
3.5.2 <i>Composition et Structure</i>	43
3.5.3 <i>Distribution des tailles des espèces.....</i>	44
3.5.4 <i>Conclusion.....</i>	44
3.6 Rivière Lézarde – Gué de la Désirade (13 mars 2019)	45
3.6.1 <i>Faciès de la station.....</i>	45
3.6.2 <i>Composition et Structure</i>	45
3.6.3 <i>Distribution des tailles des espèces.....</i>	46
3.6.4 <i>Conclusion.....</i>	50
3.7 Rivière Lézarde - Roche (09 mars 2019).....	51
3.7.1 <i>Faciès de la station.....</i>	51
3.7.2 <i>Composition et Structure</i>	51
3.7.3 <i>Distribution des tailles des espèces.....</i>	52

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.7.4	<i>Conclusion</i>	55
3.8	Rivière Fond Bourlet (14 et 15 mars 2019)	56
3.8.1	<i>Faciès de la station</i>	56
3.8.2	<i>Composition et Structure</i>	56
3.8.3	<i>Distribution des tailles des espèces</i>	59
3.8.4	<i>Conclusion</i>	60
3.9	La mortalité	61
4	CONCLUSION GENERALE	62
5	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	65
6	ANNEXES : INFORMATIONS SUR LES SITES	66
6.1	Rivière Blanche – Habitat Jonction (12 mars 2019)	66
6.2	Rivière Blanche – Charmille (10 mars 2019)	67
6.3	Rivière Blanche – Amont du Captage (08 mars 2019)	68
6.4	Rivière Blanche – Cœur Boulik (11 mars 2019)	69
6.5	Rivière Lézarde – Exploitation Petit Morne (07 mars 2019)	70
6.6	Rivière Lézarde – Gué de la Désirade (13 mars 2019)	71
6.7	Rivière Lézarde - Roche (09 mars 2019).....	72
6.8	Rivière Fond Bourlet (14 et 15 mars 2019)	73
6.9	Précisions sur les ouvrages hydrauliques	74

Liste des figures

Figure 1 : Positionnement des différents sites d'étude.	9
Figure 2 : Délimitations des stations Amont et Aval des sites Rivière Blanche – Habitat Jonction et Rivière Lézarde – Gué de la Désirade.	10
Figure 3 : Délimitations des stations Amont et Aval du site Rivière Blanche – Charmille.	11
Figure 4 : Délimitations des stations Amont et Aval du site Rivière Blanche – Amont du captage.	11
Figure 5 : Délimitations des stations Amont et Aval du site Rivière Blanche – Cœur Boulik.	12
Figure 6 : Délimitations des stations Amont et Aval du site Rivière Lézarde – Exploitation Petit Morne.	12
Figure 7 : Délimitations des stations Amont et Aval du site Roche de la rivière Lézarde.	13
Figure 8 : Délimitations des stations Amont, Aval+, Aval++ et Aval+++ du site Rivière Fond Bourlet.	14
Figure 9 : Débits instantanés (courbe rouge) et journalier (courbe bleue) à Palourde/Lézarde et planning des sessions de capture. Source : DEAL Martinique (modifié).	16
Figure 10 : Proportions de la surface sur cours d'eau prospectées selon les types de faciès sur le site Habitat Jonction de la rivière Blanche.	21
Figure 11 : Abondance absolue en fonction des espèces capturées et des stations Amont et Aval du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.	22
Figure 12 : Répartition des individus de <i>Micratya poeyi</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.	22
Figure 13 : Répartition des individus de <i>Xiphocaris elongata</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.	23
Figure 14 : Répartition des individus d' <i>Atya scabra</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.	23
Figure 15 : Répartition des individus de <i>Sicydium plumieri</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.	24
Figure 16 : Répartition des individus de <i>Sicydium punctatum</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.	24
Figure 17 : Répartition des individus de <i>Macrobrachium faustum</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.	25
Figure 18 : Répartition des individus d' <i>Agonostomus monticola</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.	25
Figure 19 : Longueur totale moyenne des individus de <i>Hypostomus sp</i> en fonction des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type.	26
Figure 20 : Proportions de la surface sur cours d'eau prospectées selon les types de faciès sur le site Charmille de la rivière Blanche.	27
Figure 21 : Abondance absolue en fonction des espèces capturées et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.	28
Figure 22 : Répartition des individus de <i>Xiphocaris elongata</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.	28
Figure 23 : Répartition des individus de <i>Macrobrachium faustum</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.	29
Figure 24 : Répartition des individus d' <i>Atya scabra</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.	29

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

Figure 25 : Répartition des individus de <i>Micratya poeyi</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.	30
Figure 26 : Répartition des individus de <i>Sicydium plumieri</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.	30
Figure 27 : Répartition des individus de <i>Sicydium punctatum</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.	31
Figure 28 : Répartition des individus d' <i>Agonostomus monticola</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.	31
Figure 29 : Répartition des individus de <i>Macrobrachium crenulatum</i> en fonction des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.	32
Figure 30 : Longueur totale moyenne des individus de <i>Hypostomus sp</i> en fonction des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type.	32
Figure 31 : Proportions de la surface sur cours d'eau prospectées selon les types de faciès sur le site de l'amont du captage de la Rivière Blanche.	33
Figure 32 : Abondance absolue en fonction des espèces capturées et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site de l'amont du captage sur la Rivière Blanche.	34
Figure 33 : Répartition des individus de <i>Micratya poeyi</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du site de l'amont du captage sur la Rivière Blanche.	34
Figure 34 : Répartition des individus de <i>Sicydium punctatum</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du site de l'amont du captage sur la Rivière Blanche.	35
Figure 35 : Répartition des individus de <i>Sicydium plumieri</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du site de l'amont du captage sur la Rivière Blanche.	35
Figure 36 : Répartition des individus de <i>Macrobrachium faustinum</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du site de l'amont du captage sur la Rivière Blanche.	36
Figure 37 : Répartition des individus de <i>Macrobrachium heterochirus</i> en fonction des stations (Amont et Aval) du site de l'amont du captage sur la Rivière Blanche.	36
Figure 38 : Proportions de la surface sur cours d'eau prospectées selon les types de faciès sur le site Cœur Bouliki de la rivière Blanche.	37
Figure 39 : Abondance absolue en fonction des espèces capturées et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site Cœur Bouliki sur la Rivière Blanche.	38
Figure 40 : Répartition des individus de <i>Micratya poeyi</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Bouliki sur la Rivière Blanche.	38
Figure 41 : Répartition des individus de <i>Sicydium punctatum</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Bouliki sur la Rivière Blanche.	39
Figure 42 : Répartition des individus de <i>Xiphocaris elongata</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Bouliki sur la Rivière Blanche.	39
Figure 43 : Répartition des individus de <i>Macrobrachium heterochirus</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Bouliki sur la Rivière Blanche.	40
Figure 44 : Longueur totale moyenne des individus d' <i>Atya innocous</i> en fonction des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Bouliki sur la Rivière Blanche. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type.	40
Figure 45 : Répartition des individus de <i>Sicydium plumieri</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Bouliki sur la Rivière Blanche.	41
Figure 46 : Longueur totale moyenne des individus d' <i>Atya scabra</i> en fonction des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Bouliki sur la Rivière Blanche. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type.	41

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

- Figure 47 : Longueur totale moyenne des individus de *Macrobrachium faustinum* en fonction des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Boulik sur la Rivière Blanche. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type. 42
- Figure 48 : Abondance absolue en fonction des espèces capturées et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site de l'exploitation du Petit Morne sur la Rivière Lézarde. 43
- Figure 49 : Répartition des individus de *Macrobrachium acanthurus* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du site de l'exploitation du Petit Morne sur la Rivière Lézarde. 44
- Figure 50 : Répartition des individus de *Macrobrachium faustinum* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du site de l'exploitation du Petit Morne sur la Rivière Lézarde. 44
- Figure 51 : Proportions de la surface sur cours d'eau prospectées selon les types de faciès sur le site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde. 45
- Figure 52 : Abondance absolue en fonction des espèces capturées et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde. 46
- Figure 53 : Répartition des individus de *Xiphocaris elongata* en fonction des classes de taille et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde. 46
- Figure 54 : Répartition des individus de *Micratya poeyi* en fonction des classes de taille et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde. 47
- Figure 55 : Répartition des individus de *Macrobrachium faustinum* en fonction des classes de taille et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde. 47
- Figure 56 : Répartition des individus d'*Atya scabra* en fonction des classes de taille et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde. 48
- Figure 57 : Répartition des individus de *Sicydium punctatum* en fonction des classes de taille et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde. 48
- Figure 58 : Répartition des individus de *Sicydium plumieri* en fonction des classes de taille et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde. 49
- Figure 59 : Longueur totale moyenne des individus de *Macrobrachium crenulatum* en fonction des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type. 49
- Figure 60 : Longueur totale moyenne des individus de *Hypostomus sp* en fonction des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type. 50
- Figure 61 : Proportions de la surface sur cours d'eau prospectées selon les types de faciès sur le site Roche de la rivière Lézarde. 51
- Figure 62 : Abondance absolue en fonction des espèces capturées et des stations Amont et Aval du seuil sur le site Roche de la Rivière Lézarde. 52
- Figure 63 : Répartition des individus de *Micratya poeyi* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) sur le site Roche de la Rivière Lézarde. 52
- Figure 64 : Répartition des individus d'*Atya innocous* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) sur le site Roche de la Rivière Lézarde. 53
- Figure 65 : Répartition des individus de *Xiphocaris elongata* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) sur le site Roche de la Rivière Lézarde. 53
- Figure 66 : Répartition des individus de *Macrobrachium faustinum* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) sur le site Roche de la Rivière Lézarde. 54
- Figure 67 : Répartition des individus de *Sicydium punctatum* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) sur le site Roche de la Rivière Lézarde. 54
- Figure 68 : Longueur totale moyenne des individus d'*Agonostomus monticola* en fonction des stations (Amont et Aval) du site de l'amont du captage sur la sur le site Roche de la Rivière Lézarde. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type. 55

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

<i>Figure 69 : Proportions de la surface sur cours d'eau prospectées selon les types de faciès sur les stations Aval++, Aval++, Aval+ et Amont sur la Rivière Fond Bourlet.</i>	56
<i>Figure 70 : Densité des individus capturés (individus/100m²) en fonction des espèces et des stations Amont, Aval+, Aval++ et Aval+++ au niveau des seuils sur la Rivière Fond Bourlet.</i>	58
<i>Figure 71 : Répartition de la densité des individus d'<i>Agonostomus monticola</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont, Aval+, Aval++ et Aval+++) au niveau des seuils sur la Rivière Fond Bourlet.</i>	59
<i>Figure 72 : Répartition des individus de <i>Micratya poeyi</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont, Aval+, Aval++ et Aval+++) au niveau des seuils sur la Rivière Fond Bourlet.</i>	59
<i>Figure 73 : Répartition des individus de <i>Xiphocaris elongata</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont, Aval+, Aval++ et Aval+++) au niveau des seuils sur la Rivière Fond Bourlet.</i>	60
<i>Figure 74 : Répartition des individus de <i>Macrobrachium faustum</i> en fonction des classes de taille et des stations (Amont, Aval+, Aval++ et Aval+++) au niveau des seuils sur la Rivière Fond Bourlet.</i>	60
<i>Figure 75 : Pourcentage de mortalité moyen par espèce. Barres d'erreur : écart-type. Le chiffre indiqué pour chaque espèce correspond au nombre de station où elle a été capturée.</i>	61

Liste des tableaux

Tableau 1 : Conductivité spécifique à 25°C en fonction des sites prospectés.....	15
Tableau 2 : Liste des espèces de poissons présentes en Martinique avec leur statut IUCN au niveau mondial.....	18
Tableau 3 : Liste des espèces de macro-crustacés présentes en Martinique avec leur statut IUCN au niveau mondial.	19
Tableau 4 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval du seuil sur la Rivière Blanche – Habitat Jonction.	21
Tableau 5 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.....	27
Tableau 6 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site de l'amont du captage sur la Rivière Blanche.....	33
Tableau 7 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site Cœur Bouliki sur la Rivière Blanche.	37
Tableau 8 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site de l'exploitation du Petit Morne sur la Rivière Lézarde.	43
Tableau 9 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde.....	45
Tableau 10 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval du seuil sur le site Roche de la Rivière Lézarde. .	51
Tableau 11 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval+, Aval++ et Aval+++ au niveau des seuils sur la Rivière Fond Bourlet.....	57
Tableau 13 : Synthèse des résultats sur l'impact des différents ouvrages hydrauliques sur la continuité écologique de différents cours d'eau. Blanc : Non concerné/Difficile de répondre. Vert : pas ou peu d'impact négatif de l'ouvrage. Orange : impact négatif moyen. Rouge : impact négatif fort.....	64

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Dans le cadre de la trame bleue de la Directive Cadre sur l'Eau, La Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Martinique et l'Office de l'Eau de la Martinique ont lancé une étude de franchissabilité de différents ouvrages hydrauliques présents en Martinique. Pour cela ces organismes ont fait appel au bureau d'étude HYDRECO Guyane pour effectuer des péches électriques qui permettent de recenser les poissons et les crustacés dans les cours d'eau. Cela a permis de dresser un constat de l'impact de ces ouvrages sur la libre circulation des individus sur l'axe amont-aval des rivières.

Ce rapport constitue une étude de l'impact sur le milieu aquatique de certains ouvrages hydrauliques présents sur différents cours d'eau de la Martinique.

Le bureau d'études et de recherches HYDRECO a réalisé dans ce cadre :

- Les missions de terrain pour le prélèvement de la faune piscicole et de la carcinofaune indicatrices de l'état du milieu ;
 - Les déterminations des éléments de la faune aquatique ;
 - L'analyse de l'impact de ces ouvrages sur les cours d'eau.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 Présentation des sites d'étude

2.1.1 Vue d'ensemble sur la Martinique

La Figure 1 permet de localiser les différents sites où se trouvent les ouvrages hydrauliques qui font l'objet de cette étude.

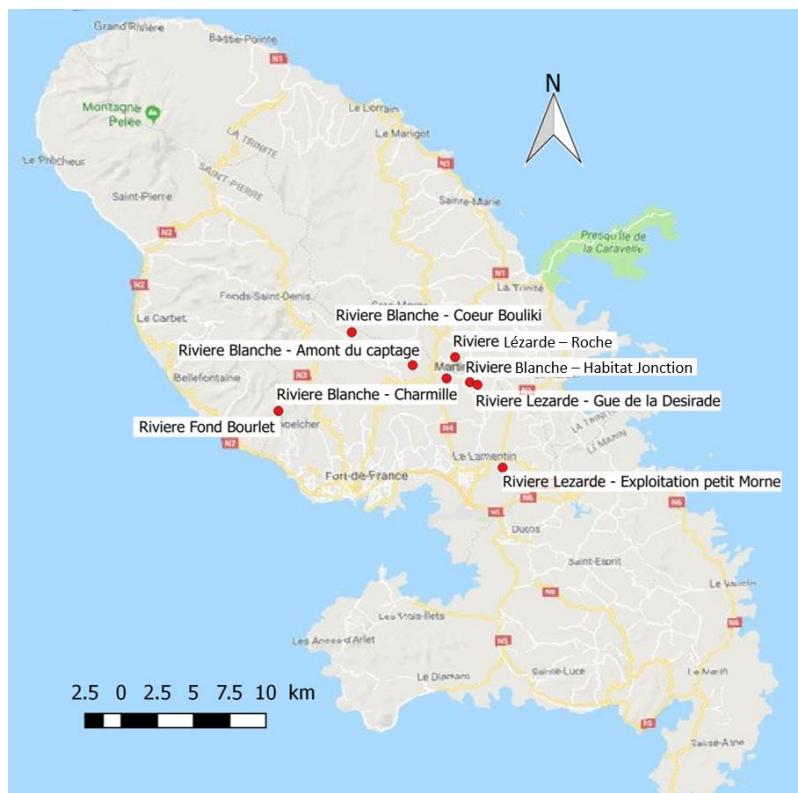


Figure 1 : Positionnement des différents sites d'étude.

2.1.2 Positionnement des stations Amont et Aval sur chaque site

Deux stations ont été placées en aval et en amont de chaque ouvrage hydraulique pour évaluer leur impact de façon individuelle sur la continuité écologique du cours d'eau. Sur chaque site, les stations n'étaient pas directement positionnées de part et d'autre de l'ouvrage hydraulique pour éviter une influence directe de ce dernier sur le peuplement de poissons et de macrocrustacés.

Les stations étaient définies de sorte à prospecter au moins deux faciès différents (avec une recherche d'une double alternance de faciès lorsque cela était possible). Leur longueur devait être équivalente à 10 fois la largeur moyenne du lit mouillé.

Les Figures Figure 6 à Figure 8 présentent les limites de chaque station (Amont et Aval) sur chaque site.

2.1.2.1 Rivièr

2.1.2.1.1 Rivièr – Habitat Jonction (12 mars 2019)

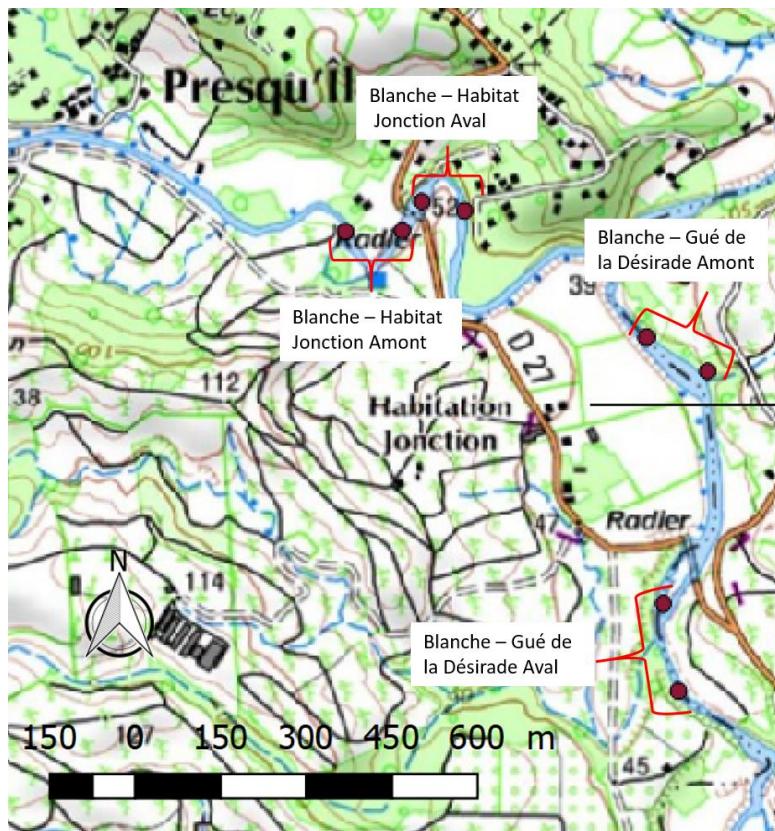


Figure 2 : Délimitations des stations Amont et Aval des sites Rivièr – Habitat Jonction et Rivièr – Gué de la Désirade.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

2.1.2.1.2 Rivière Blanche – Charmille (10 mars 2019)

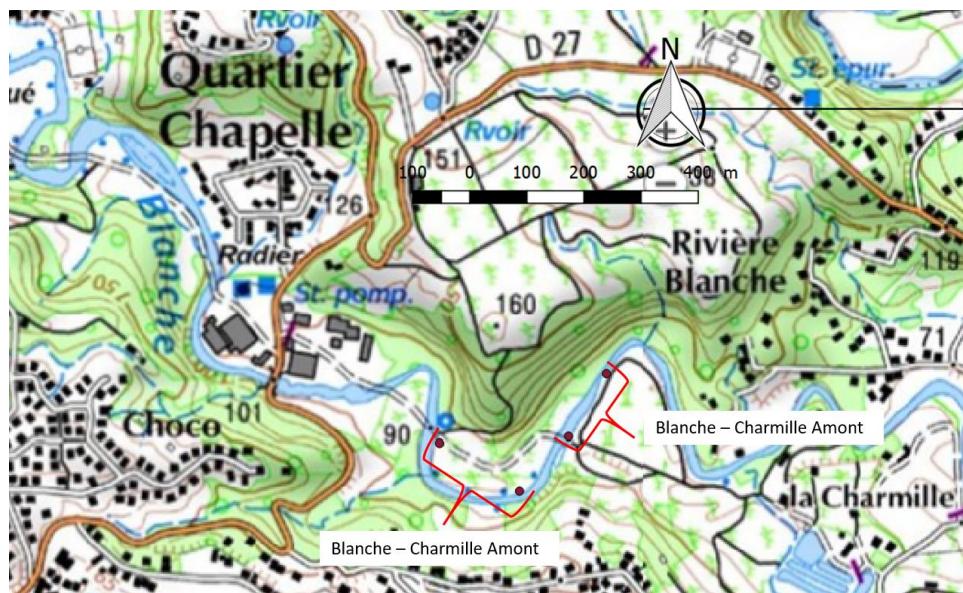


Figure 3 : Délimitations des stations Amont et Aval du site Rivière Blanche – Charmille.

2.1.2.1.3 Rivière Blanche – Amont du Captage (08 mars 2019)

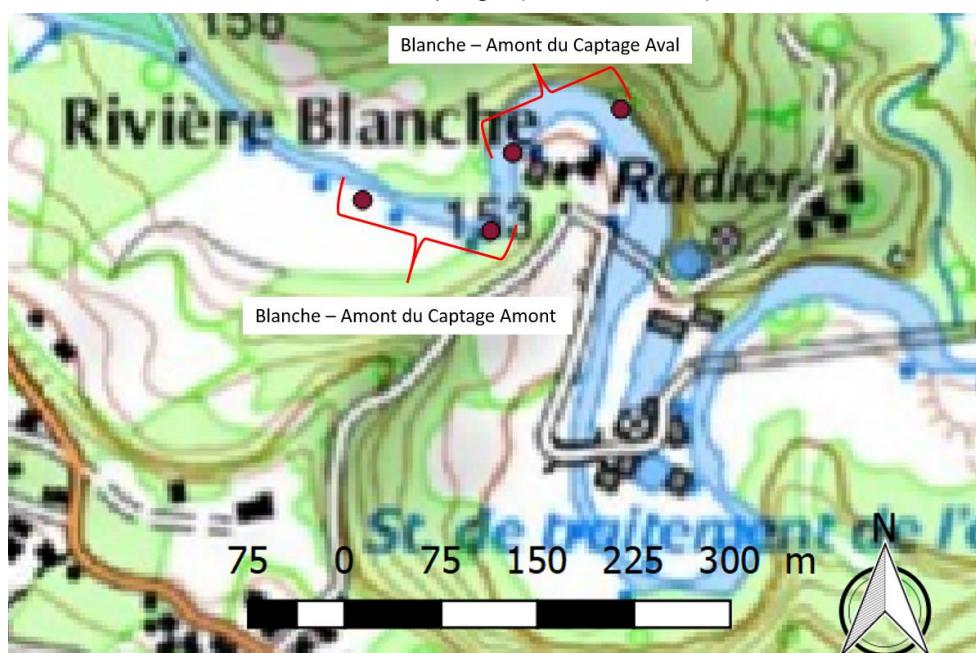


Figure 4 : Délimitations des stations Amont et Aval du site Rivière Blanche – Amont du captage.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

2.1.2.1.4 Rivière Blanche – Cœur Boulik (11 mars 2019)

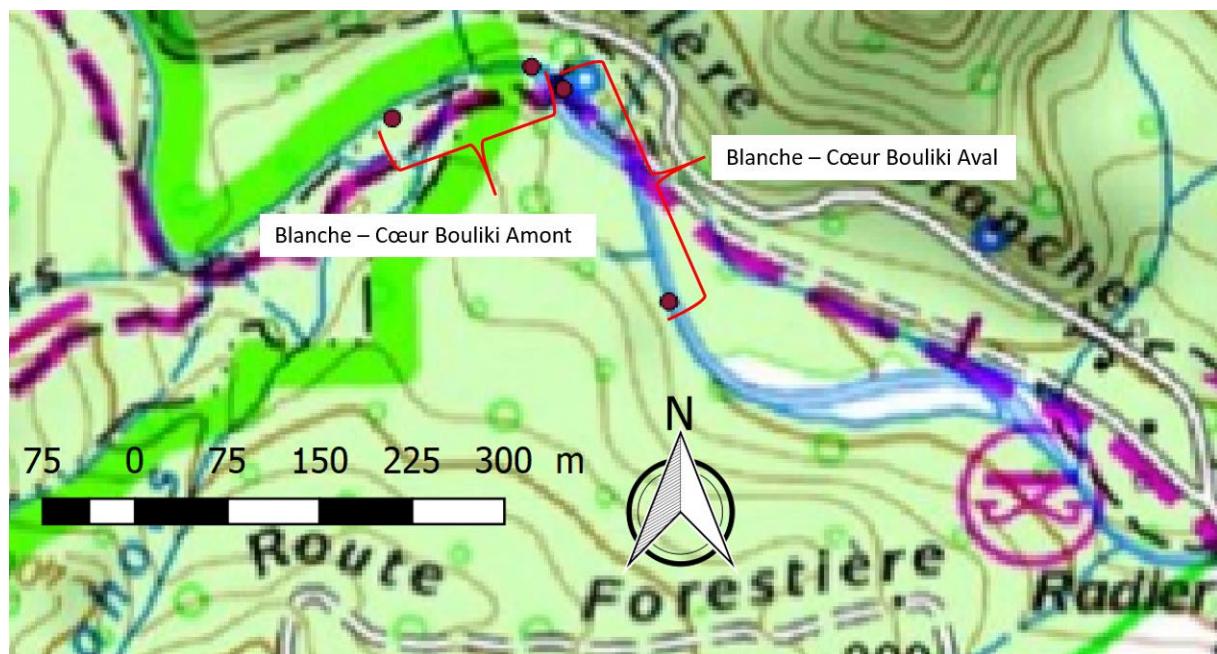


Figure 5 : Délimitations des stations Amont et Aval du site Rivière Blanche – Cœur Boulik.

2.1.2.2 Rivière Lézarde

2.1.2.2.1 Rivière Lézarde – Exploitation Petit Morne (07 mars 2019)

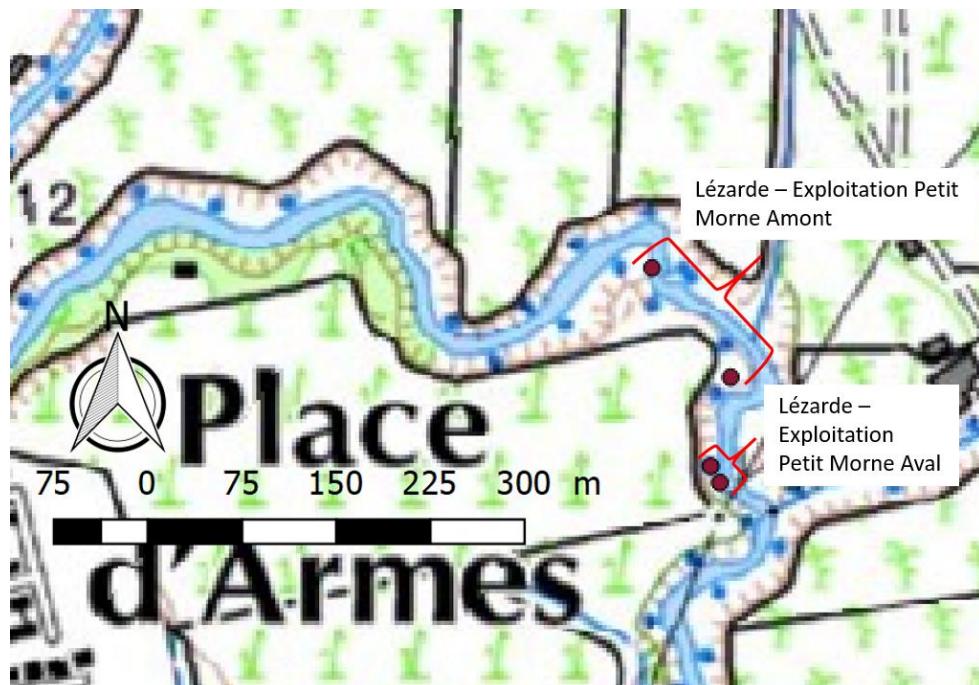


Figure 6 : Délimitations des stations Amont et Aval du site Rivière Lézarde – Exploitation Petit Morne.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

2.1.2.2.2 Rivière Lézarde – Gué de la Désirade (13 mars 2019)

Les stations du site sont présentées sur la Figure 2.

2.1.2.2.3 Rivière Lézarde - Roche (09 mars 2019)



Figure 7 : Délimitations des stations Amont et Aval du site Roche de la rivière Lézarde.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

2.1.2.3 Rivière Fond Bourlet

Un premier seuil se situe entre les stations Amont et Aval+. Puis un second se trouve entre les stations Aval+ et Aval++. La station Aval+++ constitue une station de référence (Figure 8).



Figure 8 : Délimitations des stations Amont, Aval+, Aval++ et Aval+++ du site Rivière Fond Bourlet.

2.1.3 Description de la station d'échantillonnage

Une description de chaque station d'échantillonnage est effectuée pour obtenir une image des conditions de prélèvement des individus. Les variables prises en compte sont les suivantes :

- Longueur de la station (mesurée à l'aide d'un décamètre) ;
- Largeur moyenne du lit mouillé, calculée sur différents transects (mesurée à l'aide d'un décamètre) ;
- Profondeur maximale par transect ;
- Caractérisation des faciès.

Ces données sont accessibles dans les annexes.

Une précision sur les ouvrages hydrauliques est également apportée en annexe.

2.1.4 Physico-chimie

Dans un souci de réglage la tension de l'engin de pêche électrique pour obtenir une bonne attractivité tout en limitant l'impact sur la santé des individus capturés, la conductivité a été mesurée sur chaque site à l'aide d'un instrument portatif (Ponsel Aqualabo Tripod) le jour des prélèvements faunistiques (Tableau 1).

Tableau 1 : Conductivité spécifique à 25°C en fonction des sites prospectés.

Sites	Conductivité ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)
Rivière Blanche - Cœur Bouliko	99
Rivière Blanche - Amont du captage	86
Rivière Blanche - Charmille	118
Rivière Blanche - Habitat Jonction	127
Rivière Lézarde - Roche	114
Rivière Lézarde - Gué de la Désirade	131
Rivière Lézarde - Exploitation Petit Morne	85
Rivière Fond Bourlet	212-228

2.2 Planning et conditions des pêches

Les pêches se sont déroulées durant la saison sèche (carême), du 7 mars 15 mars 2019 inclus (Figure 9). Cette période devait garantir le fait d'avoir un niveau moins variable, nous assurant ainsi d'obtenir une image fiable du peuplement de poissons et de macrocrustacés. De manière générale, les pêches se sont déroulées sous une météo dégagée/ensoleillée. Des perturbations météorologiques ont également émaillé cette campagne. Par exemple une décrue a été constatée le 7 mars sur la station du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde, nous avons donc dû décaler la journée de pêche au 13 mars pour s'assurer qu'il n'y ait plus de perturbation sur la population dulcicole. De même, un épisode de pluie est apparu durant la pêche sur la station Charmille de la Rivière Blanche. Cela peut perturber l'efficacité de pêche. A noter que deux épisodes de fortes pluies ont été enregistrés le 6-7 mars et le 9 mars.

Il faut rappeler que malgré toutes les précautions prises pour respecter des périodes favorables aux pêches afin d'avoir un peuplement « établi », les hydrossystèmes martiniquais sont régulièrement soumis à des événements météorologiques soudain qui favorisent les montées d'eau. Néanmoins, le ressuyage de ces crues est observé tout aussi rapidement. Cela peut influencer rapidement la porosité de certains ouvrages si la crue est plus importante.

Etant donné le pic réduit et le retour rapide à des conditions de carême, nous pouvons estimer que le peuplement échantillonner reste une image fiable des stations.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

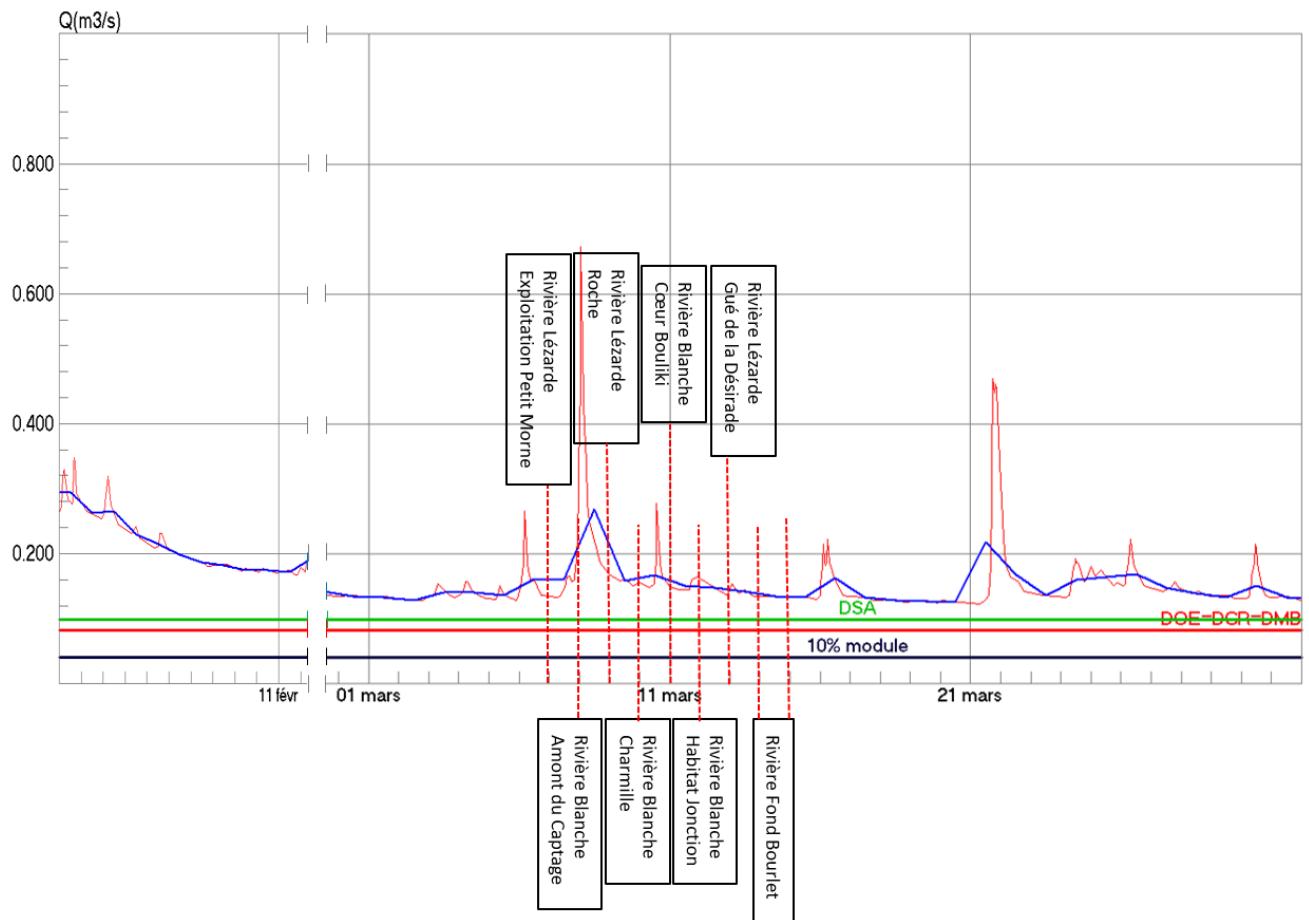


Figure 9 : Débits instantanés (courbe rouge) et journalier (courbe bleue) à Palourde/Lézarde et planning des sessions de capture. Source : DEAL Martinique (modifié).

2.3 Échantillonnage à l'électricité

2.3.1 Ouvrages réglementaires et guides

Plusieurs normes et guides ont été utilisés pour encadrer l'acquisition des données biologiques sur les stations. Ces références sont les suivantes :

- Norme NF EN 14011 de juillet 2003 : « Qualité de l'eau - Echantillonnage des poissons à l'électricité » ;
- Norme NF EN 14962 de septembre 2006 : « Qualité de l'eau – Guide sur le domaine d'application et la sélection des méthodes d'échantillonnage de poissons » ;
- Norme XP T90-383 de mai 2009 : « Qualité de l'eau – Echantillonnage des poissons à l'électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons en lien avec la qualité des cours d'eau » ;
- Belliard et al. (2012). Guide pratique de mise en œuvre des opérations de pêche à l'électricité, 24 pages.
- Pottier et al. (2017). Colloque « Echantillonnage à l'électricité : de l'objectif aux réglages ». Rennes (35). 21 novembre 2017. <http://colloque.inra.fr/pêcheelectrique2017>.

2.3.2 Protocole de pêche électrique

La pêche électrique est une technique d'échantillonnage qui consiste à appliquer du courant électrique dans l'eau, entre une anode et une cathode. Le champ électrique créé autour de l'anode

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

induit une réaction neuromusculaire sur les poissons, les forçant à se dévoiler aux environs de l'anode. En s'approchant de l'anode, les individus étaient ensuite capturés à l'aide d'épuisettes. L'équipe de pêche était composée :

- d'un porteur d'anode (directeur de pêche),
- d'une personne qui maniait une épuisette barrage,
- d'une autre qui maniait 2 épuisettes volantes et
- d'une dernière qui suivait avec une bassine pour récupérer les poissons capturés.
- d'une ou plusieurs personnes complémentaires peuvent également gérer les viviers et commencer la biométrie en parallèle des pêches afin d'éviter la mortalité.

Lors de ces pêches, plusieurs membres de la DEAL ou de l'Office de l'Eau nous ont accompagné lors des pêches sur la Lézarde Place d'Armes et sur Fond Bourlet. Ces opérateurs ont occupés alternativement les différents postes hormis de directeur de pêche.

Cette technique permet de collecter les poissons présents dans le rayon d'attraction du champ électrique. L'engin de pêche électrique utilisé était un LR-24 (Smith Root, 400 W), il est alimenté par batterie et la tension maximale réglable est de 990 V. La forme de courant utilisée était du courant pulsé crénelé.

Le réglage de la tension fournie par l'engin de pêche électrique a été conditionné par la conductivité du cours d'eau. Pour déterminer un rayon d'attraction adéquat, le champ électrique a été mesuré à l'aide d'une sonde « penny » couplée à un oscilloscope (Pottier 2017). Le gradient de tension théorique pour induire une taxie chez les poissons a été calculé selon les données de Kolz et Reynolds (1989). Le réglage de la tension a donc été un compromis entre une bonne attraction des individus et un impact moindre sur leur intégrité physique.

Le protocole de prélèvement de poissons et de crustacés est issu des préconisations de la norme NF EN 14011. Le protocole de référence est actuellement normalisé sous les références XP T90-383 de mai 2009. Sur une aire déterminée, l'objectif est d'estimer la composition et la structure (abondance relative ou absolue) du peuplement de poissons et de macro-crustacés.

Le protocole adopté est celui proposé par l'Agence Française pour la Biodiversité dans le cadre de pêches réalisées pour les réseaux de surveillance DCE.

Lorsque les cours d'eau étaient larges (> 5 m) ou pas entièrement prospectables à pied, l'échantillonnage par unités ponctuelles d'échantillonnage (EPA) était appliqué. Les EPA ont été réparties régulièrement sur chaque station de manière à représenter la diversité des habitats. L'EPA correspondait approximativement à un déplacement de l'anode sur un cercle d'environ 1 m de diamètre autour du point d'impact. Un temps de 10 secondes était appliqué sur chaque EPA, même si l'épuisement du stock au niveau du point d'échantillonnage n'était pas atteint. Un nombre minimum de 50 EPA était appliqué sur chaque station. Lorsque l'abondance des individus était faible, des points d'échantillonnage complémentaires étaient ajoutés. Sur un site, un nombre équivalent d'EPA était appliqué sur les stations situées à l'aval et à l'amont de chaque ouvrage hydraulique.

La forte présence de « ferrailles » dans les cours d'eau pouvait induire une décharge rapide de la batterie de l'engin de pêche électrique. Cela a été notamment le cas sur le site de l'Exploitation Petit Morne sur la rivière Lézarde. De ce fait seuls 29 points d'échantillonnage ont pu être effectués sur chaque station (Amont et Aval).

Lorsque le cours d'eau n'était pas large, un échantillonnage complet était appliqué. Le seul site (Fond Bourrelet) où cette méthode a été appliquée présentait une largeur du lit mouillé inférieure à 5 mètres, l'utilisation d'une seconde anode n'a donc pas été nécessaire.

2.4 Biométrie et description des espèces

A la fin de chaque pêche, les individus étaient ramenés en berges et stockés dans un vivier à l'ombre, et leur eau était régulièrement renouvelée du fait de fortes chaleurs. Cela permettait de limiter les impacts physiologiques et les risques de mortalité induits par le réchauffement rapide des eaux.

Pour chaque station, l'ensemble des individus capturés sur les différents EPA étaient groupés. Ensuite, ils étaient déterminés à l'espèce (selon Lim et al. 2002), comptés puis mesurés au mm près ou classés par lot. La longueur totale était mesurée pour les poissons (longueur prise du bout du museau jusqu'à l'extrémité de la nageoire caudale) et pour les crustacés (longueur entre l'extrémité du rostre et celle du telson).

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

Pour les espèces dont l'abondance était moins d'une trentaine d'individus, la longueur était mesurée individuellement. Au-delà de ce nombre, les individus étaient classés par classes de taille (par fourchette de 10 mm à 50 mm selon les espèces).

Lorsque les individus s'avéraient difficiles à manipuler, ils étaient endormis dans une solution d'huile essentielle de clou de girofle, mesurés, puis placés dans des bacs de réveil avant de les relâcher.

A la fin de chaque pêche, les poissons et les crustacés étaient relâchés au niveau de leur point de prélèvement.

Les listes des espèces de poissons et de macro-crustacés présentes en Martinique sont présentées dans le Tableau 2 et le

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

Tableau 3 respectivement. Parmi les espèces de poissons, *Danio rerio*, *Xiphophorus hellerii*, *Poecilia sp.*, *Oreochromis mossambicus* et *Hypostomus sp* sont introduites. Les causes peuvent être l'aquariophilie, la lutte contre l'expansion des moustiques ou l'aquaculture. Les espèces *Rivulus cryptocallus* et *Eleotris perniger* sont les seules à être endémiques des Antilles.

Parmi les macro-crustacés, les espèces *Macrobrachium faustum*, *Micratya poeyi* et *Xiphocaris elongata* sont endémiques des Antilles. Les espèces *Macrobrachium rosenbergii* et *Cherax quadricarinatus* ont été introduites pour l'aquaculture.

Certaines de ces espèces allochtones peuvent être potentiellement invasives : ***Hypostomus sp*** et ***Cherax quadricarinatus***.

Tableau 2 : Liste des espèces de poissons présentes en Martinique avec leur statut IUCN au niveau mondial.

Familles	Noms latins	Noms vernaculaires	Statut IUCN mondial	Origine
Anguillidae	<i>Anguilla rostrata</i> (Le Sueur, 1817)	Anguille	En danger	Autochtone
Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i> (Poey, 1860)	Brochet	Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	Brochet de mer	Préoccupation mineure	Autochtone
Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852)	Lapia, Tilapia	Quasi menacé en Afrique	Allochtone
Cyprinidae	<i>Danio rerio</i> (Le Sueur, 1817)	Poisson zèbre	Préoccupation mineure	Allochtone
Eleotridae	<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1790)	Ti-neg, Dormeur	Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Eleotris perniger</i> (Cope, 1871)	Dormé, Flèche	Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Gobiomorus dormitor</i> (Lacépède, 1800)	Dormeur	Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Guavina guavina</i> (Valenciennes, in Cuv. et Val., 1837)	Dormeur	Préoccupation mineure	Autochtone
Gobiesocidae	<i>Gobiesox nudus</i> (Linné, 1758)	Tétard, Macouba, Colle-roche	Préoccupation mineure	Autochtone
Gobiidae	<i>Awaous banana</i> (Valenciennes, in Cuv. et Val., 1837)	Jolpot	Non évalué	Autochtone
	<i>Ctenogobius pseudofaciatus</i> (Gilbert et Randal in Gilbert et Kelso, 1971)		Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Sicydium plumieri</i> (Bloch, 1786)	Colle-roche, Loche, Titiri (juvénile)	Données insuffisantes	Autochtone
	<i>Sicydium punctatum</i> (Perugia, 1896)	Colle-roche, Loche, Titiri (juvénile)	Préoccupation mineure	Autochtone
Haemulidae	<i>Pomadasys croco</i> (Cuvier, 1830)		Données insuffisantes	Autochtone
Loricaridae	<i>Hypostomus sp</i> (Lacépède, 1803)	Pléco	Non évalué	Allochtone
Mugilidae	<i>Agonostomus monticola</i> (Bancroft, in Griffith et Smith, 1834)	Mulet	Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Mugil curema</i> (Valenciennes, in Cuv. et Val., 1836)	Mulet	Préoccupation mineure	Autochtone
Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1860)	Guppy	Non évalué	Allochtone
	<i>Poecilia vivipara</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Grosboudin, Golomine	Non évalué	Allochtone
	<i>Xiphophorus hellerii</i> (Heckel, 1848)	Xipho, Porte épée	Non évalué	Allochtone
Rivulidae	<i>Rivulus cryptocallus</i> (Seegers, 1980)	Poisson gale	Non évalué	Autochtone
Syngnathidae	<i>Micropis brachyurus</i> (Bleekers, 1853)	Syngnathe	Préoccupation mineure	Autochtone

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

Tableau 3 : Liste des espèces de macro-crustacés présentes en Martinique avec leur statut IUCN au niveau mondial.

Familles	Noms latins	Noms vernaculaires	Statut IUCN mondial	Origine
Atyidae	<i>Atya innocous</i> (Herbst, 1792)	Grand bouc, Saltarelle panier	Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Atya scabra</i> (Leach, 1815)	Grand bouc, Saltarelle camacuto	Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Jonga serrei</i> (Bouvier, 1909)		Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Micratya poeyi</i> (Guérin-Méneville, 1855)	Petit bouc	Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881)	Petit bouc	Préoccupation mineure	Autochtone
Palaemonidae	<i>Macrobrachium acanthurus</i> (Wiegmann, 1836)	Chevrette, Grand bras, Bouquet cannelle	Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Macrobrachium carcinus</i> (Linnaeus, 1758)	Z'habitant, Bouquet pintade, Ouassous	Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Macrobrachium crenulatum</i> (Holthuis, 1950)	Queue rouge, Queue de Madras	Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Macrobrachium faustum</i> (De Saussure, 1857)	Alexis, Gros mordant	Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Macrobrachium heterochirus</i> (Wiegmann, 1836)	Grand bras	Préoccupation mineure	Autochtone
	<i>Macrobrachium rosenbergii</i> (De Man, 1879)	Chevrette d'élevage, Bouquet géant	Préoccupation mineure	Allochtone
	<i>Paleamon pandaliformis</i> (Stimpson, 1871)	Chevrette transparente; Bouquet potitinga	Non évalué	Autochtone
Parastacidae	<i>Cherax quadricarinatus</i> (Von Martens, 1868)	Ecrevisse bleue	Préoccupation mineure	Allochtone
Portunidae	<i>Callinectes sapidus</i> (Rathbun, 1896)	Crabe bleu américain	Non évalué	Autochtone
Pseudothelphusidae	<i>Guinotia dentata</i> (Latreille, 1825)	Cirrique de rivière, Crabe	Préoccupation mineure	Autochtone
Xiphocaridae	<i>Xiphocaris elongata</i> (Guérin-Méneville, 1855)	Pissette	Préoccupation mineure	Autochtone

2.5 Traitement des données

L'analyse des données et les traitements statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel R 3.5.2 (R Development Core Team 2011).

Les données obtenues correspondent à des captures par unité d'effort, c'est-à-dire à la richesse spécifique et l'abondance absolue pour un nombre équivalent d'EPA. Pour le site Fond Bourrelet où des pêches complètes ont été effectuées, les densités des individus capturés (individus/100m²) en un passage ont été utilisées.

Dans la suite des traitements de données, les espèces non identifiées appartenant au genre *Atya*, *Macrobrachium* et *Sicydium* ne seront pas considérées comme des espèces nouvelles du fait qu'il y ait de fortes chances qu'elles appartiennent aux espèces déjà identifiées sur les stations dont il est question. De plus, pour l'analyse de la structure, leur abondance a été distribuée au *prorata* au sein des espèces préalablement identifiées sur chaque station. Par exemple, pour *Atya sp*, si *Atya scabra* et *Atya innocous* ont été identifiées sur une même station et que 2/3 des individus appartiennent à *Atya scabra* et 1/3 à *Atya innocous*, alors 2/3 de l'abondance de *Atya sp* ont été distribués pour *Atya scabra* et 1/3 pour *Atya innocous*.

Pour déterminer si chaque ouvrage avait un impact sur la composition du peuplement de poissons et de macro-crustacés, la richesse spécifique et l'indice de diversité β de Jaccard (permet d'évaluer la similitude de la richesse spécifique entre deux stations) ont été utilisés.

Ensuite pour évaluer un possible impact sur la structure du peuplement de poissons et de macro-crustacés, l'indice H' de Shannon-Wiener (calculé avec un logarithme de base 2, Barbault 1981) a été calculé pour chaque station. Il permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus de chacune de chaque espèce. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou une espèce dominant très largement les autres) à log(S) (lorsque toutes les espèces ont la même abondance, avec S le nombre total d'espèces). A cet indice est ajouté celui de Pielou (J') qui permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces). Un test de Student adapté à la comparaison de différents H' (Jayaraman 1999) a été appliqué sur chaque site pour évaluer si chaque ouvrage avait un impact sur la structure du peuplement dulcicole.

Afin de vérifier si les ouvrages hydrauliques avaient une influence sur la taille des individus sur chaque espèce, nous avons effectué un test du Khi-2 (pour voir si les proportions des différentes classes de taille se répartissent de la même manière entre l'amont et l'aval) pour les espèces dont le

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

comptage a été effectué par classes de taille (au moins 2 classes de taille). Un **test de Mann-Whitney** a été appliqué pour les espèces dont la longueur totale a été mesurée individuellement (pour avoir une puissance de test suffisante, seules les espèces représentées par au moins 8 individus par station étaient analysées). De la même manière que pour les abondances, les données issues des espèces non identifiées ont été réparties au *prorata* pour l'analyse des classes de taille.

Enfin, une analyse complémentaire sur la mortalité des individus a été effectuée pour avoir des informations sur les espèces les plus sensibles lorsqu'elles sont capturées à l'aide de la pêche électrique puis manipulées.

3 RESULTATS ET ANALYSES

3.1 Rivière Blanche – Habitat Jonction (12 mars 2019)

3.1.1 Faciès de la station

Une plus faible proportion de système lotique est observée dans la station Aval (58%) par rapport à l'Amont (76%) (Figure 10). Cela a pu engendrer une légère influence sur les résultats.

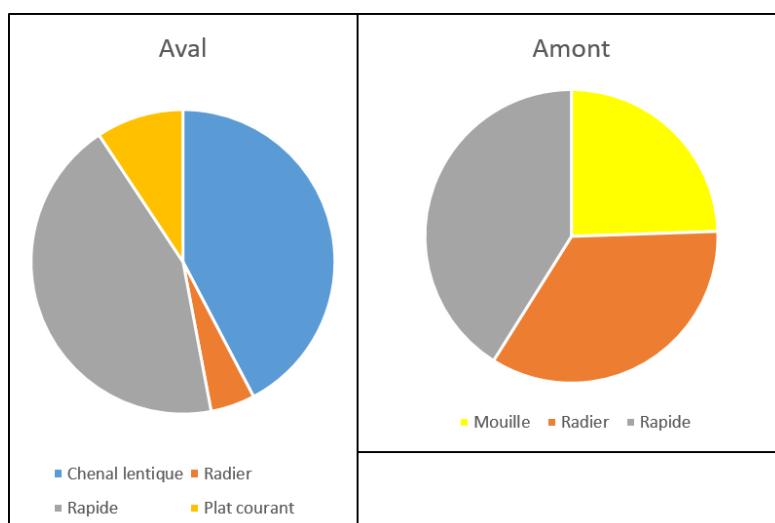


Figure 10 : Proportions de la surface sur cours d'eau prospectées selon les types de faciès sur le site Habitat Jonction de la rivière Blanche.

3.1.2 Composition et Structure

Les stations Amont et Aval de l'ouvrage hydraulique présentent des richesses spécifiques équivalentes avec 13 et 12 espèces respectivement et un très fort pourcentage de ressemblance sur la richesse spécifique (92%) (Tableau 4 et Figure 11). L'espèce allochtone *Oreochromis mossambicus* est présente uniquement sur la station Aval. L'espèce allochtone *Poecilia reticulata* est présente uniquement sur la station Amont. Les espèces allochtones *Xyphophorus helleri*, *Hypostomus sp* et *Cherax quadricarinatus* sont présentes de part et d'autre de l'ouvrage.

Les structures des stations Amont et Aval sont différentes comme l'indique l'indice de Piélou (Tableau 4) avec des valeurs de 0,70 et 0,76 respectivement. Cela est dû principalement à une forte proportion de *Micratya poeyi* et de *Xiphocaris elongata* et d'une baisse de l'abondance de *Sicydium plumerieri* et de *Hypostomus sp* dans la station amont par rapport à l'aval.

Tableau 4 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval du seuil sur la Rivière Blanche – Habitat Jonction.

Stations	Composition			Structure		
	Richesse spécifique	Nombre d'espèces allochtones	Pourcentage de Similitude (Indice de Jaccard)	H' de Shannon-Wiener	J' de Piélou	Structures différentes ou identiques?
AMONT	13	4	92%	2,58	0,70	Différentes (Pvalue < 0,001)
AVAL	12	4		2,8	0,76	

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

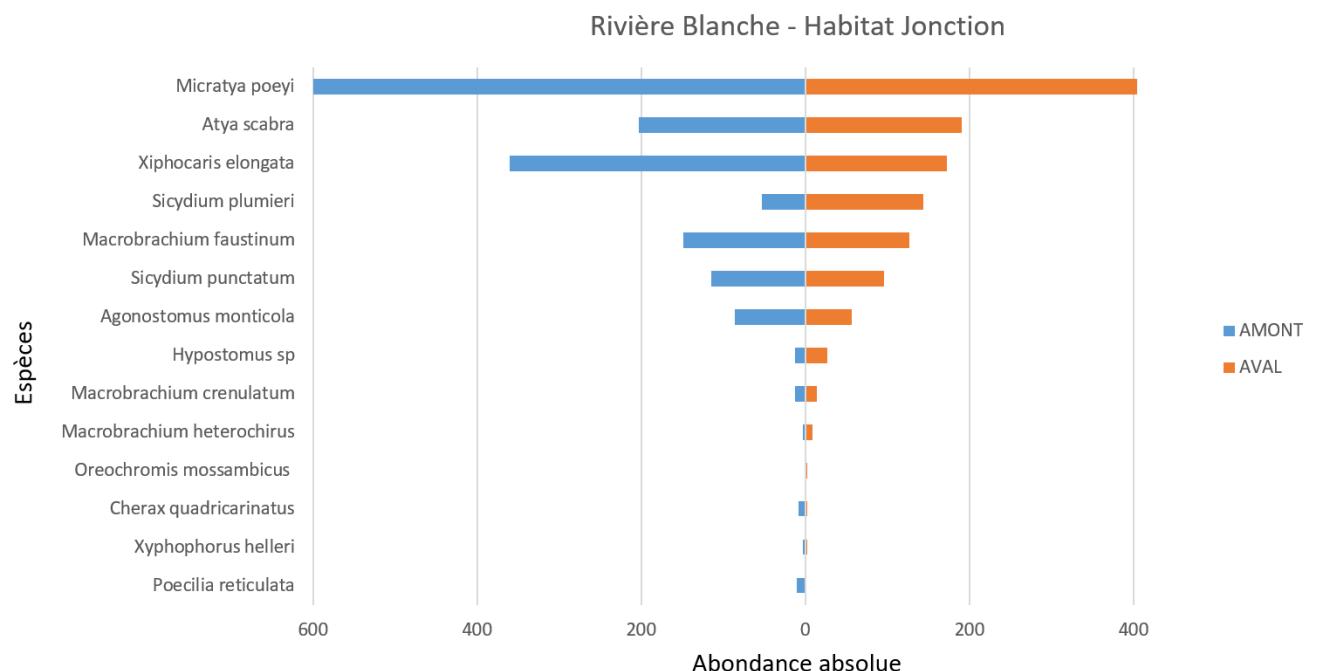


Figure 11 : Abondance absolue en fonction des espèces capturées et des stations Amont et Aval du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.

3.1.3 Distribution des tailles des espèces

3.1.3.1 *Micratya poeyi*

Les proportions des individus *Micratya poeyi* représentées dans les différentes classes de taille sont influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue < 0,001 ; Figure 12). En effet, en Aval, la proportion des individus de grande taille ([>20 mm – 30 mm]) est plus faible qu'en Amont.

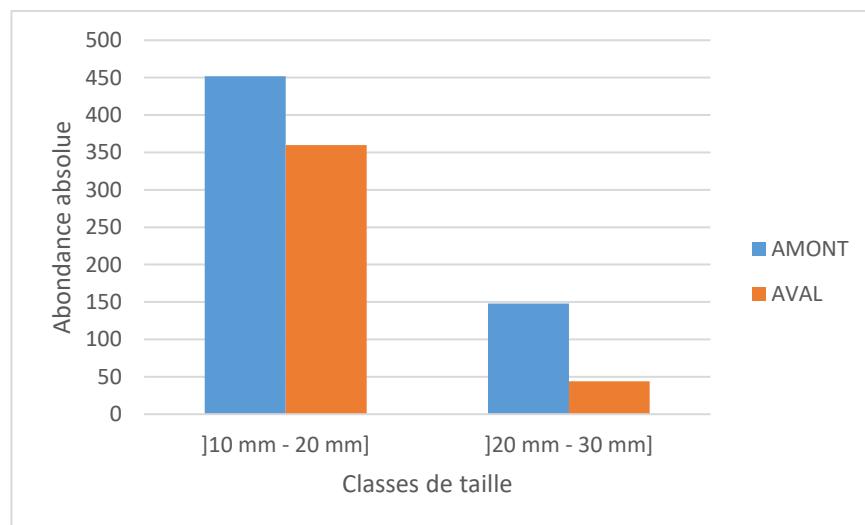


Figure 12 : Répartition des individus de *Micratya poeyi* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.1.3.2 *Xiphocaris elongata*

Les proportions des individus *Xiphocaris elongata* représentées dans les différentes classes de taille sont influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue < 0,001 ; Figure 13). En effet, en Amont, la proportion des individus de taille moyenne (]40 mm – 50 mm] et]50 mm – 60 mm]) est plus forte qu'en Aval.

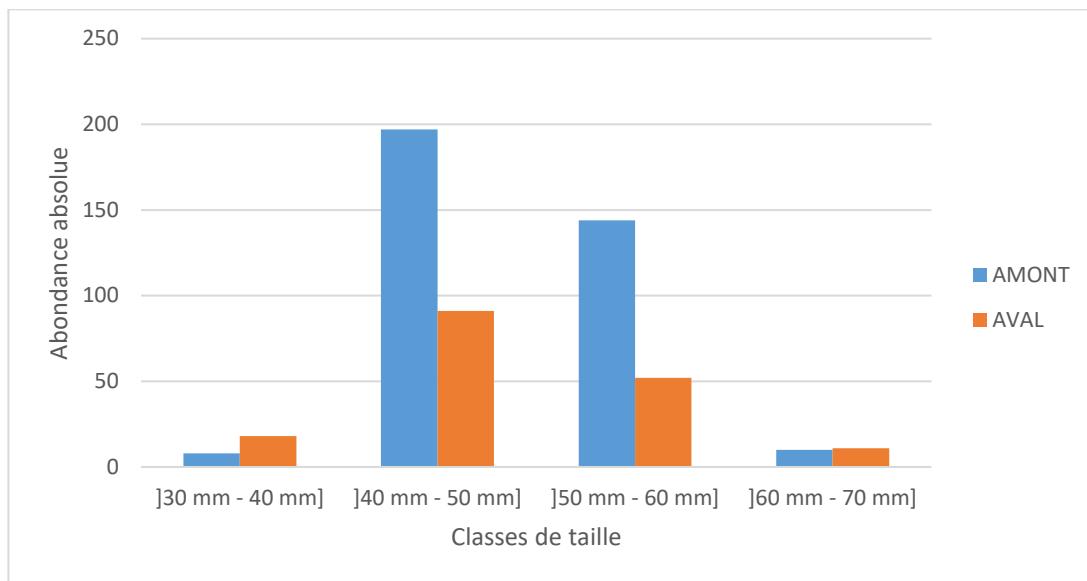


Figure 13 : Répartition des individus de *Xiphocaris elongata* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.

3.1.3.3 *Atya scabra*

Les proportions des individus *Atya scabra* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,33 ; Figure 14).

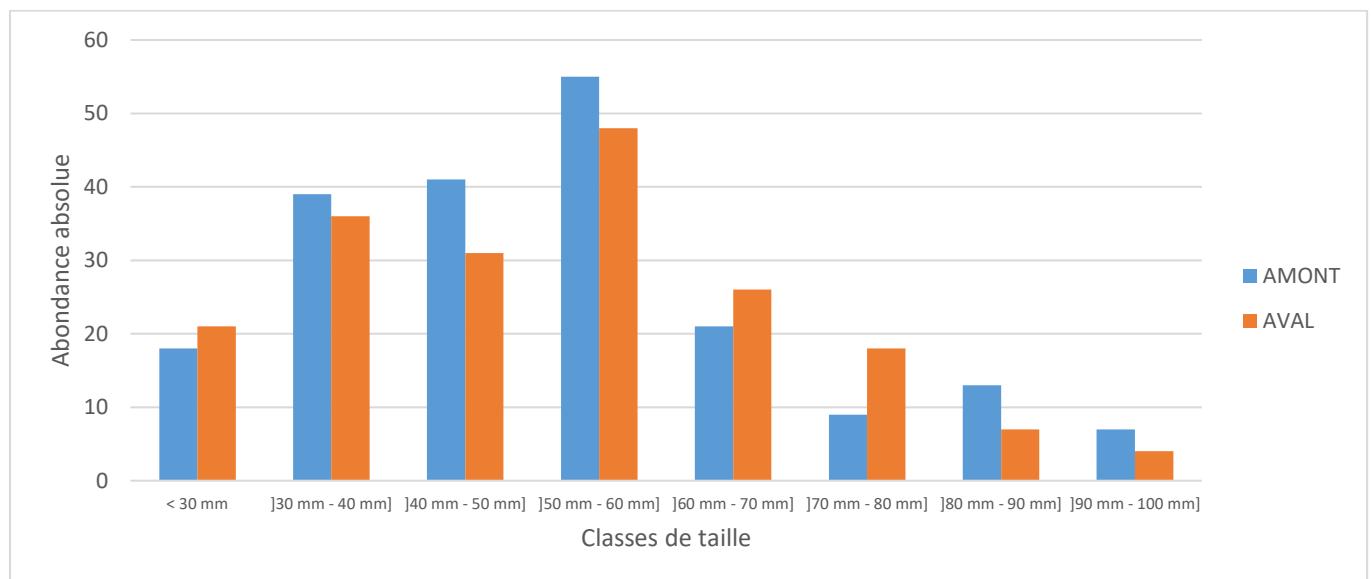


Figure 14 : Répartition des individus d'*Atya scabra* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.1.3.4 *Sicydium plumieri*

Les proportions des individus *Sicydium plumieri* représentées dans les différentes classes de taille sont influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue < 0,001 ; Figure 15). En effet une forte proportion d'individus de petite taille ($]40 \text{ mm} - 60 \text{ mm}]$) est présente uniquement en Aval.

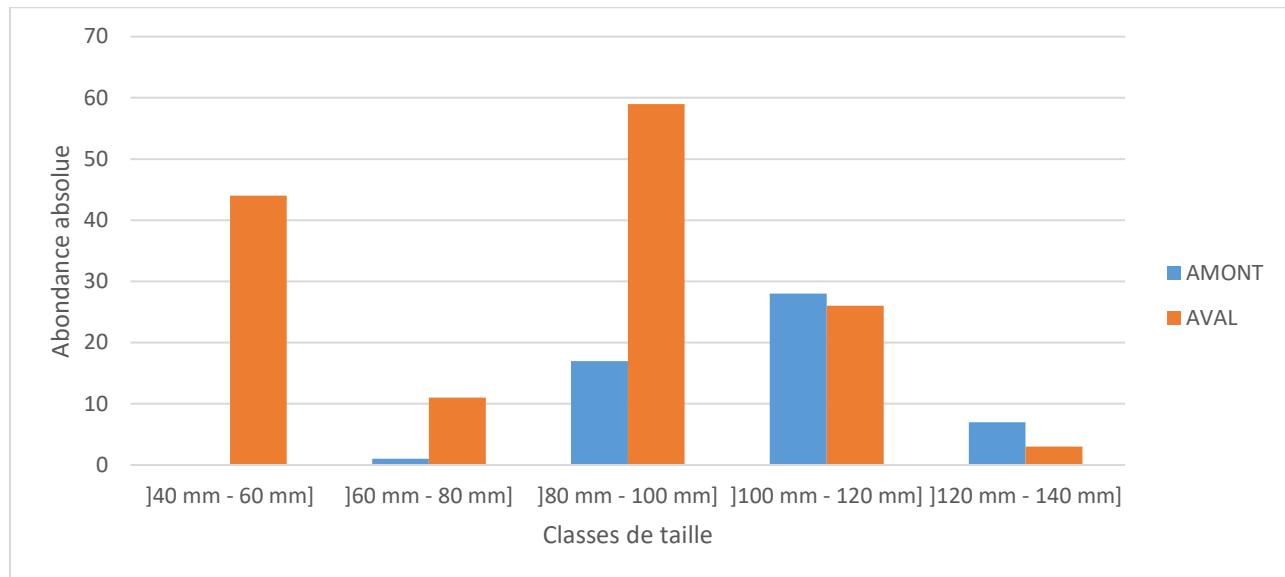


Figure 15 : Répartition des individus de *Sicydium plumieri* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.

3.1.3.5 *Sicydium punctatum*

Les proportions des individus *Sicydium punctatum* représentées dans les différentes classes de taille sont influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,03 ; Figure 16). En effet la proportion d'individus de petite taille ($<40 \text{ mm}$) est supérieure en Amont, ainsi que celle des individus de la classe $]60 \text{ mm} - 80 \text{ mm}]$.

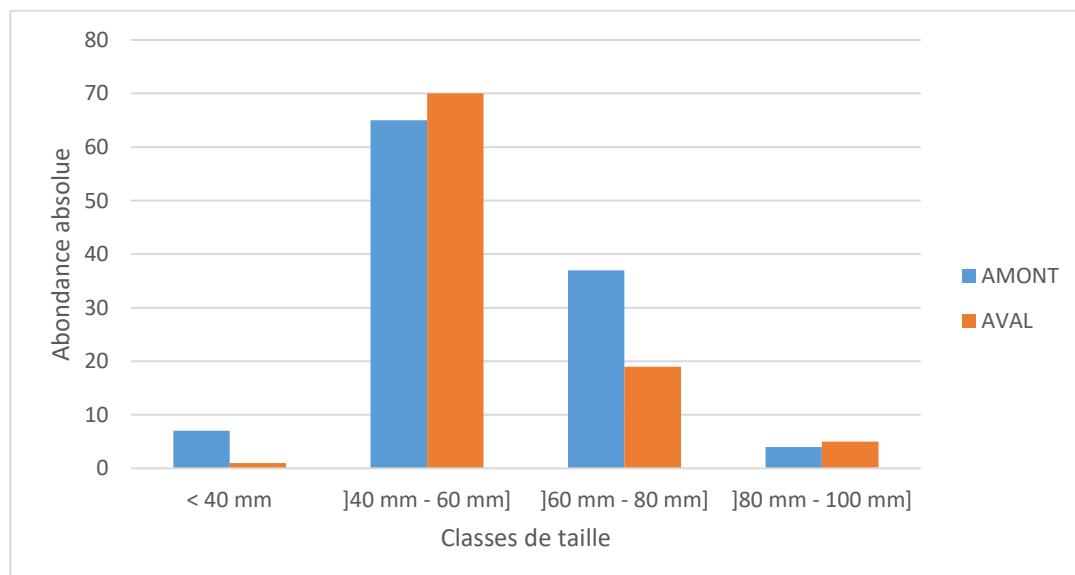


Figure 16 : Répartition des individus de *Sicydium punctatum* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.1.3.6 *Macrobrachium faustum*

Les proportions des individus *Macrobrachium faustum* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,054 ; Figure 17).

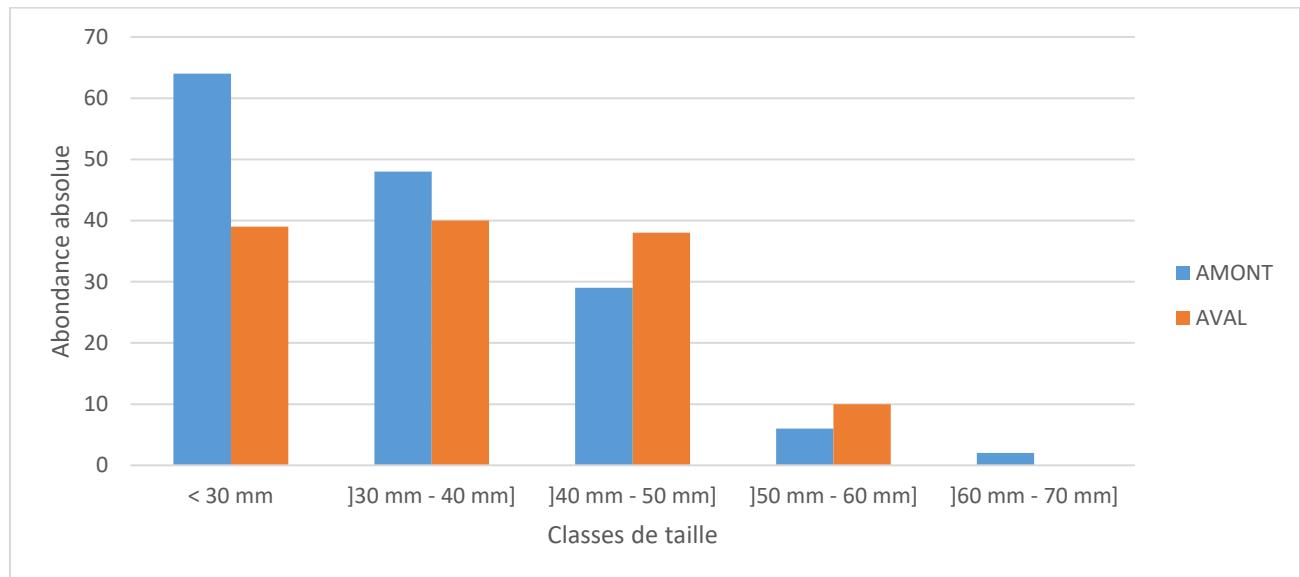


Figure 17 : Répartition des individus de *Macrobrachium faustum* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.

3.1.3.7 *Agonostomus monticola*

Les proportions des individus *Agonostomus monticola* représentées dans les différentes classes de taille sont influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,02 ; Figure 18). En effet la proportion d'individus de taille moyenne (]50 mm – 100 mm]) est supérieure en Amont qu'en Aval.

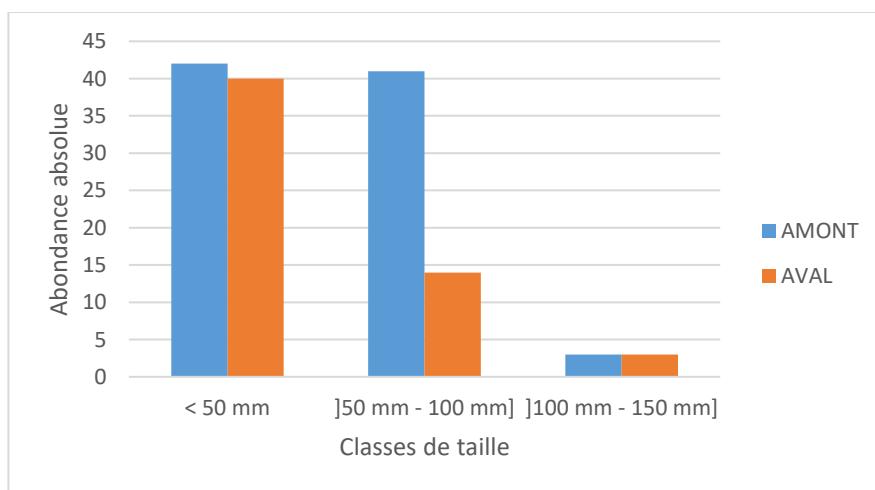


Figure 18 : Répartition des individus d'*Agonostomus monticola* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.1.3.8 *Hypostomus sp*

La longueur des *Hypostomus sp* ne varie pas significativement selon la station de prélèvement (Amont ou Aval ; Figure 19 ; Test de Mann-Whitney ; Pvalue = 0,42).

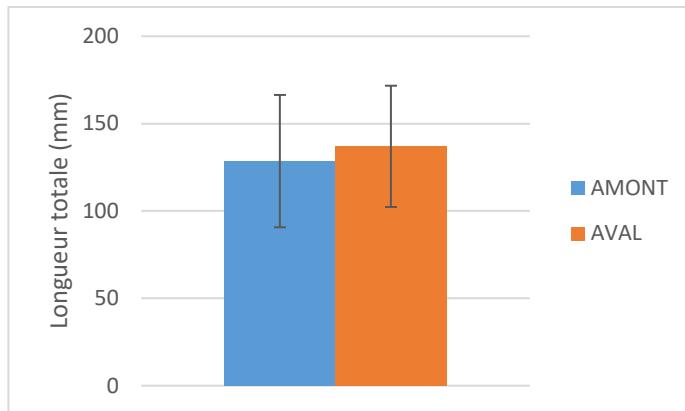


Figure 19 : Longueur totale moyenne des individus de *Hypostomus sp* en fonction des stations (Amont et Aval) du seuil de la station Habitat Jonction sur la Rivière Blanche. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type.

3.1.4 Conclusion

La présence du seuil n'induit pas un changement notable sur la composition du peuplement dulcicole entre l'amont et laval. Par contre la structure du peuplement est différente de part et d'autre de l'ouvrage notamment du fait d'une augmentation de l'abondance de *Micratya poeyi* et de *Xiphocaris elongata* en amont, et d'une baisse de l'abondance de *Sicydium plumerieri* et de *Hypostomus sp* dans la station amont par rapport à laval. Les tailles de *Micratya poeyi*, *Xiphocaris elongata*, *Sicydium plumerieri*, *Sicydium punctatum* et *Agonostomus monticola* varient entre l'Amont et l'Aval.

Cet ouvrage est donc un frein au déplacement des individus dulcicoles.

3.2 Rivière Blanche – Charmille (10 mars 2019)

3.2.1 Faciès de la station

Uniquement des faciès lotiques ont été prospectés sur la station Aval (Figure 20). Sur la station Amont, 82% de la surface était représentée par un système lotique, et 18% par du lentique. Cela a pu engendrer une légère influence sur les résultats.

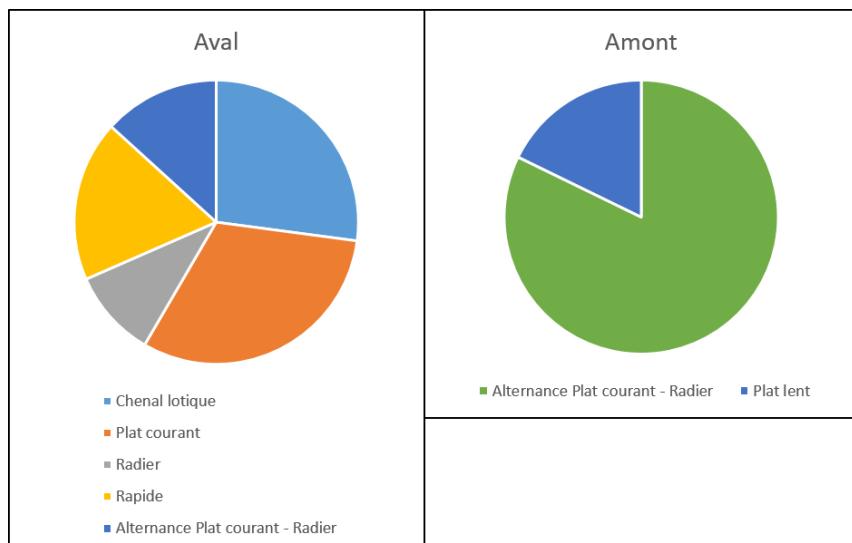


Figure 20 : Proportions de la surface sur cours d'eau prospectées selon les types de faciès sur le site Charmille de la rivière Blanche.

3.2.2 Composition et Structure

Les stations Amont et Aval de l'ouvrage hydraulique présentent des richesses spécifiques équivalentes avec 11 et 12 espèces respectivement et un fort pourcentage de ressemblance sur la richesse spécifique (92%) (Tableau 5 et Figure 21). L'espèce allochtone *Poecilia viviparia* est présente uniquement sur la station Aval. Les espèces allochtones *Hypostomus sp* et *Cherax quadricarinatus* sont présentes sur les stations Amont et Aval de l'ouvrage hydraulique. A ce titre, il faut noter que l'efficacité de pêche s'est avérée plus faible sur ces deux espèces introduites. Il serait utile d'étudier ce phénomène plus en détail.

Les structures des stations Amont et Aval sont différentes comme l'indique l'indice de Piélou (Tableau 5) avec des valeurs de 0,89 et 0,81 respectivement. Cela est dû à une baisse de l'abondance des *Xiphocarais elongata* et des *Micratya poeyi* au niveau de l'amont par rapport à l'aval de l'ouvrage.

Tableau 5 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.

Stations	Composition			Structure		
	Richesse spécifique	Nombre d'espèces allochtones	Pourcentage de Similitude (Indice de Jaccard)	H' de Shannon-Wiener	J' de Piélou	Structures différentes ou identiques?
AMONT	11	2	92%	3,08	0,89	Différentes (Pvalue = 0,002)
aval	12	3		2,9	0,81	

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

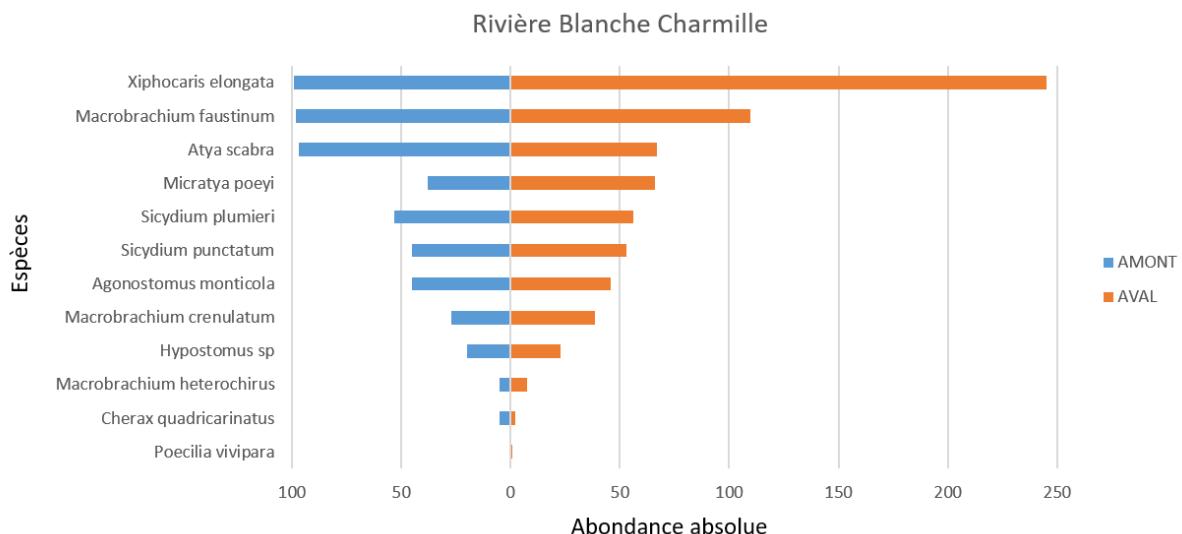


Figure 21 : Abondance absolue en fonction des espèces capturées et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.

3.2.3 Distribution des tailles des espèces

3.2.3.1 *Xiphocaris elongata*

Les individus *Xiphocaris elongata* sont répartis différemment dans les classes de taille en fonction de leur point de prélèvement (Amont ou Aval de l'ouvrage) (test du Khi-2, Pvalue < 0,001 ; Figure 22Figure 35). En effet, la proportion des individus de plus petite taille ($]30 \text{ mm} - 40 \text{ mm}$ et $]40 \text{ mm} - 50 \text{ mm}$) se trouvent à l'Aval plutôt qu'à l'Amont de l'ouvrage hydraulique.

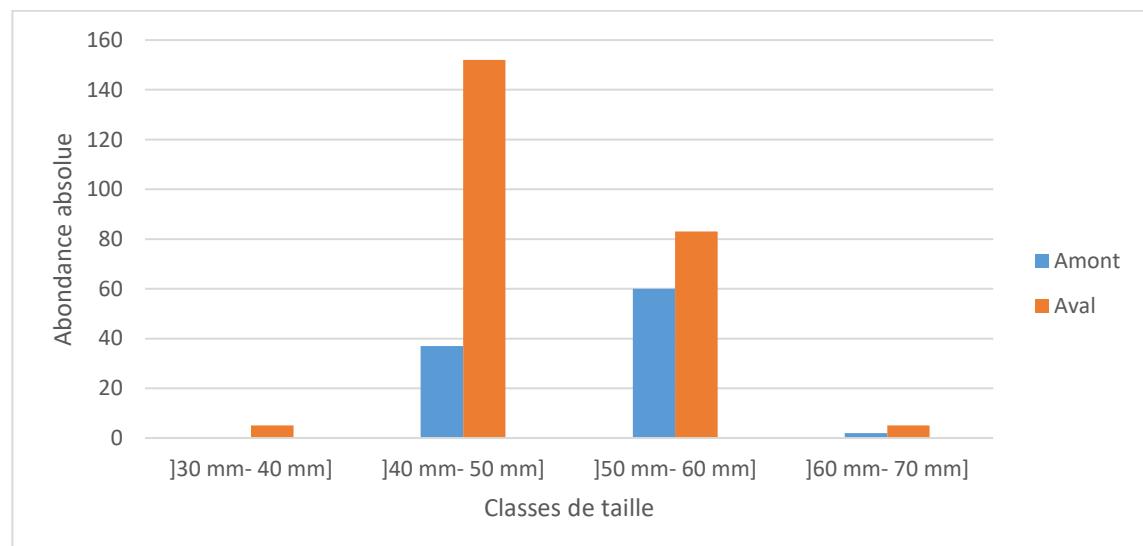


Figure 22 : Répartition des individus de *Xiphocaris elongata* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.2.3.2 *Macrobrachium faustinum*

Les individus *Macrobrachium faustinum* ne sont pas répartis différemment dans les classes de taille en fonction de leur point de prélèvement (Amont ou Aval de l'ouvrage) (test du Khi-2, Pvalue = 0,11 ; Figure 23Figure 35).

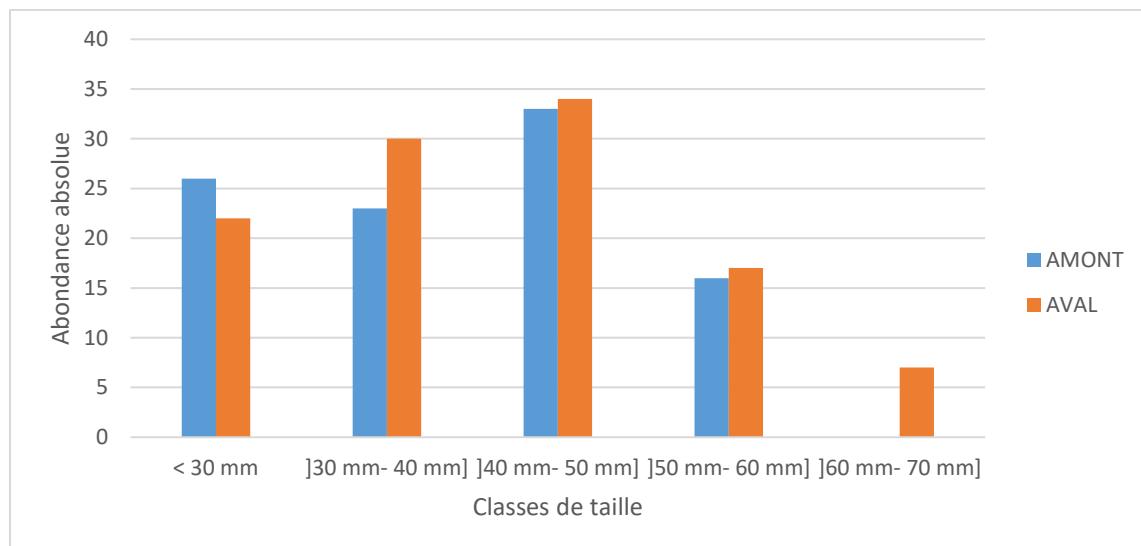


Figure 23 : Répartition des individus de *Macrobrachium faustinum* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.

3.2.3.3 *Atya scabra*

Les individus *Atya scabra* sont répartis différemment dans les classes de taille en fonction de leur point de prélèvement (Amont ou Aval de l'ouvrage) (test du Khi-2, Pvalue = 0,048 ; Figure 24Figure 35). En effet, la proportion des individus de plus petite taille (inférieure à 60 mm) se trouvent à l'Amont plutôt qu'à l'Aval de l'ouvrage hydraulique tandis que celle des individus de grande taille (supérieure à 70 mm) se retrouvent à l'Aval.

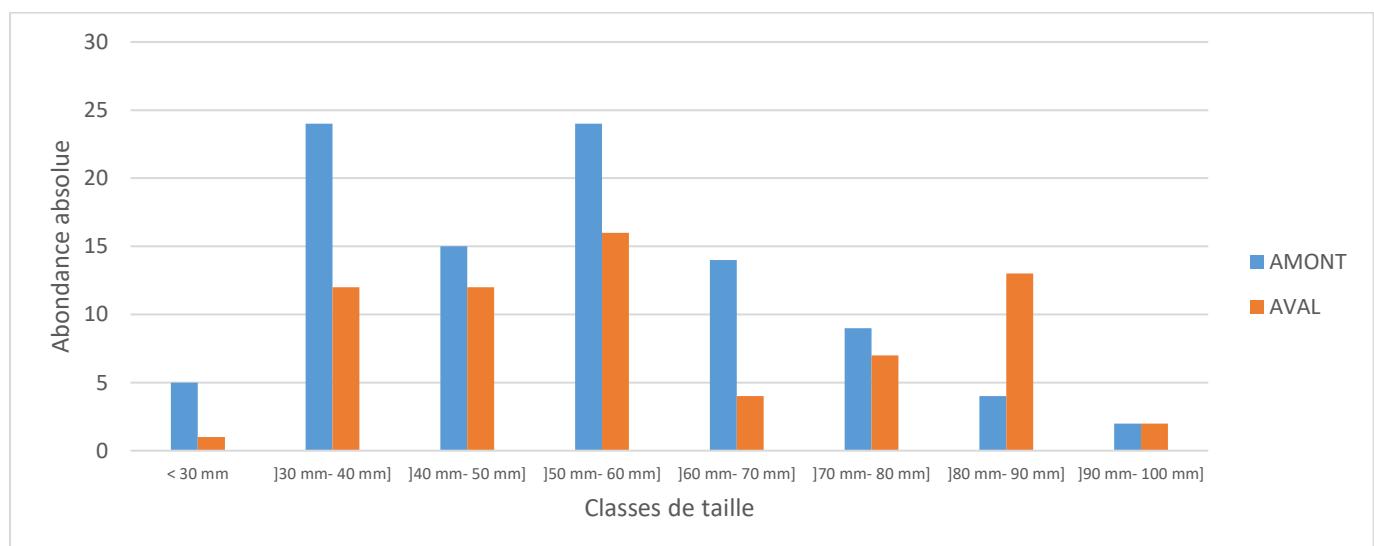


Figure 24 : Répartition des individus d'*Atya scabra* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.2.3.4 *Micratya poeyi*

Selon le test du Khi-2 (Pvalue = 0,13 ; Figure 25), les proportions des individus *Micratya poeyi* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique, bien qu'il y ait presque 2 fois plus d'individus de la classe [10 mm – 20 mm] en aval qu'en amont.

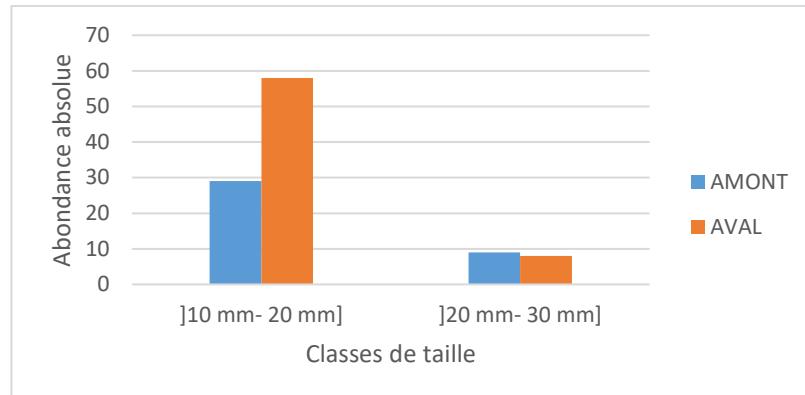


Figure 25 : Répartition des individus de *Micratya poeyi* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.

3.2.3.5 *Sicydium plumieri*

Les proportions des individus *Sicydium plumieri* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,11 ; Figure 26).

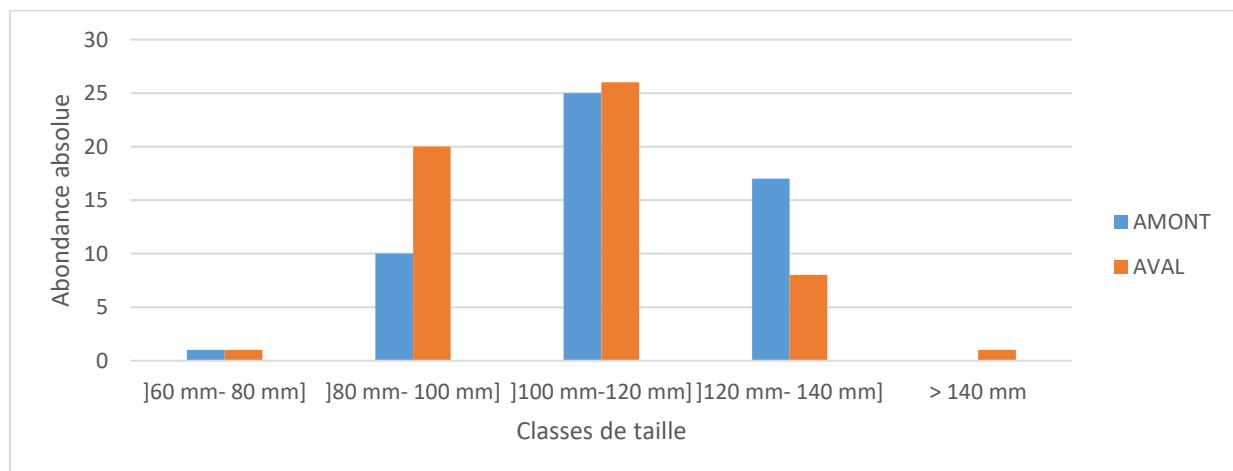


Figure 26 : Répartition des individus de *Sicydium plumieri* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.2.3.6 *Sicydium punctatum*

Les proportions des individus *Sicydium punctatum* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,28 ; Figure 27).

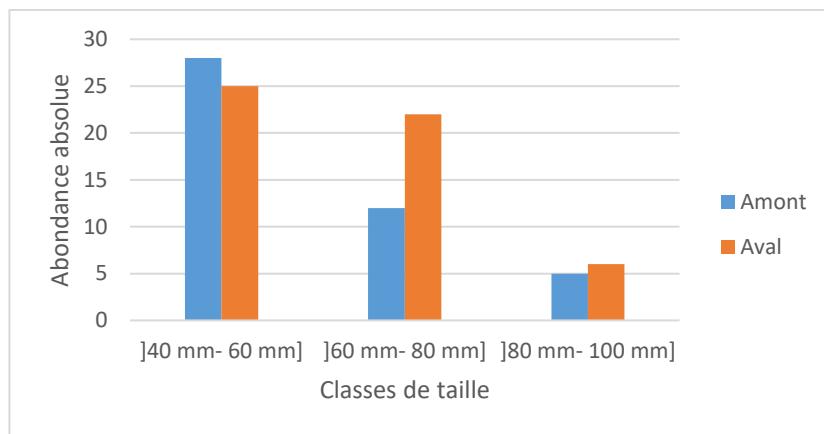


Figure 27 : Répartition des individus de *Sicydium punctatum* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.

3.2.3.7 *Agonostomus monticola*

Les proportions des individus *Agonostomus monticola* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,12 ; Figure 28).

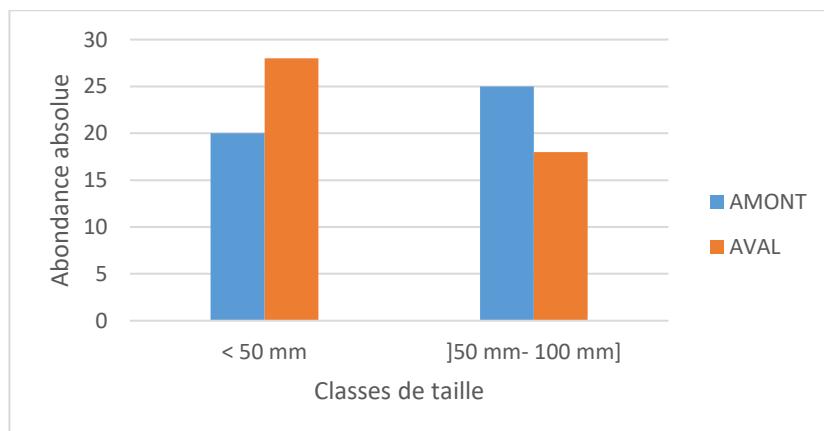


Figure 28 : Répartition des individus d'*Agonostomus monticola* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.2.3.8 *Macrobrachium crenulatum*

Les proportions des *Macrobrachium crenulatum* varient significativement selon la station de prélèvement (Amont ou Aval ; test du Khi-2, Pvalue < 0,01 ; Figure 29). En effet, les individus de très petite taille sont retrouvés uniquement sur la station aval.

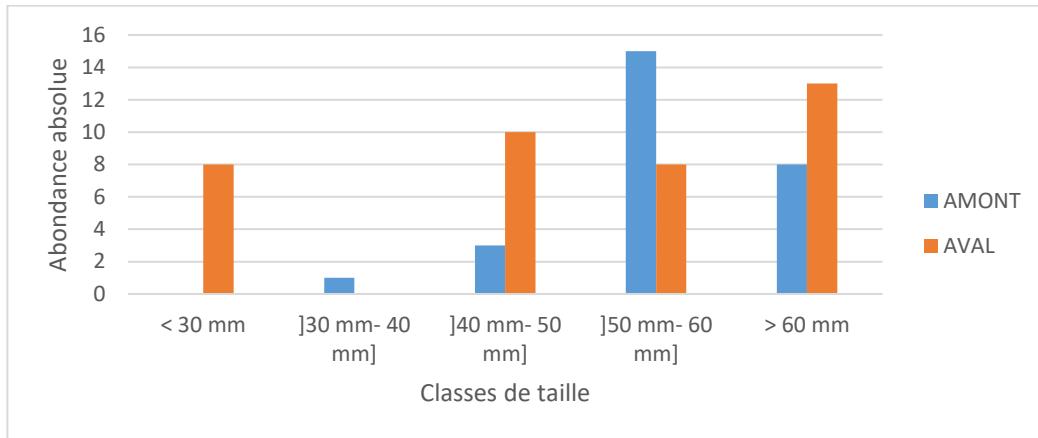


Figure 29 : Répartition des individus de *Macrobrachium crenulatum* en fonction des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche.

3.2.3.9 *Hypostomus sp*

La longueur des *Hypostomus sp* ne varie pas significativement selon la station de prélèvement (Amont ou Aval ; Test de Mann-Whitney ; Pvalue = 0,35 ; Figure 30).

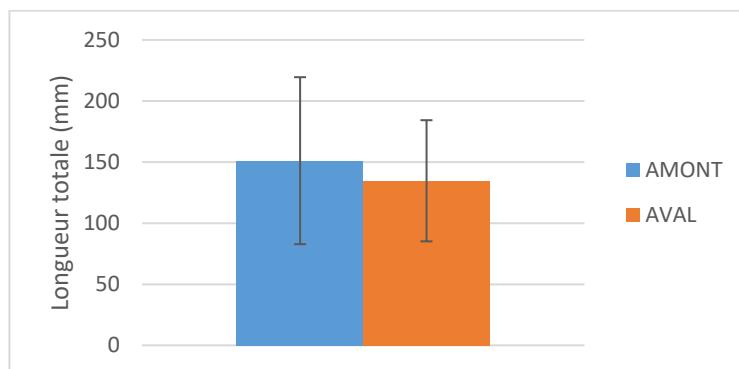


Figure 30 : Longueur totale moyenne des individus de *Hypostomus sp* en fonction des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Charmille sur la Rivière Blanche. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type.

3.2.4 Conclusion

La présence du seuil n'induit pas un changement notable sur la composition du peuplement dulcicole entre l'amont et laval. Par contre la structure diffère du fait d'une baisse de l'abondance de *Xiphocaris elongata* et de *Micratya poeyi* en amont par rapport à laval. La présence des espèces allochtones (*Hypostomus sp*, *Cherax quadricarinatus*) est à noter de part et d'autre de l'ouvrage. L'espèce *Poecilia vivipara* a été trouvée uniquement en aval. La présence de l'ouvrage hydraulique a induit une variation de la proportion des individus dans les classes de tailles pour les espèces *Xiphocaris elongata*, et *Atya scabra*. L'effacement de l'ouvrage apparaît comme effectif.

3.3 Rivièr e Blanche – Amont du Captage (08 mars 2019)

3.3.1 Faciès de la station

La proportion de faciès prospectés est relativement similaire avec une forte dominance de radier (environ les 2/3 pour les deux stations ; Figure 31). Une proportion de plat courant (19%) a été prospectée sur la station Aval et ne se retrouve pas sur la station Amont. Cela ne pose pas réellement de problème sur l'ensemble des comparaisons à venir étant donné que les deux stations montrent des caractères lotiques.

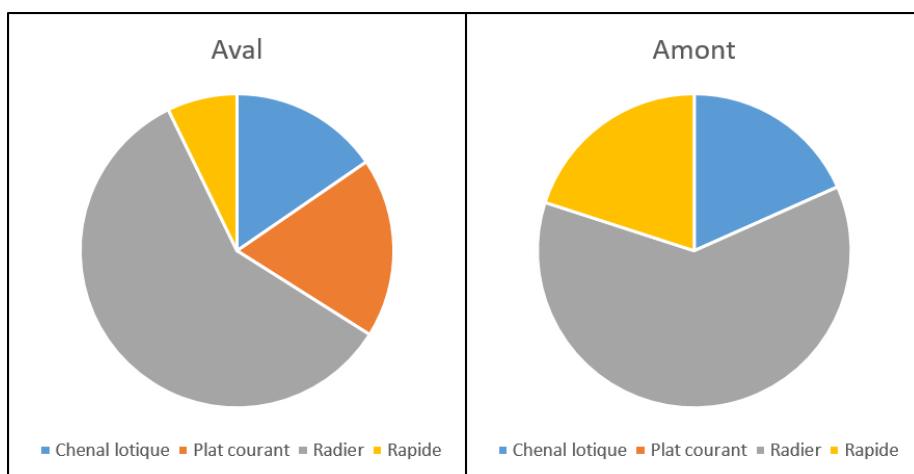


Figure 31 : Proportions de la surface sur cours d'eau prospectées selon les types de faciès sur le site de l'amont du captage de la Rivière Blanche.

3.3.2 Composition et Structure

Les stations Amont et Aval de l'ouvrage hydraulique présentent des richesses spécifiques proches avec 10 et 9 espèces respectivement et un pourcentage de ressemblance moyen sur la richesse spécifique (72%) (Tableau 6 et Figure 32). Les espèces allochtones *Poecilia reticulata* et *Poecilia viviparia* sont présentes uniquement sur la station Amont. L'espèce *Agonostomus monticola* est présente uniquement en aval du seuil.

Les structures des stations Amont et Aval sont différentes comme l'indique l'indice de Piélou (Tableau 6) avec des valeurs de 0,76 et 0,63 respectivement. Cela est dû principalement à la hausse des abondances de *Macrobrachium heterochirus*, de *Xiphocaris elongata*, d'*Atya innocus* et d'*Atya scabra* sur la station Amont. Également la présence d'espèces supplémentaires en amont (*Poecilia reticulata* et *Poecilia viviparia*) induit un changement de la structure du peuplement dulcicole par rapport à celui de l'aval.

Tableau 6 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site de l'amont du captage sur la Rivière Blanche.

Stations	Composition			Structure		
	Richesse spécifique	Nombre d'espèces allochtones	Pourcentage de Similitude (Indice de Jaccard)	H' de Shannon-Wiener	J' de Piélou	Structures différentes ou identiques?
AMONT	10	2	72%	2,54	0,76	Différentes (Pvalue < 0,001)
AVAL	9	0		1,98	0,63	

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

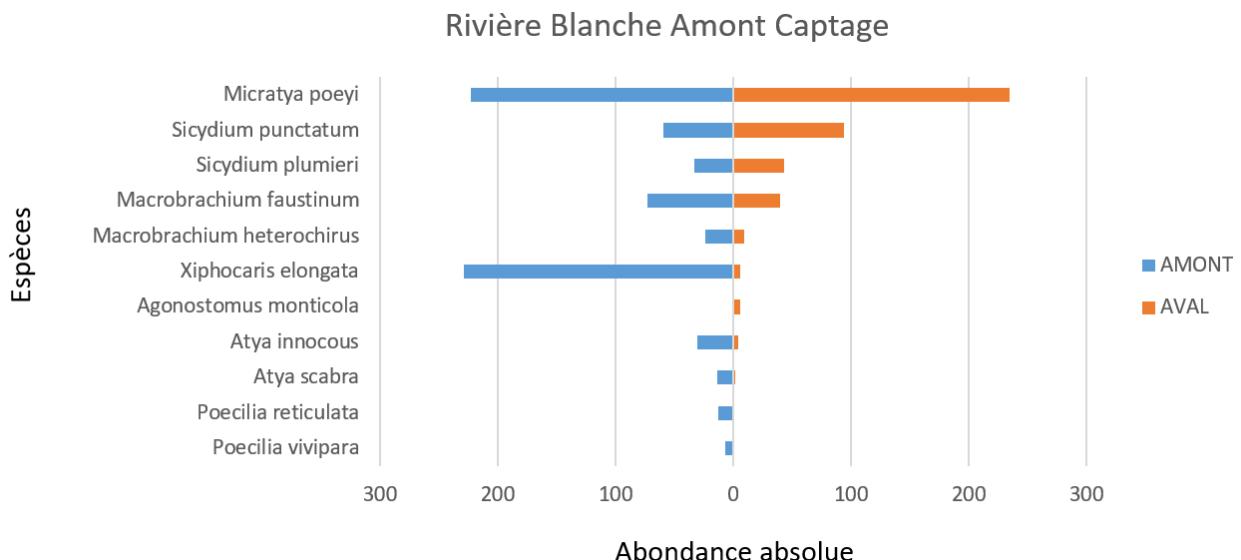


Figure 32 : Abondance absolue en fonction des espèces capturées et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site de l'amont du captage sur la Rivière Blanche.

3.3.3 Distribution des tailles des espèces

3.3.3.1 *Micratya poeyi*

Bien que l'abondance totale de *Micratya poeyi* ne semble pas varier selon la station, les proportions représentées dans les différentes classes de taille sont influencées par la situation de la station par rapport au seuil (test du Khi-2, Pvalue < 0,001 ; Figure 33). En effet la proportion des individus les plus petits (]10 mm – 20 mm]) augmente en Aval et celle des plus grands (]20 mm – 30 mm]) diminue par rapport à l'Amont.

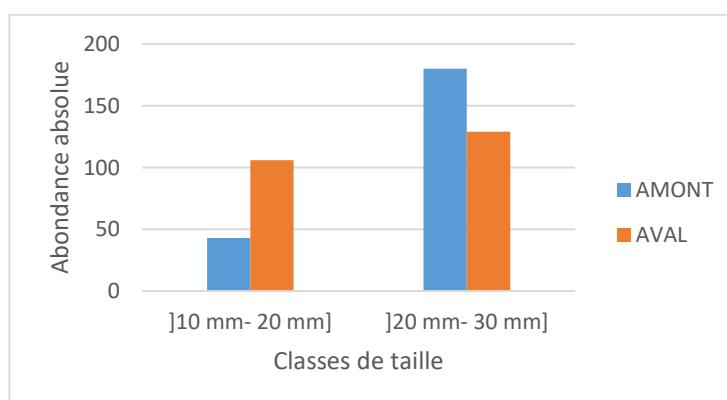


Figure 33 : Répartition des individus de *Micratya poeyi* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du site de l'amont du captage sur la Rivière Blanche.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.3.3.2 *Sicydium punctatum*

Les proportions de *Sicydium punctatum* représentées dans les différentes classes de taille sont influencées par la situation de la station par rapport au seuil (test du Khi-2, Pvalue = 0,02 ; Figure 34). En effet la proportion des individus les plus petits (]40 mm – 60 mm] et]60 mm – 80 mm]) augmente en Aval par rapport à l'Amont.

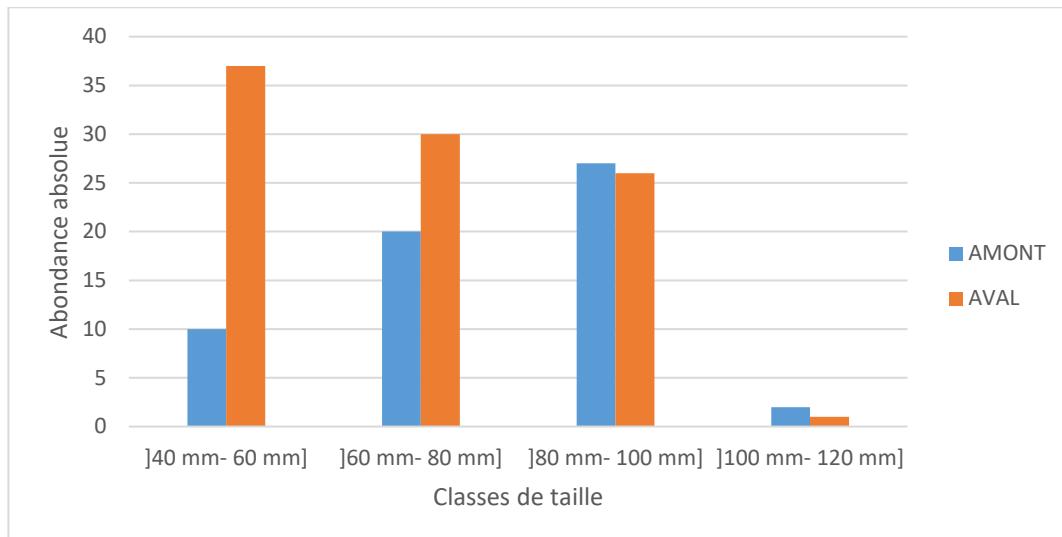


Figure 34 : Répartition des individus de *Sicydium punctatum* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du site de l'amont du captage sur la Rivière Blanche.

3.3.3.3 *Sicydium plumieri*

Les proportions de *Sicydium plumieri* représentées dans les différentes classes de taille sont influencées par la situation de la station par rapport au seuil (test du Khi-2, Pvalue = 0,04 ; Figure 35). En effet la proportion des individus de petits]60 mm – 100 mm] est plus importante à l'Aval, tandis que la proportion des grands individus]120 mm – 180 mm] augmente en Amont.

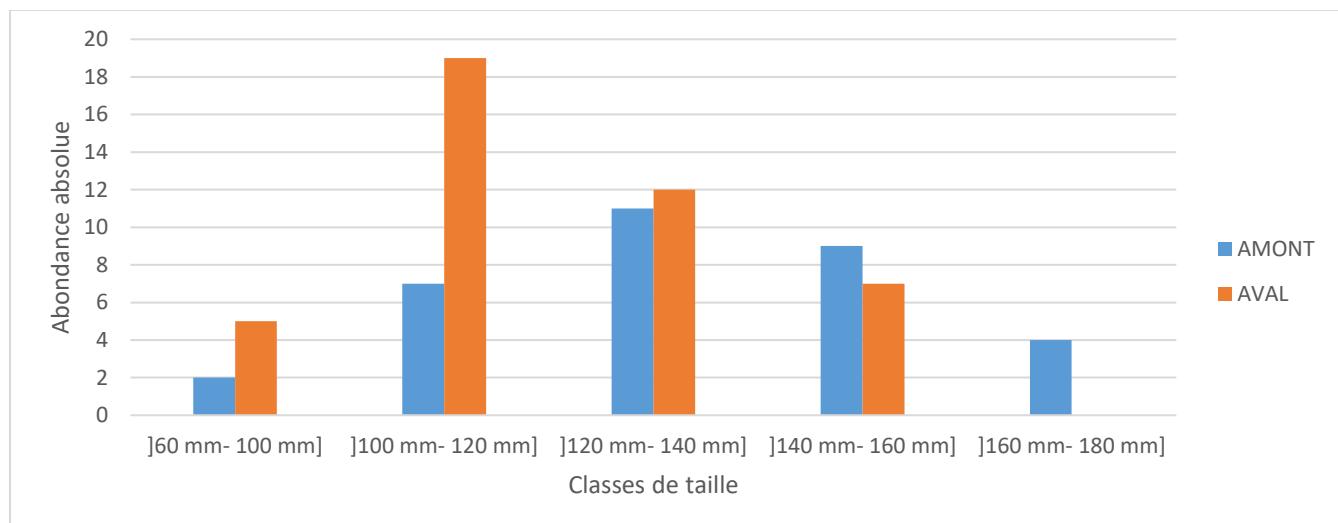


Figure 35 : Répartition des individus de *Sicydium plumieri* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du site de l'amont du captage sur la Rivière Blanche.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.3.3.4 *Macrobrachium faustinum*

Les individus *Macrobrachium faustinum* sont répartis différemment dans les classes de taille en fonction de leur point de prélèvement (Amont ou Aval de l'ouvrage) (test du Khi-2, Pvalue = 0,002 ; Figure 36Figure 35). En effet des individus de plus petite taille se trouvent à l'Aval plutôt qu'à l'Amont de l'ouvrage hydraulique.

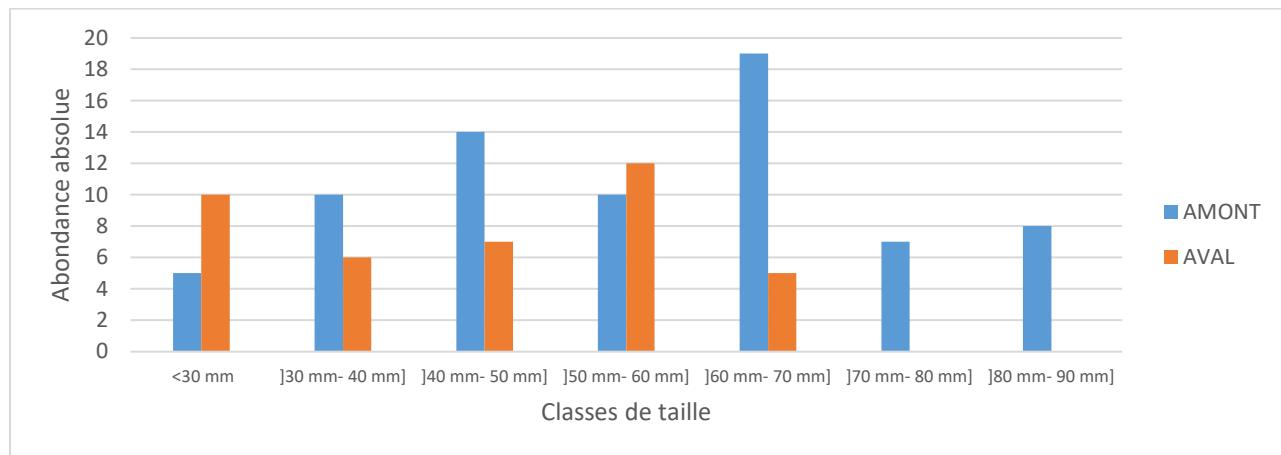


Figure 36 : Répartition des individus de *Macrobrachium faustinum* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du site de l'amont du captage sur la Rivière Blanche.

3.3.3.5 *Macrobrachium heterochirus*

Les individus *Macrobrachium heterochirus* ne sont pas répartis différemment dans les classes de taille en fonction de leur point de prélèvement (Amont ou Aval de l'ouvrage ; test du Khi-2, Pvalue = 0,22 ; Figure 37).

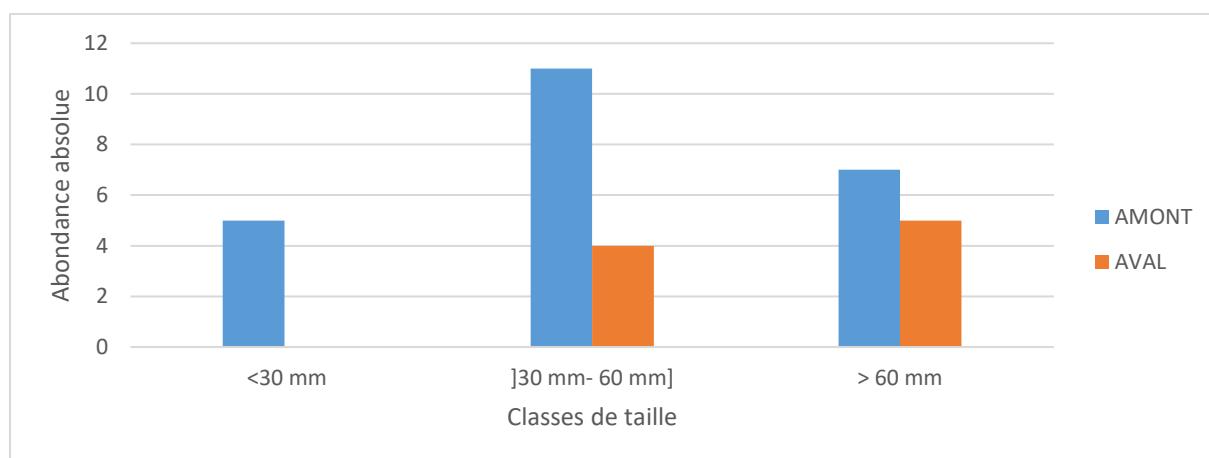


Figure 37 : Répartition des individus de *Macrobrachium heterochirus* en fonction des stations (Amont et Aval) du site de l'amont du captage sur la Rivière Blanche.

3.3.4 Conclusion

La présence du seuil n'a pas induit de changements notables sur la richesse spécifique entre l'amont et laval. Par contre, la structure du peuplement dulcicole de part et d'autre de cet ouvrage s'est vue modifiée. L'espèce *Agonostomus monticola* semble bloquée à l'aval de ce seuil. De plus, les deux espèces introduites de poeciliidés sont trouvées uniquement sur l'amont mais ne présentent pas d'impact sur la faune en place.

De manière générale, les individus les plus petits (indépendamment de l'espèce) semblent les plus freinés dans leur progression vers l'amont par la présence de l'ouvrage hydraulique.

Cet ouvrage représente donc clairement un obstacle à la continuité.

3.4 Rivièr e Blanche – Cœur Boulik i (11 mars 2019)

3.4.1 Faciès de la station

Uniquement des rapides ont été prospectés sur les deux stations du site Cœur Boulik i (Figure 38). Cela permet de ne pas introduire de biais pour la suite des analyses.

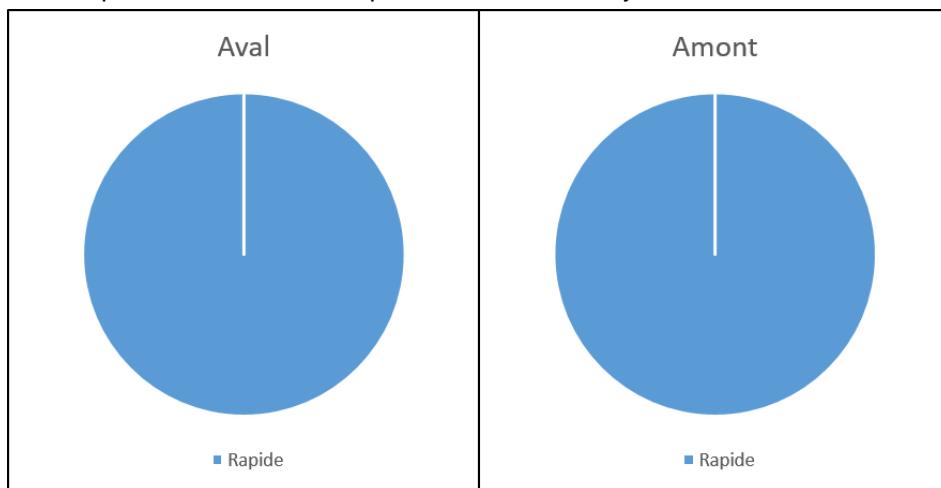


Figure 38 : Proportions de la surface sur cours d'eau prospectées selon les types de faciès sur le site Cœur Boulik i de la rivière Blanche.

3.4.2 Composition et Structure

Les stations Amont et Aval de l'ouvrage hydraulique présentent des richesses spécifiques équivalentes avec 10 et 9 espèces respectivement et un fort pourcentage de ressemblance sur la richesse spécifique (90%) (Tableau 7 et Figure 39). L'espèce allochtone *Poecilia reticulata* est présente uniquement sur la station Aval. L'espèce *Macrobrachium crenulatum* est présente uniquement sur la station Amont.

Les structures des stations Amont et Aval sont différentes comme l'indique l'indice de Piélou (Tableau 7) avec des valeurs de 0,66 et 0,63 respectivement. Cela est dû principalement à une forte proportion de *Micratya poeyi* et de *Sicydium punctatum* dans la station aval par rapport à l'amont.

Tableau 7 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site Cœur Boulik i sur la Rivière Blanche.

Stations	Composition			Structure		
	Richesse spécifique	Nombre d'espèces allochtones	Pourcentage de Similitude (Indice de Jaccard)	H' de Shannon-Wiener	J' de Piélou	Structures différentes ou identiques?
AMONT	10	1	90%	2,18	0,66	Différentes (Pvalue = 0,007)
AVAL	9	1		1,99	0,63	

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

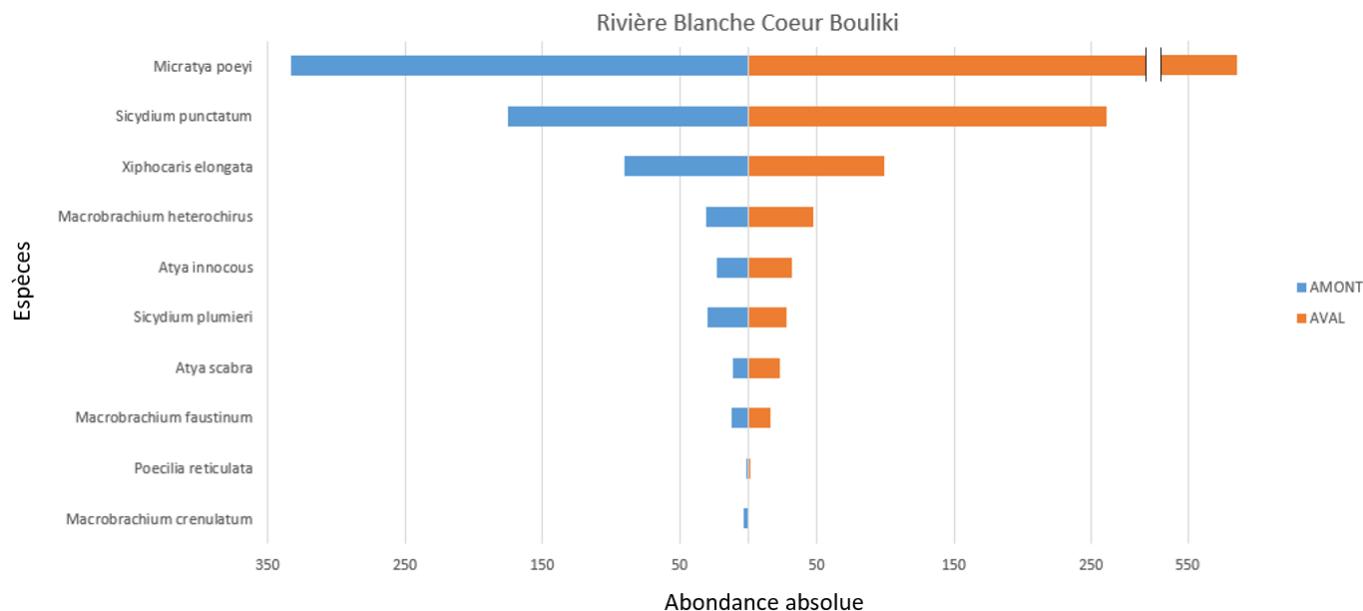


Figure 39 : Abondance absolue en fonction des espèces capturées et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site Cœur Boulik sur la Rivière Blanche.

3.4.3 Distribution des tailles des espèces

3.4.3.1 *Micratya poeyi*

Les proportions des individus *Micratya poeyi* représentées dans les différentes classes de taille sont influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue < 0,001 ; Figure 40). En effet, en Amont, la proportion des individus de petite taille ($]10 \text{ mm} - 20 \text{ mm}]$) est plus forte qu'en Aval.

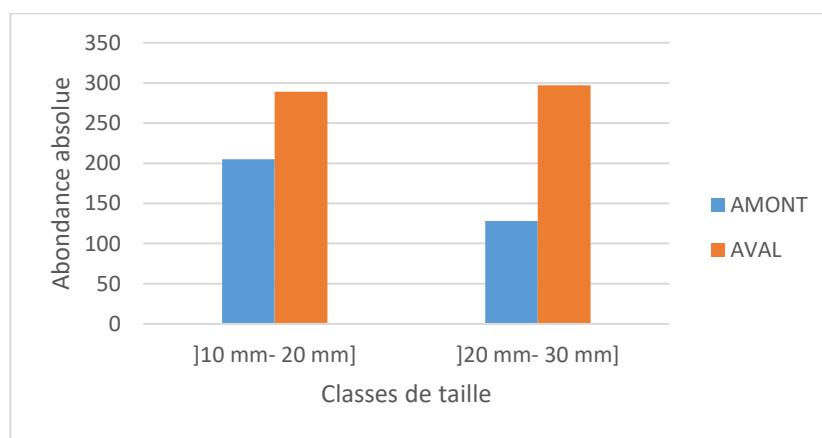


Figure 40 : Répartition des individus de *Micratya poeyi* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Boulik sur la Rivière Blanche.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.4.3.2 *Sicydium punctatum*

Les proportions des individus *Sicydium punctatum* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,23 ; Figure 41).

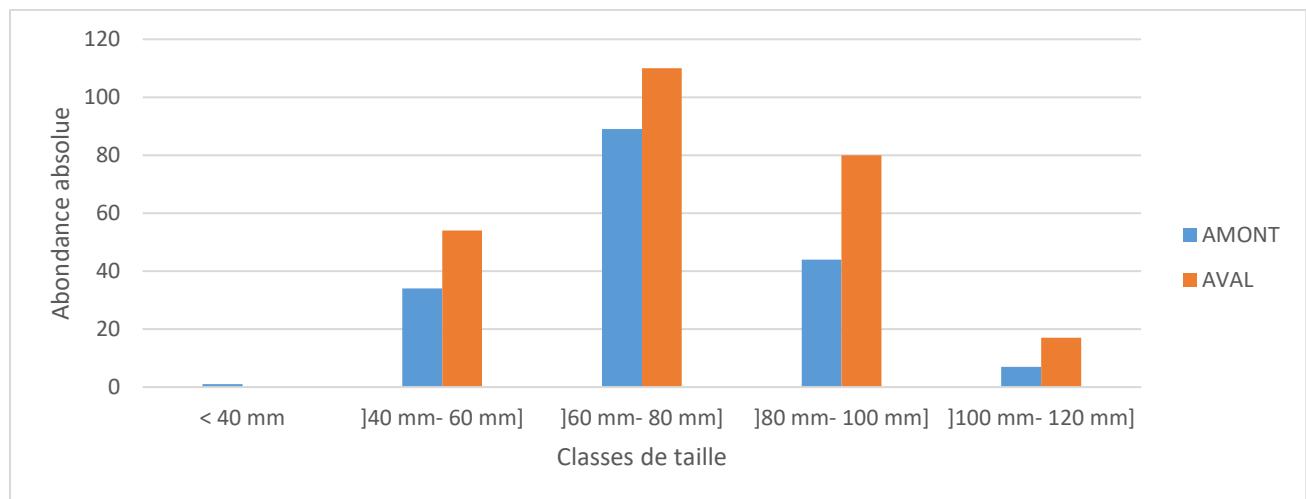


Figure 41 : Répartition des individus de *Sicydium punctatum* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Boulik sur la Rivière Blanche.

3.4.3.3 *Xiphocaris elongata*

Les proportions des individus *Xiphocaris elongata* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,46 ; Figure 42).

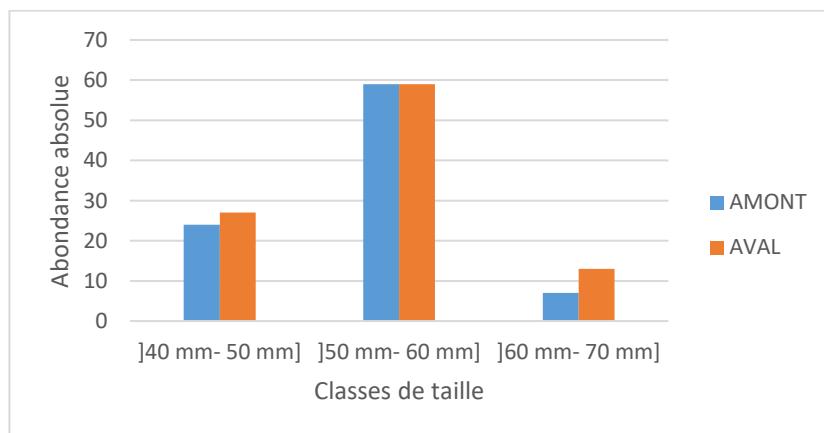


Figure 42 : Répartition des individus de *Xiphocaris elongata* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Boulik sur la Rivière Blanche.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.4.3.4 *Macrobrachium heterochirus*

Les proportions des individus *Macrobrachium heterochirus* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,21 ; Figure 43).

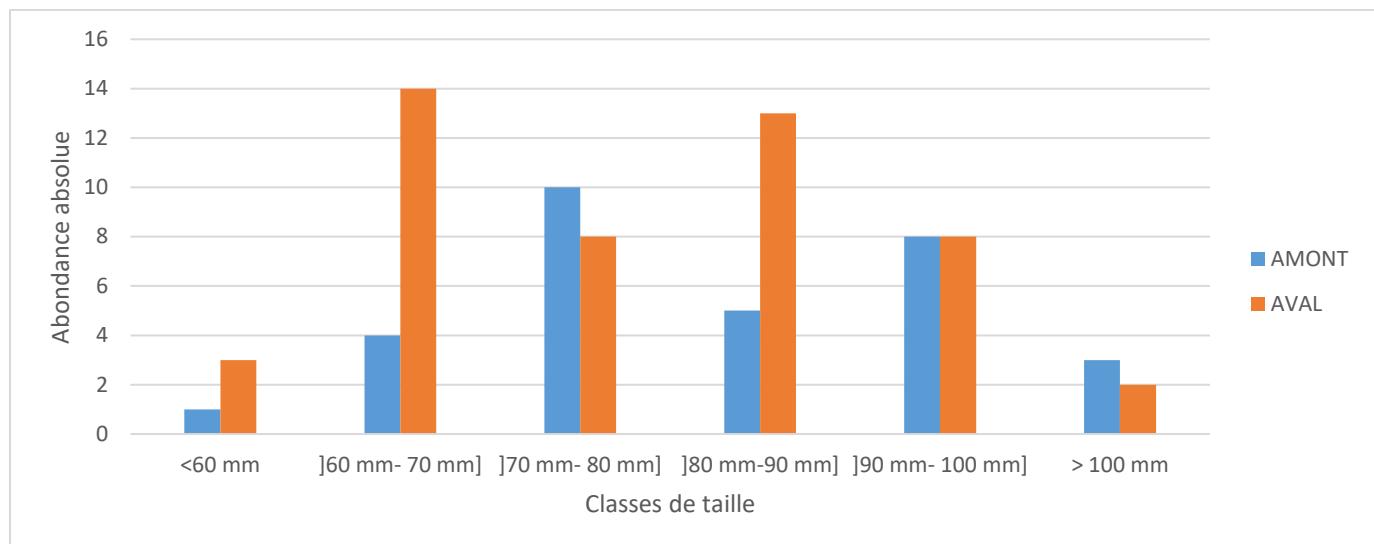


Figure 43 : Répartition des individus de *Macrobrachium heterochirus* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Boulik sur la Rivière Blanche.

3.4.3.5 *Atya innocous*

Les proportions des individus *Atya innocous* ne varient pas significativement selon la station de prélèvement (Amont ou Aval ; test du Khi-2, Pvalue = 0,71 ; Figure 44).

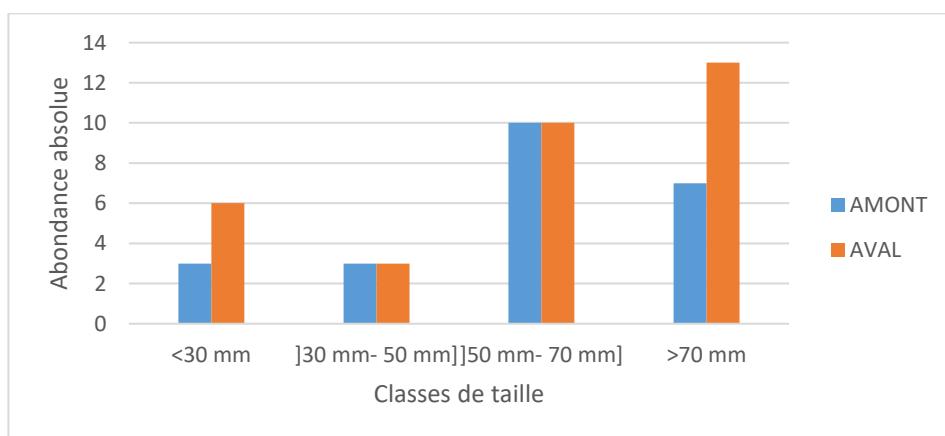


Figure 44 : Longueur totale moyenne des individus d'*Atya innocous* en fonction des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Boulik sur la Rivière Blanche. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.4.3.6 *Sicydium plumieri*

Les proportions des individus *Sicydium plumieri* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,15 ; Figure 45).

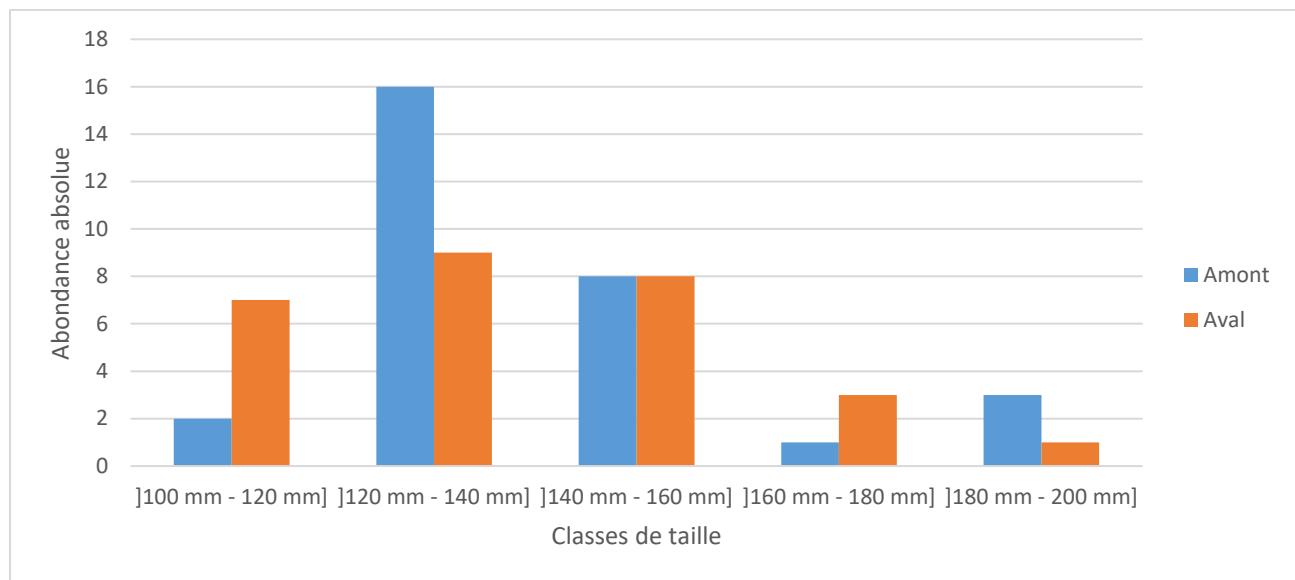


Figure 45 : Répartition des individus de *Sicydium plumieri* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Boulik sur la Rivière Blanche.

3.4.3.7 *Atya scabra*

Les proportions des individus *Atya scabra* ne varient pas significativement selon la station de prélèvement (Amont ou Aval ; Test du Khi-2 ; Pvalue = 0,39 ; Figure 46).

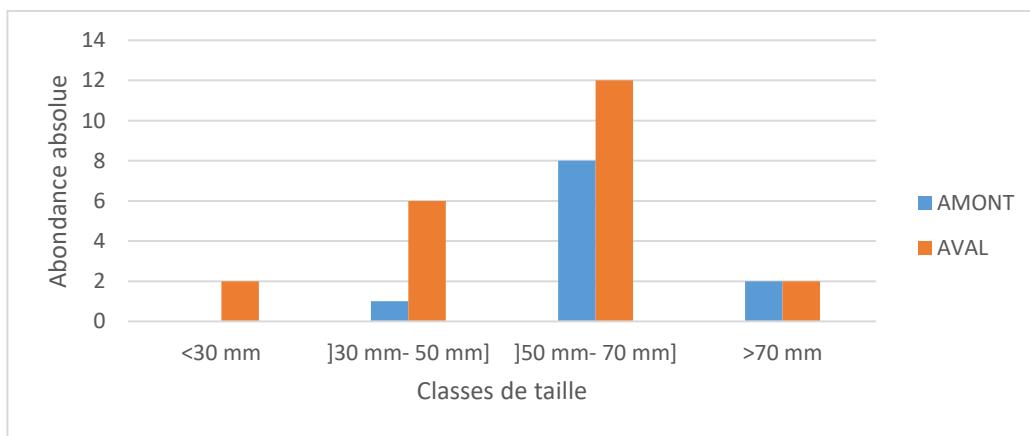


Figure 46 : Longueur totale moyenne des individus d'*Atya scabra* en fonction des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Boulik sur la Rivière Blanche. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type.

3.4.3.8 *Macrobrachium faustinum*

La longueur des *Macrobrachium faustinum* ne varie pas significativement selon la station de prélèvement (Amont ou Aval ; Test de Mann-Whitney ; Pvalue = 0,92 ; Figure 47).

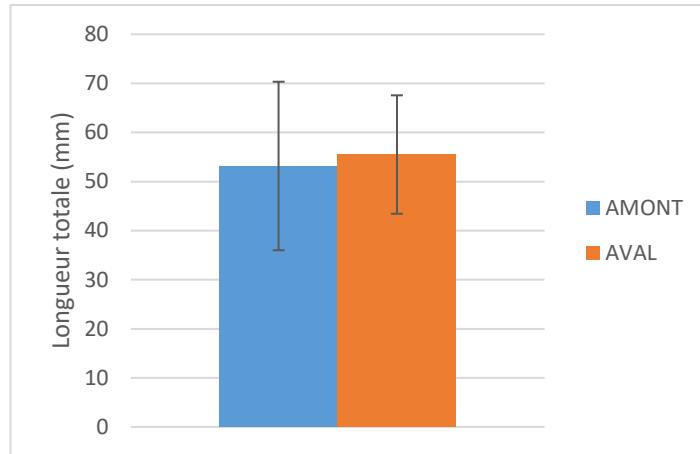


Figure 47 : Longueur totale moyenne des individus de *Macrobrachium faustinum* en fonction des stations (Amont et Aval) du seuil au niveau du site Cœur Bouliki sur la Rivière Blanche. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type.

3.4.4 Conclusion

La présence du seuil n'induit pas un changement notable sur la composition du peuplement dulcicole entre l'amont et laval. Par contre la structure du peuplement est différente de part et d'autre de l'ouvrage notamment du fait d'une baisse de l'abondance de *Micratya poeyi* en amont. Seules les proportions des individus dans les classes de taille de *Micratya poeyi* varient entre l'Amont et l'Aval.

3.5 Rivièr e Lézarde – Exploitation Petit Morne (07 mars 2019)

3.5.1 Faciès de la station

Des imprévus n'ont pas permis de noter les informations des faciès du cours d'eau du 07 mars. Un faciès de type plat lenticule a été prospecté majoritairement dans les stations situées de part et d'autre de l'ouvrage.

3.5.2 Composition et Structure

Les stations Amont et Aval de l'ouvrage hydraulique présentent des richesses spécifiques équivalentes avec 8 et 7 espèces respectivement et un fort pourcentage de ressemblance sur la richesse spécifique (67%) (Tableau 8 et Figure 48). L'espèce *Gobiesox nudus* (autochtone) et *Poecilia vivipara* (allochtone) sont présentes uniquement sur la station Amont.

Les structures des stations Amont et Aval sont déséquilibrées comme l'indique l'indice de Piélou (Tableau 8) avec des valeurs de 0,44 et 0,38 respectivement. Cela est dû à une forte dominance en termes d'abondance de *Machrobrachium faustinum*. Ces structures diffèrent significativement entre l'Amont et l'Aval du seuil, car la proportion de *Xiphocaris elongata* par rapport à celle de *Machrobrachium faustinum* augmente à l'amont. Celle des *Machrobrachium faustinum* semble également être diminuée à l'amont du fait du seuil.

Tableau 8 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site de l'exploitation du Petit Morne sur la Rivière Lézarde.

Stations	Composition			Structure		
	Richesse spécifique	Nombre d'espèces allochtones	Pourcentage de Similitude (Indice de Jaccard)	H' de Shannon-Wiener	J' de Piélou	Structures identiques ou différentes?
AMONT	8	2	67%	1,31	0,44	Différentes (Pvalue = 0,001)
AVAL	7	0		1,06	0,38	

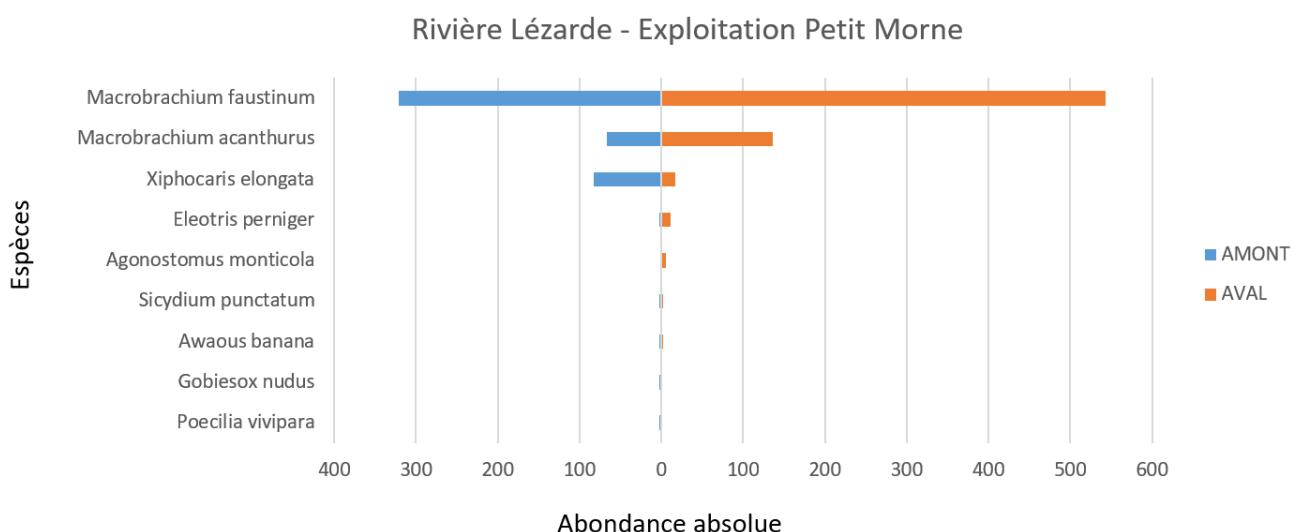


Figure 48 : Abondance absolue en fonction des espèces capturées et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site de l'exploitation du Petit Morne sur la Rivière Lézarde.

3.5.3 Distribution des tailles des espèces

3.5.3.1 *Macrobrachium acanthurus*

Bien que l'abondance des individus soit supérieure au niveau de la station Aval par rapport à l'Amont (Figure 49), la proportion des individus au sein des classes de taille est indépendante de la station (test du Khi-2, Pvalue = 0,88). C'est-à-dire que les proportions des individus ne sont pas influencées par l'ouvrage.

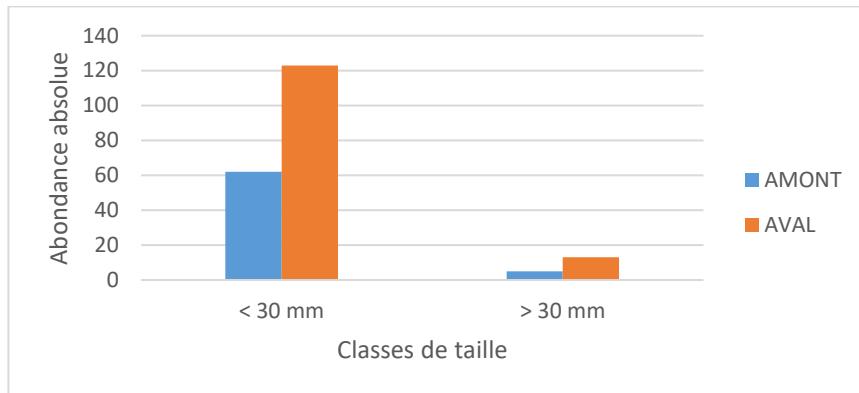


Figure 49 : Répartition des individus de *Macrobrachium acanthurus* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du site de l'exploitation du Petit Morne sur la Rivière Lézarde.

3.5.3.2 *Macrobrachium faustinum*

Bien que l'abondance des individus soit supérieure au niveau de la station Aval par rapport à l'Amont (Figure 50), la proportion des individus au sein des classes de taille est indépendante de la station (test du Khi-2, Pvalue = 0,88). C'est-à-dire que les proportions des individus ne sont pas influencées par l'ouvrage.

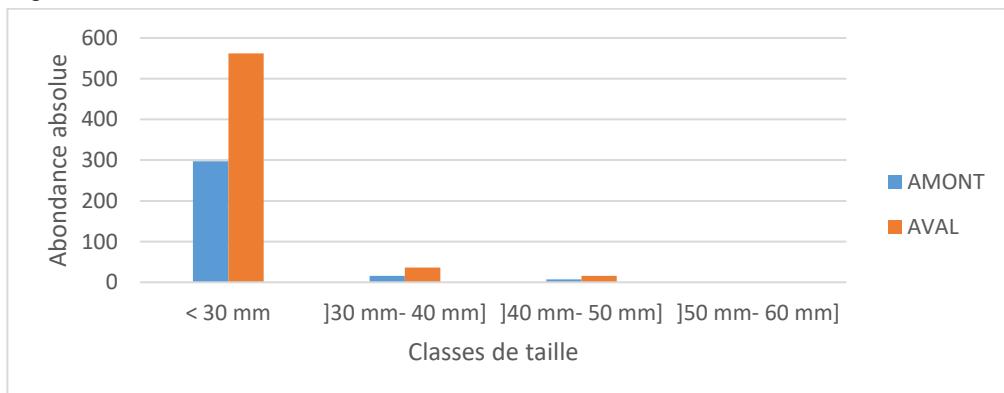


Figure 50 : Répartition des individus de *Macrobrachium faustinum* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) du site de l'exploitation du Petit Morne sur la Rivière Lézarde.

3.5.4 Conclusion

Le seuil ne semble pas avoir d'impact sur la richesse spécifique du cours d'eau. Par contre, il semble freiner la progression des individus vers l'amont du fait d'une abondance plus faible qu'en aval. Il faut cependant relativiser ce constat au regard des faciès très lenticques et parfois profonds pêchés sur la station. En effet, ceux-ci limitent la capacité de capture et donc l'image du peuplement en place. Cette particularité a également contraint l'équipe à réaliser uniquement 29 points de pêche.

Note importante : Des points complémentaires de pêche ont été effectués au sein du seuil (enrochements). Ils ont révélé la présence d'une espèce allochtone, *Hypostomus sp.* Il s'agissait d'individus de taille importante (de 18 à 26 cm).

3.6 Rivière Lézarde – Gué de la Désirade (13 mars 2019)

3.6.1 Faciès de la station

Le système lotique est omniprésent dans la station Aval (Figure 51). Par contre seulement 61% de radier représente la station Amont. La différence de faciès peut engendrer une légère différence dans les résultats par la suite.

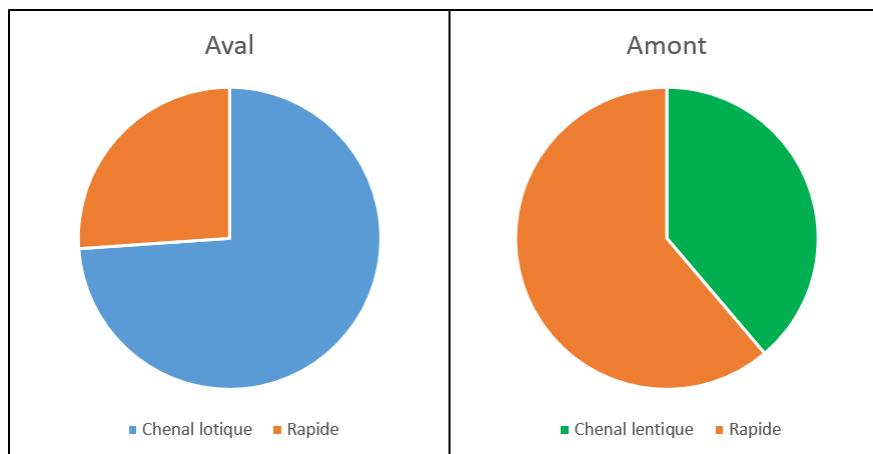


Figure 51 : Proportions de la surface sur cours d'eau prospectées selon les types de faciès sur le site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde.

3.6.2 Composition et Structure

Les stations Amont et Aval de l'ouvrage hydraulique présentent des richesses spécifiques équivalentes avec 15 et 14 espèces respectivement et un fort pourcentage de ressemblance sur la richesse spécifique (81%) (Tableau 9 et Figure 52). Les espèces allochtones *Poecilia viviparia* et *Xyphophorus helleri* sont présentes uniquement sur la station Amont. L'espèce allochtone *Oreocrhomis mossambicus* est présente uniquement sur la station Aval. Les espèces allochtones *Hypostomus sp*, *Cherax quadricarinatus* et *Poecilia reticulata* sont présentes sur l'ensemble des deux stations.

Les structures des stations Amont et Aval sont différentes comme l'indique l'indice de Piélou (Tableau 9) avec des valeurs de 0,65 et 0,70 respectivement. Cela est dû à une augmentation de l'abondance de *Micratya poeyi* et d'une baisse d'abondance de *Macrobrachium crenulatum*, d'*Agonostomus monticola* et d'*Hypostomus sp* en amont par rapport à l'aval.

Tableau 9 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde

Stations	Composition			Structure		
	Richesse spécifique	Nombre d'espèces allochtones	Pourcentage de Similitude (Indice de Jaccard)	H' de Shannon-Wiener	J' de Piélou	Structures différentes ou identiques?
AMONT	15	5	81%	2,54	0,65	Différentes (Pvalue = 0,02)
aval	14	4		2,65	0,70	

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

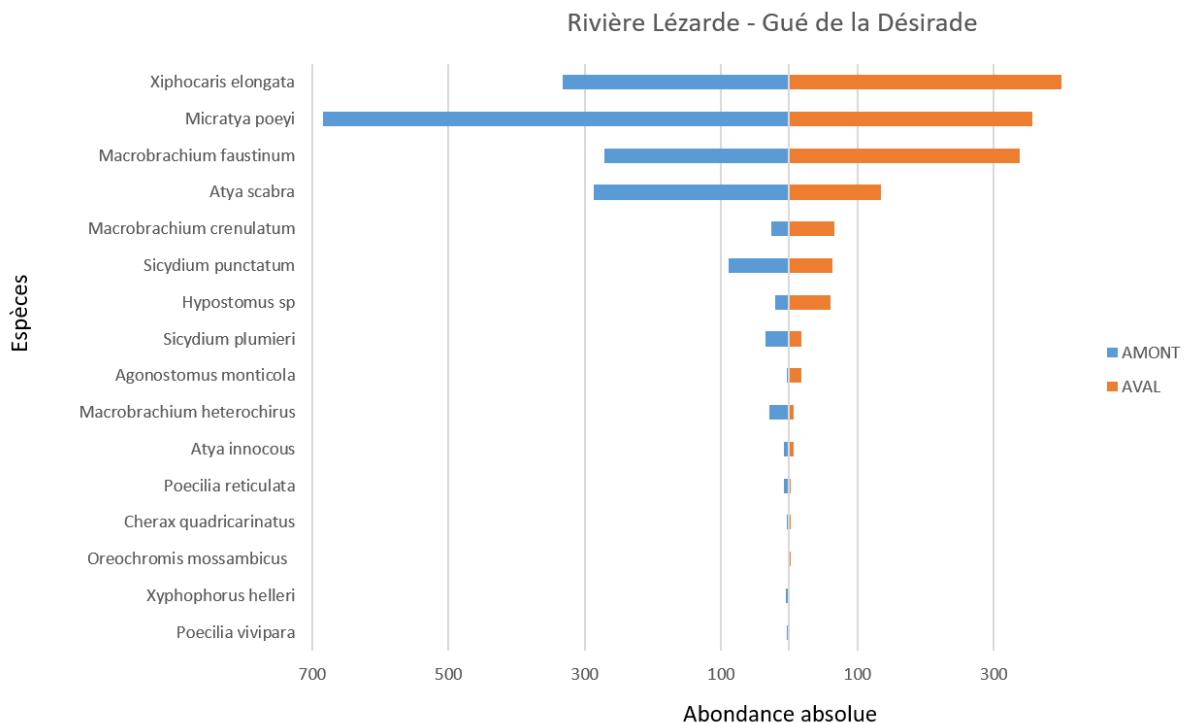


Figure 52 : Abondance absolue en fonction des espèces capturées et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde.

3.6.3 Distribution des tailles des espèces

3.6.3.1 *Xiphocaris elongata*

Les proportions des individus *Xiphocaris elongata* représentées dans les différentes classes de taille sont influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue < 0,001 ; Figure 53). En effet, en Aval, la proportion des individus de grande taille ($]50 \text{ mm} - 60 \text{ mm}$ et $]60 \text{ mm} - 70 \text{ mm}$) est plus forte qu'en Amont.

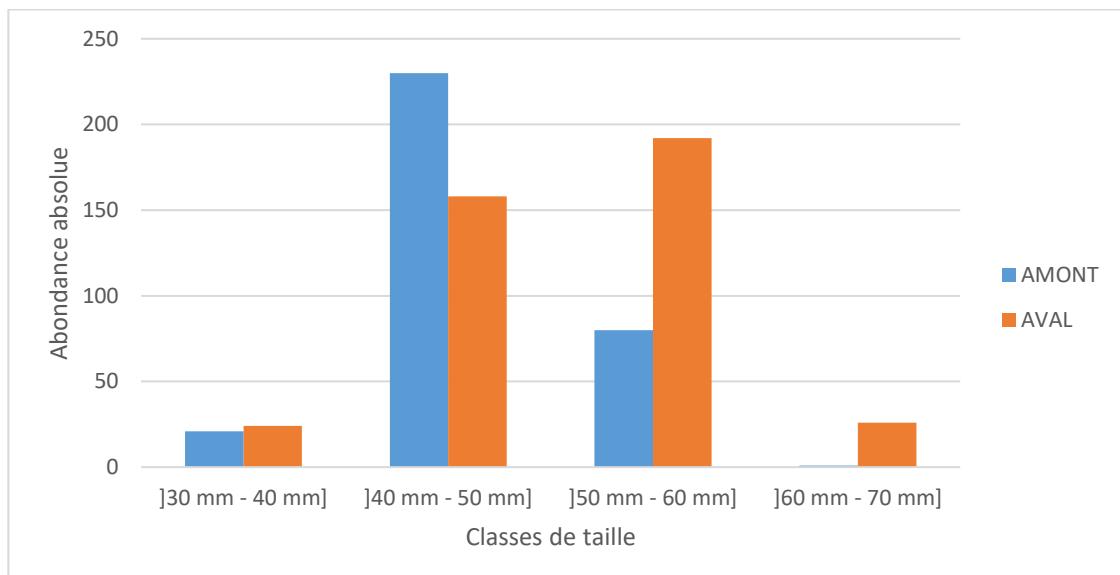


Figure 53 : Répartition des individus de *Xiphocaris elongata* en fonction des classes de taille et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.6.3.2 *Micratya poeyi*

Les proportions des individus *Xiphocaris elongata* représentées dans les différentes classes de taille sont influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue < 0,001 ; Figure 54). En effet, en Amont, la proportion des individus de petite taille (]10 mm – 20 mm]) est plus forte qu'en Aval.

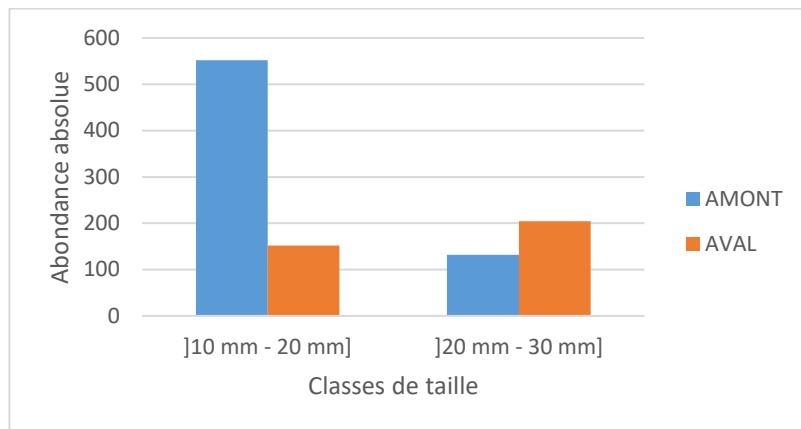


Figure 54 : Répartition des individus de *Micratya poeyi* en fonction des classes de taille et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde.

3.6.3.3 *Macrobrachium faustinum*

Les proportions des individus *Macrobrachium faustinum* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,60 ; Figure 55).

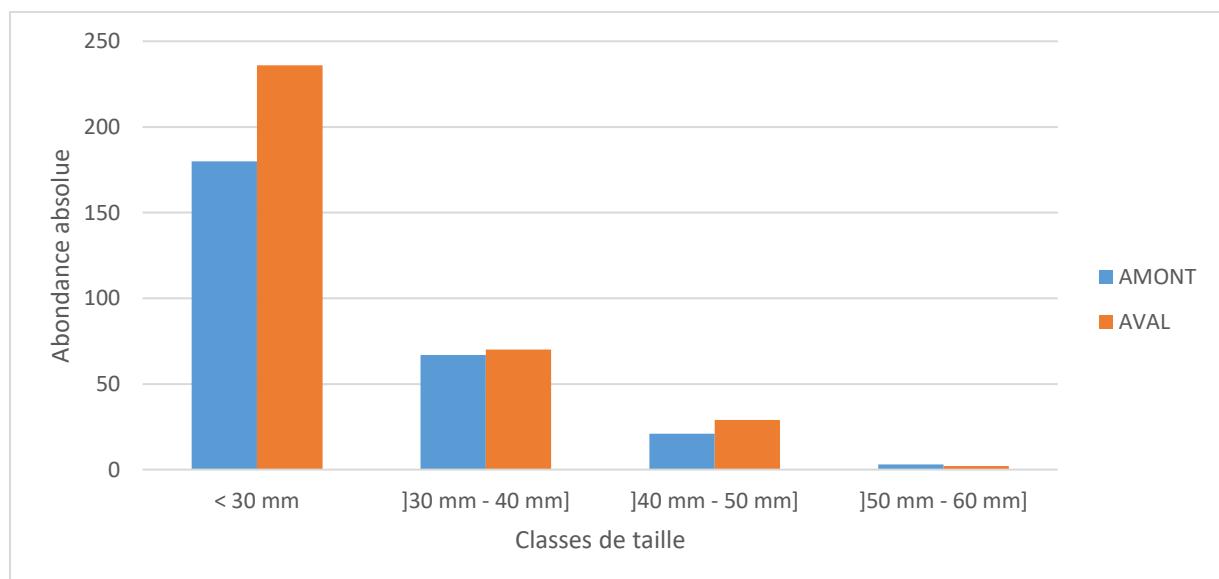


Figure 55 : Répartition des individus de *Macrobrachium faustinum* en fonction des classes de taille et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.6.3.4 *Atya scabra*

Les proportions des individus *Atya scabra* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,30 ; Figure 56) bien que les plus gros individus soient trouvés à l'amont.

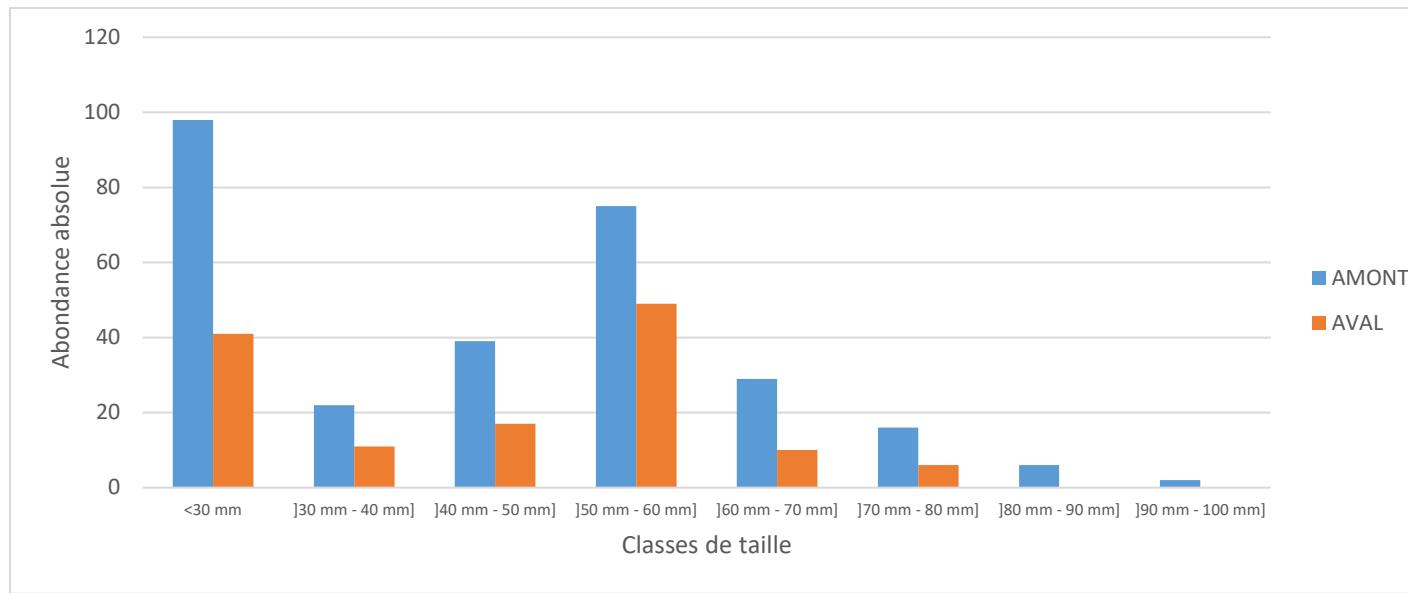


Figure 56 : Répartition des individus d'*Atya scabra* en fonction des classes de taille et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde.

3.6.3.5 *Sicydium punctatum*

Les proportions des individus *Sicydium punctatum* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,34 ; Figure 57).

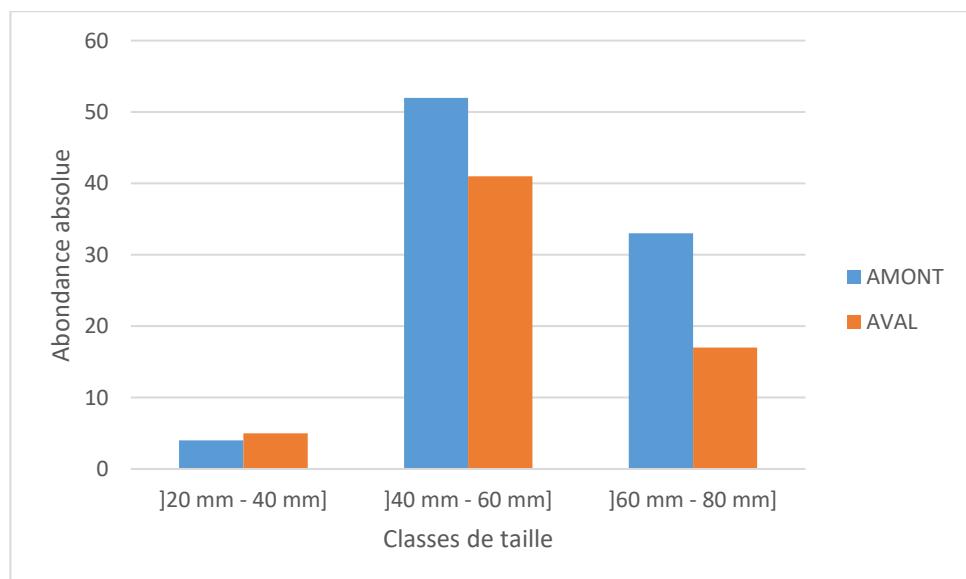


Figure 57 : Répartition des individus de *Sicydium punctatum* en fonction des classes de taille et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.6.3.6 *Sicydium plumieri*

Les proportions des individus *Sicydium plumieri* représentées dans les différentes classes de taille sont influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue < 0,001 ; Figure 58).

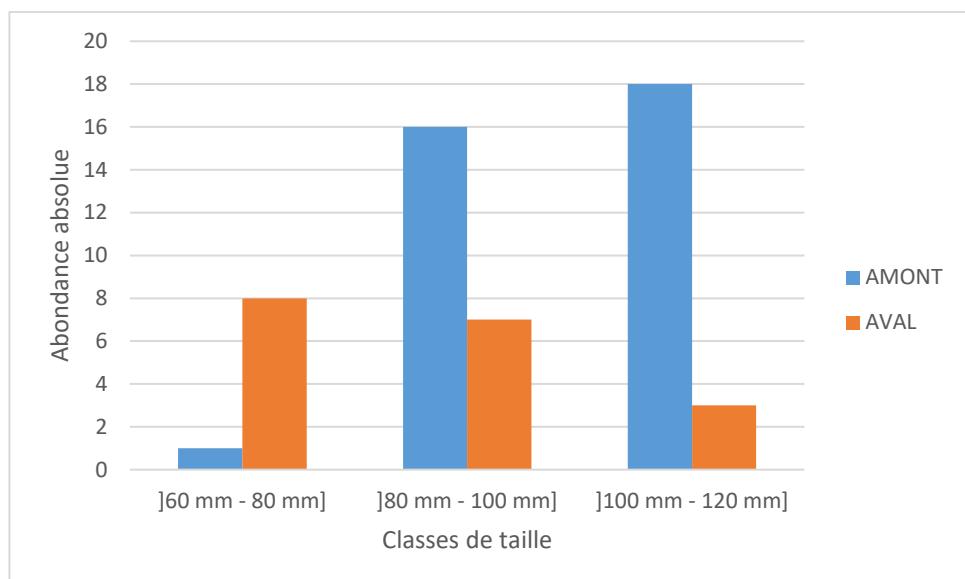


Figure 58 : Répartition des individus de *Sicydium plumieri* en fonction des classes de taille et des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde.

3.6.3.7 *Macrobrachium crenulatum*

Les proportions des individus *Macrobrachium crenulatum* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,39 ; Figure 59). Cependant, il faut noter qu'il y a plus du double du nombre de petits individus (< 30 mm) en aval par rapport à l'amont.

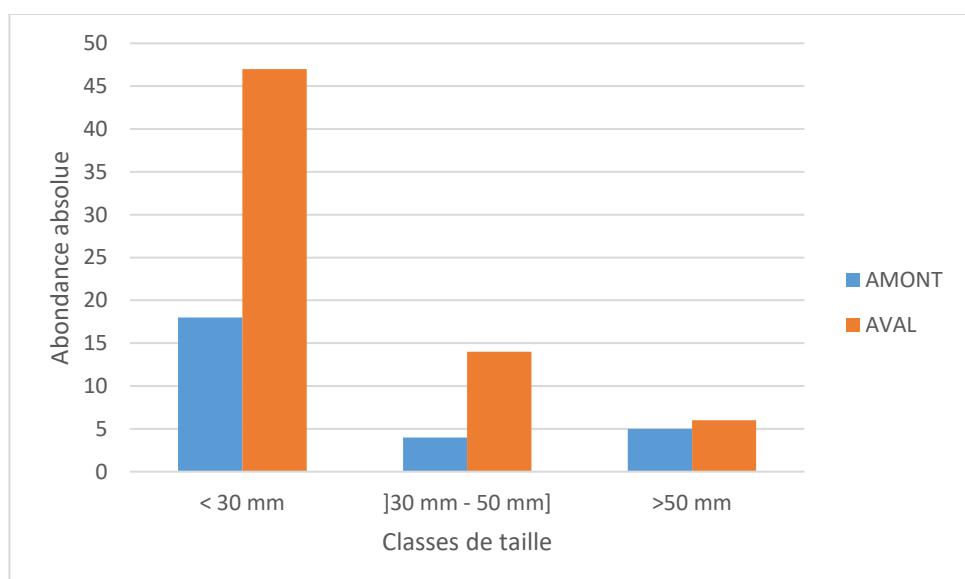


Figure 59 : Longueur totale moyenne des individus de *Macrobrachium crenulatum* en fonction des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type.

3.6.3.8 *Hypostomus sp*

La longueur totale des *Hypostomus sp* varie significativement selon la station de prélèvement (Amont ou Aval ; Test de Mann-Whitney ; Pvalue = 0,002 ; Figure 60). Les individus en ont une taille moyenne de 157,1 mm et de 128,6 mm en Amont et en Aval respectivement.

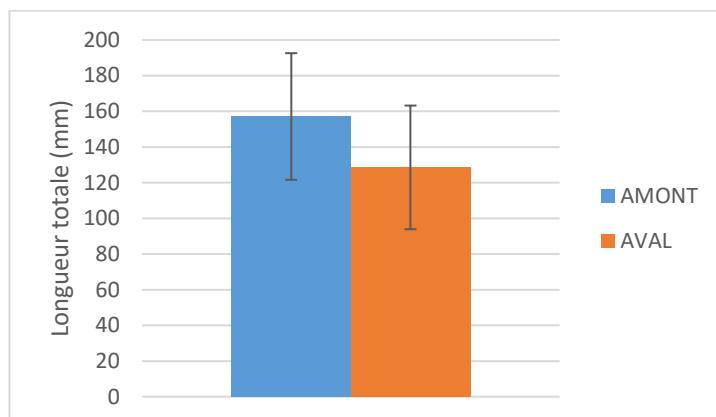


Figure 60 : Longueur totale moyenne des individus de *Hypostomus sp* en fonction des stations Amont et Aval du seuil au niveau du site du Gué de la Désirade sur la Rivière Lézarde. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type.

3.6.4 Conclusion

La présence du seuil n'induit pas un changement notable sur la composition du peuplement dulcicole entre l'amont et laval. Cependant la structure est influencée par l'ouvrage. Cela est observé par une forte diminution de l'abondance de certaines espèces en amont par rapport à laval : *Macrobrachium crenulatum*, *Agonostomus monticola* et *Hypostomus sp* (allochtone). Les tailles de *Xiphocaris elongata*, *Micratya poeyi*, et de *Hypostomus sp* varient également entre l'Amont et l'Aval.

3.7 Rivière Lézarde - Roche (09 mars 2019)

3.7.1 Faciès de la station

La proportion de faciès prospectés à dominance lotique (radier et plat courant) est relativement similaire entre les deux stations (85% et 78% pour l'aval et l'amont respectivement ; Figure 61). La proportion de chenal lotique prospecté est également similaire entre les deux stations.

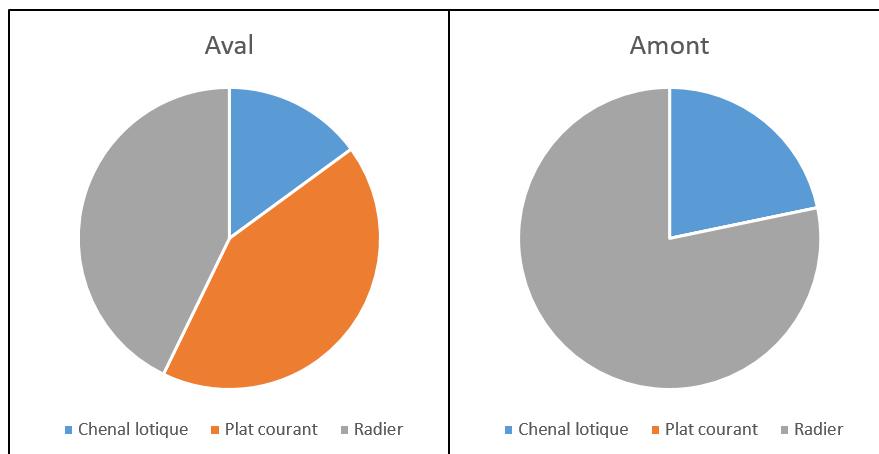


Figure 61 : Proportions de la surface sur cours d'eau prospectées selon les types de faciès sur le site Roche de la rivière Lézarde.

3.7.2 Composition et Structure

Les stations Amont et Aval de l'ouvrage hydraulique présentent des richesses spécifiques équivalentes avec 12 et 12 espèces respectivement et un fort pourcentage de ressemblance sur la richesse spécifique (85%) (Tableau 10 et Figure 62). L'espèce allochtone *Hypostomus sp* est présente uniquement sur la station Aval. L'espèce allochtone *Cherax quadricarinatus* est présente uniquement sur la station Aval. L'espèce allochtone *Poecilia vivipara* est présente sur les stations Amont et Aval de l'ouvrage hydraulique.

Les structures des stations Amont et Aval sont différentes comme l'indique l'indice de Piélou (Tableau 10) avec des valeurs de 0,66 et 0,60 respectivement. Cela est dû à une proportion différente d'*Atya innocous*, d'*Atya scabra* et de *Sicydium punctatum*.

Tableau 10 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval du seuil sur le site Roche de la Rivière Lézarde.

Stations	Composition			Structure		
	Richesse spécifique	Nombre d'espèces allochtones	Pourcentage de Similitude (Indice de Jaccard)	H' de Shannon-Wiener	J' de Piélou	Structures différentes ou identiques?
AMONT	12	2	85%	2,37	0,66	Différentes (Pvalue < 0,01)
AVAL	12	3		2,17	0,60	

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

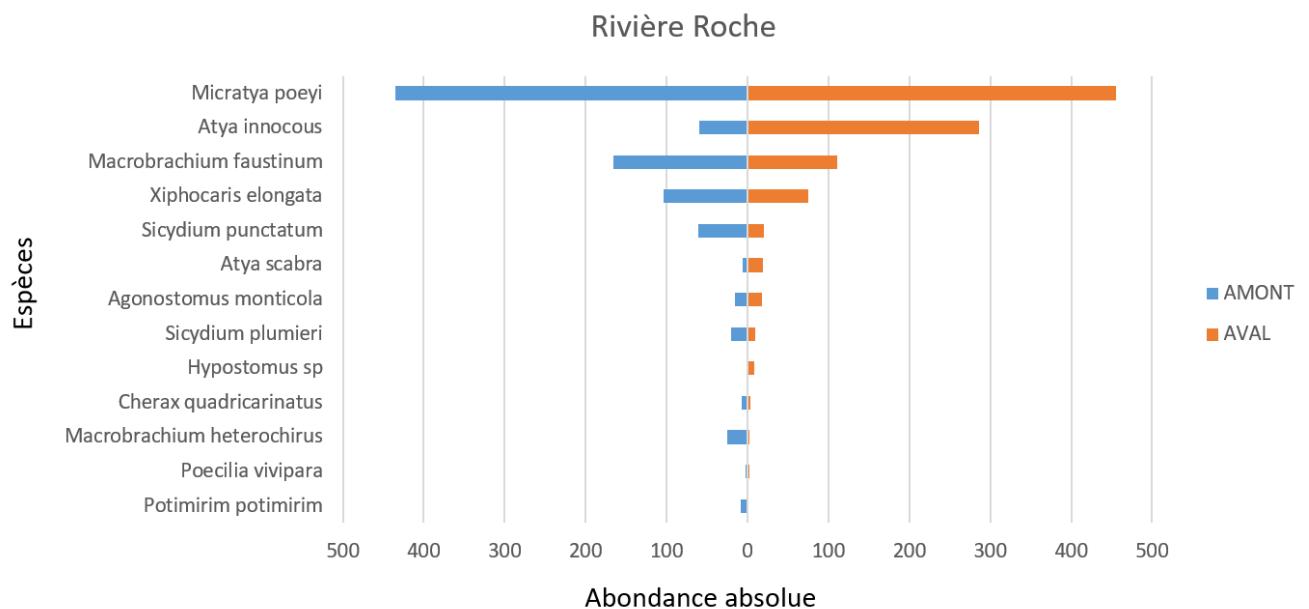


Figure 62 : Abondance absolue en fonction des espèces capturées et des stations Amont et Aval du seuil sur le site Roche de la Rivière Lézarde.

3.7.3 Distribution des tailles des espèces

3.7.3.1 *Micratya poeyi*

Les proportions de *Micratya poeyi* représentées dans les différentes classes de taille sont influencées par la situation de la station par rapport au seuil (test du Khi-2, Pvalue < 0,001; Figure 63). En effet la proportion des individus les plus petits ($[10 \text{ mm} - 20 \text{ mm}]$) diminue en Aval et celle des plus grands ($[20 \text{ mm} - 30 \text{ mm}]$) augmente par rapport à l'Amont.

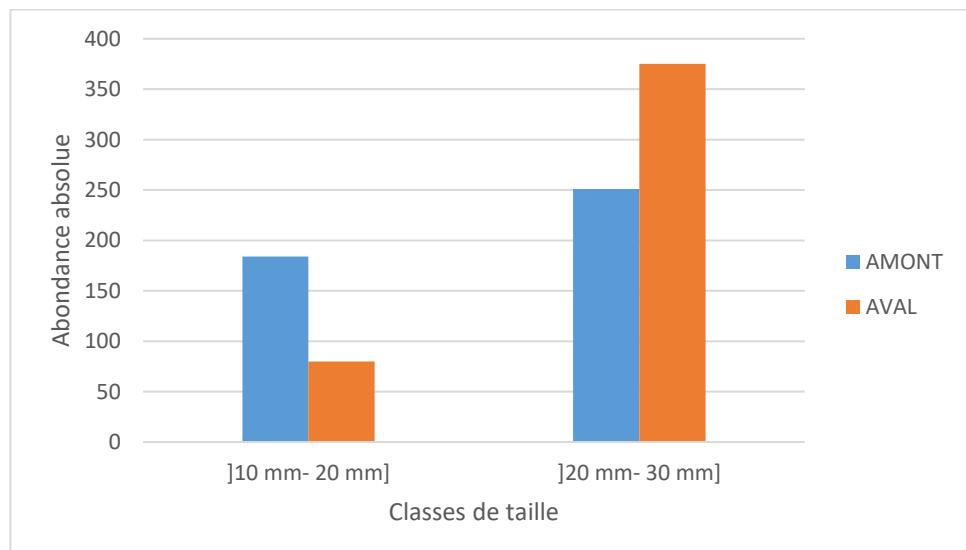


Figure 63 : Répartition des individus de *Micratya poeyi* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) sur le site Roche de la Rivière Lézarde.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.7.3.2 *Atya innocous*

Les individus *Atya innocous* sont répartis différemment dans les classes de taille en fonction de leur point de prélèvement (Amont ou Aval de l'ouvrage) (test du Khi-2, Pvalue < 0,001 ; Figure 64Figure 35). En effet des individus de plus petite taille se trouvent à l'Amont alors qu'en Aval de l'ouvrage hydraulique, des individus de toutes les classes de taille sont retrouvés.

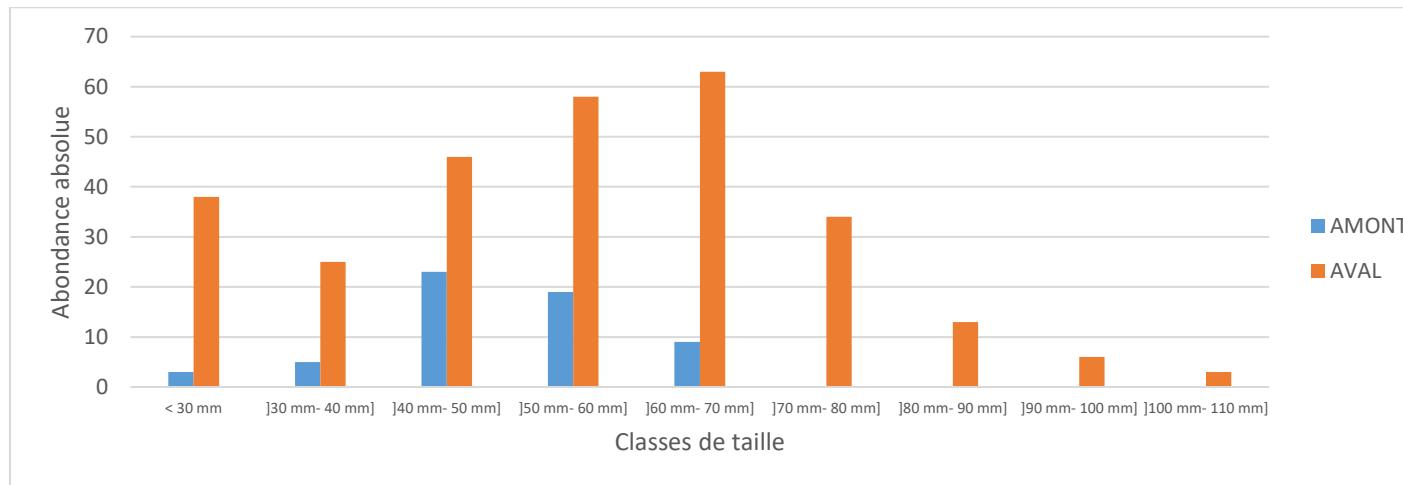


Figure 64 : Répartition des individus d'*Atya innocous* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) sur le site Roche de la Rivière Lézarde.

3.7.3.3 *Xiphocaris elongata*

Les individus *Xiphocaris elongata* sont répartis différemment dans les classes de taille en fonction de leur point de prélèvement (Amont ou Aval de l'ouvrage) (test du Khi-2, Pvalue < 0,001 ; Figure 65Figure 35). En effet, la proportion des individus de plus petite (]30 mm – 40 mm]) et de grande taille (]50 mm – 60 mm]) se trouvent à l'Amont plutôt qu'à l'Aval de l'ouvrage hydraulique alors que ceux de moyenne taille (]40 mm – 50 mm]) se retrouvent principalement en Aval.

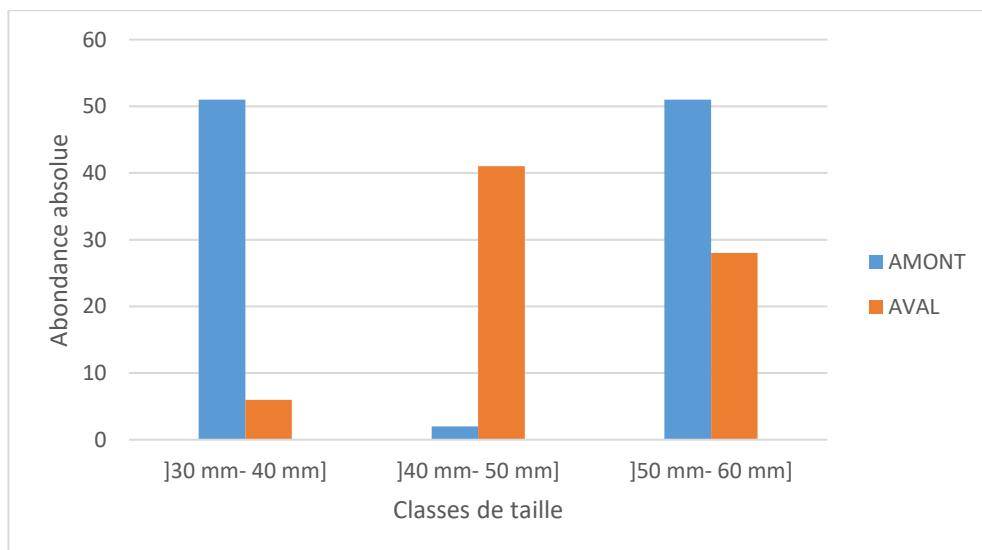


Figure 65 : Répartition des individus de *Xiphocaris elongata* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) sur le site Roche de la Rivière Lézarde.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.7.3.4 *Macrobrachium faustinum*

Bien que l'abondance des individus soit supérieure au niveau de la station Amont par rapport à l'Aval (Figure 62), la proportion des individus au sein des classes de taille est indépendante de la station (Figure 66 ; test du Khi-2, Pvalue = 0,59).

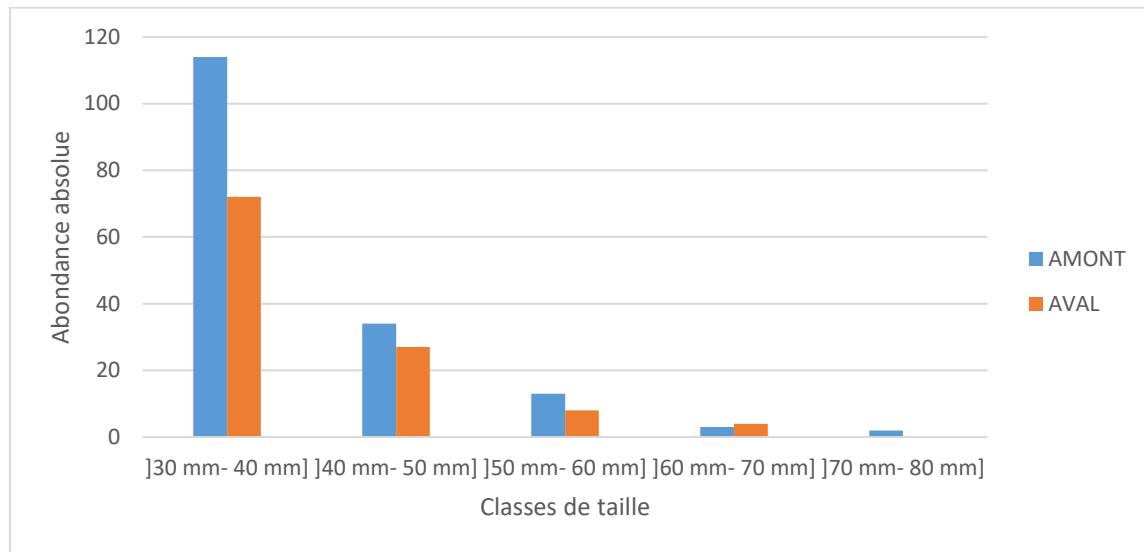


Figure 66 : Répartition des individus de *Macrobrachium faustinum* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) sur le site Roche de la Rivière Lézarde.

3.7.3.5 *Sicydium punctatum*

Bien que l'abondance des individus soit supérieure au niveau de la station Amont par rapport à l'Aval (Figure 62), la proportion des individus au sein des classes de taille est indépendante de la station (Figure 67 ; test du Khi-2, Pvalue = 0,95).

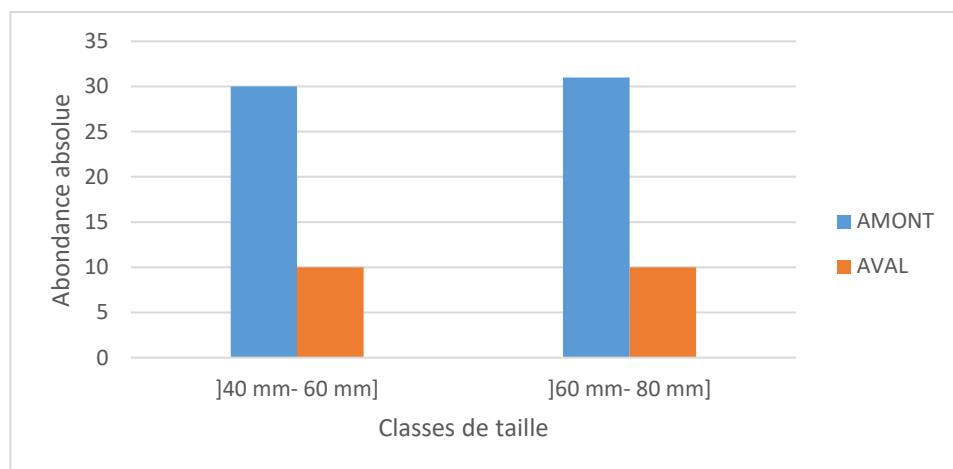


Figure 67 : Répartition des individus de *Sicydium punctatum* en fonction des classes de taille et des stations (Amont et Aval) sur le site Roche de la Rivière Lézarde.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.7.3.6 *Agonostomus monticola*

La longueur des *Agonostomus monticola* varie significativement selon la station de prélèvement (Amont ou Aval ; Figure 68 ; Test de Mann-Whitney ; Pvalue = 0,04). Par rapport à l'Aval, des individus de plus grande taille ont été capturés en Amont. Ce résultat est à nuancer du fait que seuls des petits individus ont été capturés.

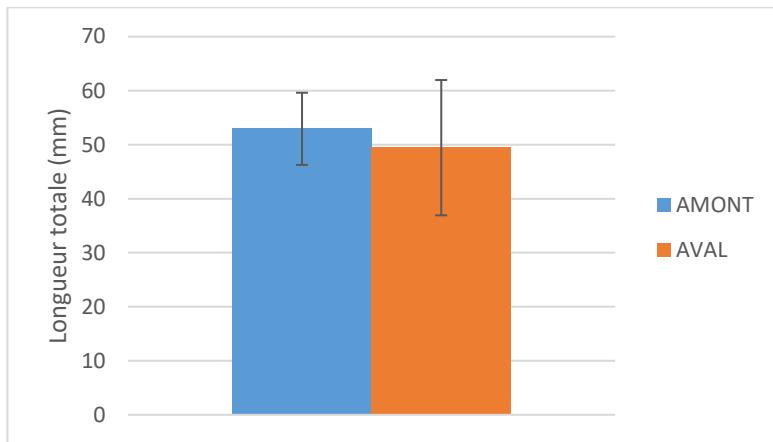


Figure 68 : Longueur totale moyenne des individus d'*Agonostomus monticola* en fonction des stations (Amont et Aval) du site de l'amont du captage sur le site Roche de la Rivière Lézarde. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type.

3.7.4 Conclusion

La présence du seuil n'induit pas un changement notable sur la composition du peuplement dulcicole entre l'amont et laval. Cependant la structure est différente du fait que certaines espèces autochtones semblent freinées par l'ouvrage (*Atya innocous*, *Atya scabra* et *Atya sp*). Également l'espèce allochtone *Hypostomus sp* ne progresse pas à l'amont de l'ouvrage, ce qui présente un avantage non négligeable. La présence de l'ouvrage hydraulique a induit une variation de la proportion des individus dans les classes de tailles pour les espèces *Micratya poeyi*, *Atya innocous* et *Xiphocarais elongata*.

Ainsi, le seuil influence le peuplement en place et joue également un rôle de barrière pour l'espèce allochtone.

3.8 Rivièr e Fond Bourlet (14 et 15 mars 2019)

3.8.1 Faciès de la station

De manière générale, les stations ont un profil de faciès similaire avec une forte dominance des alternances de Radier-Rapide avec une Mouille ou un plat lent (Figure 69). Cela a permis d'avoir des comparaisons de résultat fiables.

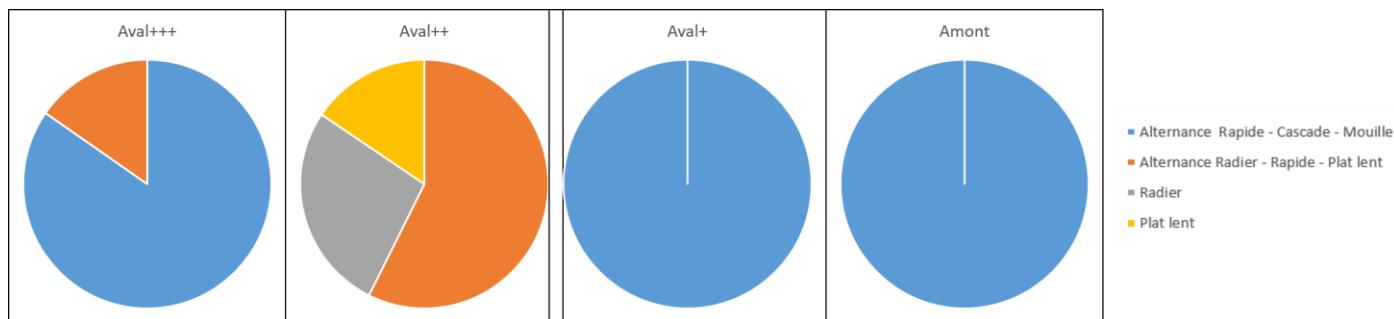


Figure 69 : Proportions de la surface sur cours d'eau prospectées selon les types de faciès sur les stations Aval+++ et Amont sur la Rivière Fond Bourlet.

3.8.2 Composition et Structure

Les richesses spécifiques sont équivalentes entre les stations Amont et Aval+ et Aval++ (12, 10 et 12 espèces respectivement et 83%, 75% de ressemblance sur la richesse spécifique) et entre les stations Aval+++ et Aval+ et Aval++ (12, 9 et 10 espèces respectivement et 75% et 69% de ressemblance sur la richesse spécifique) (Tableau 11 et Figure 70). Par contre la composition de la richesse spécifique des stations Amont et Aval+++ diffèrent légèrement avec 60% de similitude.

A noter que sur l'ensemble des stations, aucune espèce allochtone n'est répertoriée.

Par ailleurs les espèces *Eleotris perniger*, *Centropomus undecimalis* et *Anguilla rostrata* ont été capturées uniquement sur la station Aval+++. Également, les espèces *Guinotia dentata* et *Sicydium plumieri* ont été retrouvées uniquement sur la station Amont. La station Aval+ représente une transition entre les stations Amont Aval++ et Aval+++ car, parmi toutes les espèces présentes, aucune n'est propre à cette station. Enfin, les *Agonostomus monticola*, *Micratya poeyi*, *Xiphocaris elongata*, *Machrobrachium faustum*, *Macrobrachium heterochirus*, *Atya scabra*, *Gobiomorus dormitor*, *Sicydium punctatum* et *Macrobrachium crenulatum* ont été capturées sur l'ensemble des stations.

Les structures entre les différentes stations sont toutes identiques entre-elles comme l'indique l'indice de Piélou (Tableau 11) avec des valeurs de 0,63 et 0,62 et 0,57 et 0,63 respectivement pour les stations Amont, Aval+, Aval++ et Aval+++.

D'autre part, nous pouvons constater que la densité d'*Agonostomus monticola* diminue graduellement lorsqu'on évolue vers l'amont. Les densités de *Macrobrachium faustum* et *Macrobrachium heterochirus*, chutent en Amont, Aval+ et Aval++ par rapport à l'Aval+++.

Une baisse de la densité de *Sicydium punctatum* sur les stations en amont de l'Aval+++ est aussi constatée. Également la présence d'*Atya innocous* seulement sur les stations Amont et Aval+ semble étrange étant donné que cette espèce se retrouve à toutes les altitudes.

Bien qu'il n'y ait pas de seuil répertorié entre les stations Aval+++ et Aval++, les chutes de densités de certaines espèces laissent penser à la présence d'un frein à la circulation de ces dernières.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

Tableau 11 : Valeurs des indices de diversité concernant la composition et la structure de la communauté dulcicole des stations Amont et Aval+, Aval++ et Aval+++ au niveau des seuils sur la Rivière Fond Bourlet.

Stations	Richesse spécifique	Nombre d'espèces allochtones	Composition		
			Pourcentage de Similitude (Indice de Jaccard)		
			AMONT	AVAL+	AVAL++
AMONT	12	0			
AVAL+	10	0	83%		
AVAL++	9	0	75%	90%	
AVAL+++	12	0	60%	69%	75%
Structure					
Stations	H' de Shannon-Wiener	J' de Piélou	Structures différentes ou identiques?		
			AMONT	AVAL+	AVAL++
AMONT	2,39	0,63			
AVAL+	2,16	0,62	Identiques (Pvalue = 0,47)		
AVAL++	1,99	0,57	Identiques (Pvalue = 0,13)	Identiques (Pvalue = 0,54)	
AVAL+++	2,32	0,63	Identiques (Pvalue = 0,80)	Identiques (Pvalue = 0,56)	Identiques (Pvalue = 0,11)

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

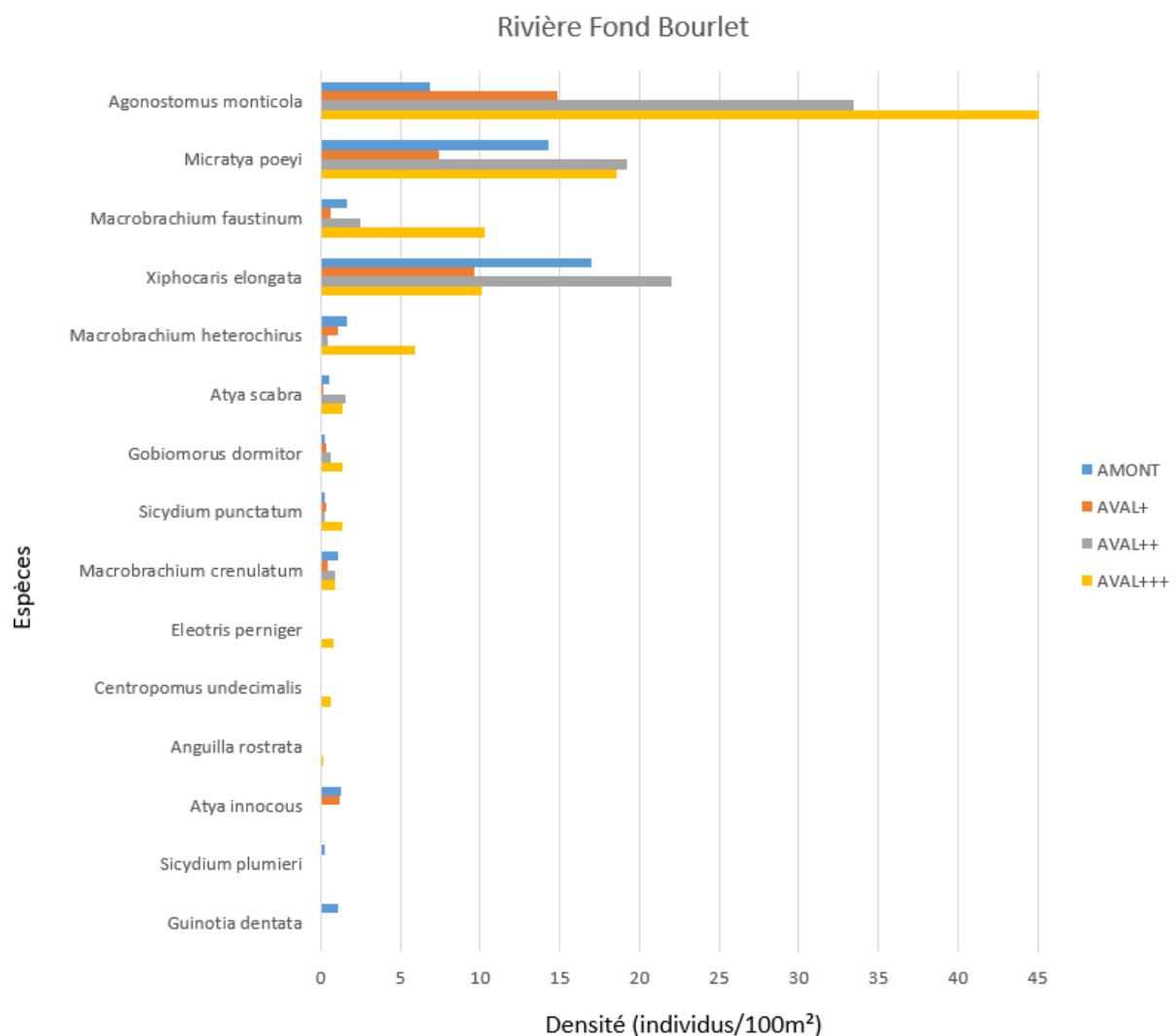


Figure 70 : Densité des individus capturés (individus/100m²) en fonction des espèces et des stations Amont, Aval+, Aval++ et Aval+++ au niveau des seuils sur la Rivière Fond Bourlet.

3.8.3 Distribution des tailles des espèces

3.8.3.1 *Agonostomus monticola*

Les proportions des individus *Agonostomus monticola* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,24 ; Figure 71). Cependant, la densité des individus de petite taille (<50 mm) chute entre les stations Aval++ et Aval+ et entre Aval+ et Amont, ce qui suggère que les deux seuils ont un impact sur la circulation de ces derniers.

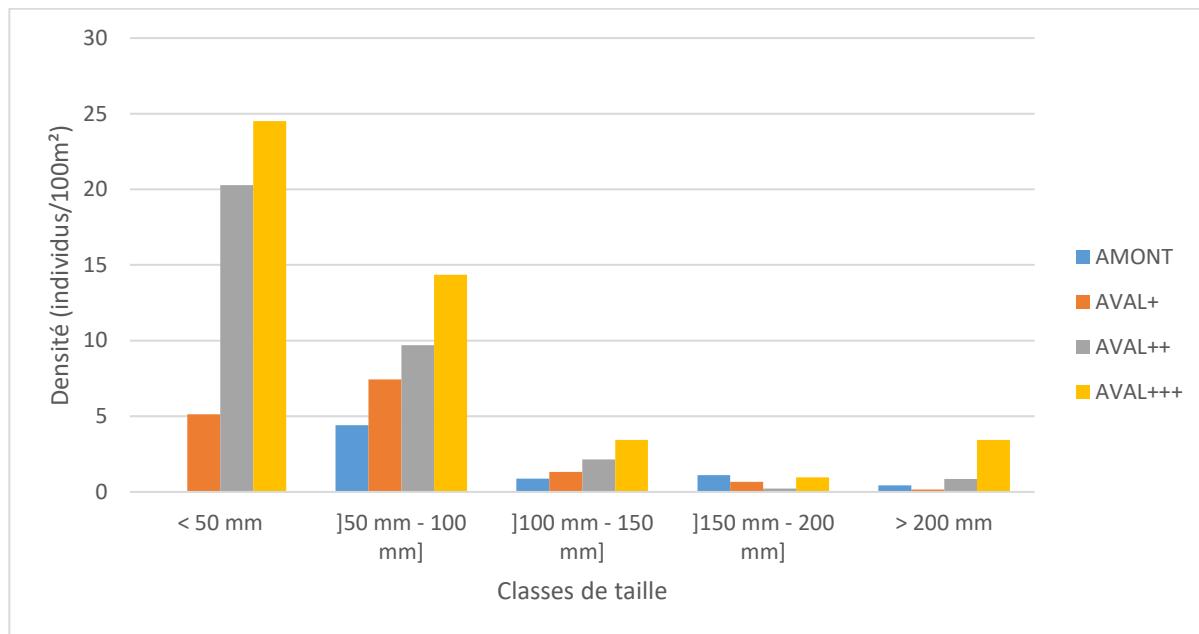


Figure 71 : Répartition de la densité des individus d'*Agonostomus monticola* en fonction des classes de taille et des stations (Amont, Aval+, Aval++ et Aval+++) au niveau des seuils sur la Rivière Fond Bourlet.

3.8.3.2 *Micratya poeyi*

Les proportions des individus *Micratya poeyi* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,43 ; Figure 72).

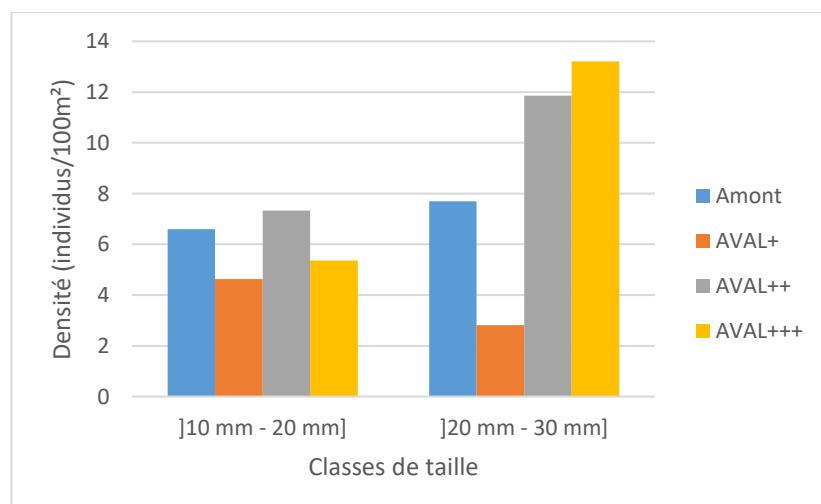


Figure 72 : Répartition des individus de *Micratya poeyi* en fonction des classes de taille et des stations (Amont, Aval+, Aval++ et Aval+++) au niveau des seuils sur la Rivière Fond Bourlet.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.8.3.3 *Xiphocaris elongata*

Les proportions des individus *Xiphocaris elongata* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,12 ; Figure 73).

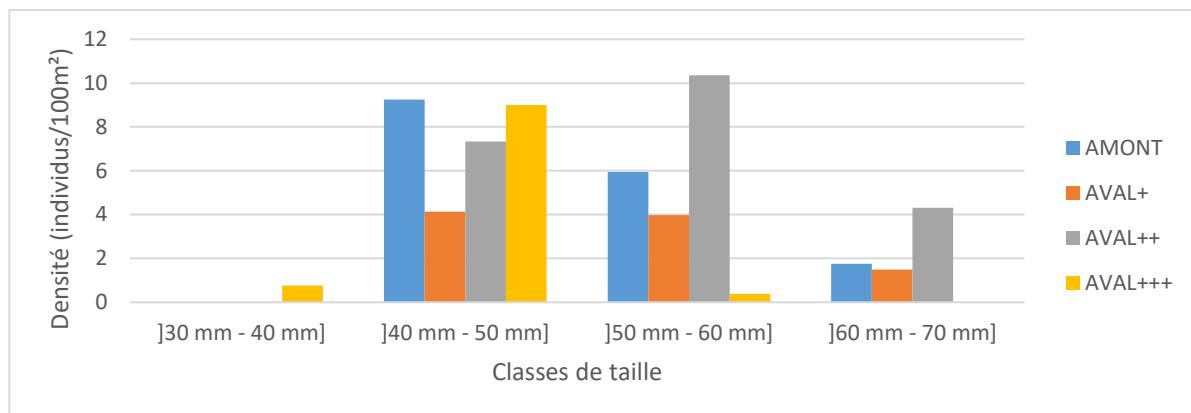


Figure 73 : Répartition des individus de *Xiphocaris elongata* en fonction des classes de taille et des stations (Amont, Aval+, Aval++ et Aval+++) au niveau des seuils sur la Rivière Fond Bourlet.

3.8.3.4 *Macrobrachium faustinum*

Les proportions des individus *Macrobrachium faustinum* représentées dans les différentes classes de taille ne sont pas influencées par la situation de la station par rapport à l'ouvrage hydraulique (test du Khi-2, Pvalue = 0,63 ; Figure 74). Cependant, nous pouvons noter l'absence d'individus en grande taille (> 40 mm) dans la station Amont et Aval+, et une forte augmentation de la proportion des individus de petite taille (> 40 mm) au niveau de la station Aval+++.

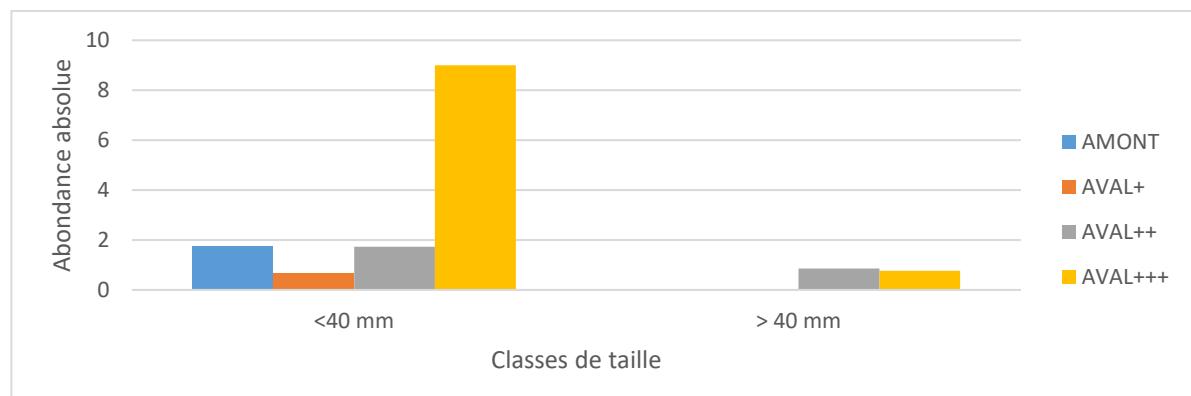


Figure 74 : Répartition des individus de *Macrobrachium faustinum* en fonction des classes de taille et des stations (Amont, Aval+, Aval++ et Aval+++) au niveau des seuils sur la Rivière Fond Bourlet.

3.8.4 Conclusion

La présence des deux ouvrages ne semble pas modifier profondément la composition du peuplement dulcicole du cours d'eau. Par ailleurs, il n'y a pas de changement à noter concernant la structure du peuplement entre les différentes stations. Cependant, les densités de *Macrobrachium faustinum* et *Macrobrachium heterochirus*, chutent en Amont, Aval+ et Aval++ par rapport à l'Aval+++ , ce qui suggère qu'un obstacle inconnu freine la progression en amont. De même, la présence d'*Atya innocous* et de *Sicydium plumieri* uniquement en Amont suggère que le deuxième ouvrage constitue un frein au déplacement des individus. De plus, la présence des ouvrages hydrauliques n'affecte pas la distribution des individus dans les classes de taille. Par contre les résultats montrent qu'il y a un possible obstacle à la circulation des individus situé entre les stations Aval+++ et Aval++.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

3.9 La mortalité

La mortalité a été analysée pour l'ensemble des stations prospectées et pour chaque espèce capturée (Figure 75). Les résultats permettent de mettre en évidence les espèces les plus sensibles : *Agonostomus monticola*, *Poecilia reticulata*, *Eleotris perniger*, *Atya innocous*, *Macrobrachium faustinum*, *Xiphocaris elongata*, *Macrobrachium crenulatum* et *Macrobrachium heterochirus*. A l'inverse, d'autres espèces se sont avérées robustes : *Sicydium punctatum*, *Sicydium plumieri* et *Poecilia vivipara*.

Ces résultats sont à nuancer du fait qu'il s'agit ici du résultat de la combinaison de la pêche électrique et de la manipulation des individus. Nous avons pu remarquer *in situ* qu'*Agonostomus monticola* en particulier est sensible à l'électricité pour les petits individus (moins de 5 cm). D'autres comme *Atya innocous* ou *Xiphocaris elongata* ont plutôt du mal à survivre dans les bassins de rétention lors de la biométrie malgré le changement régulier d'eau et la pose de bulleurs pour oxygénier l'eau. Ces dernières seraient à privilégier en priorité lors de la biométrie.

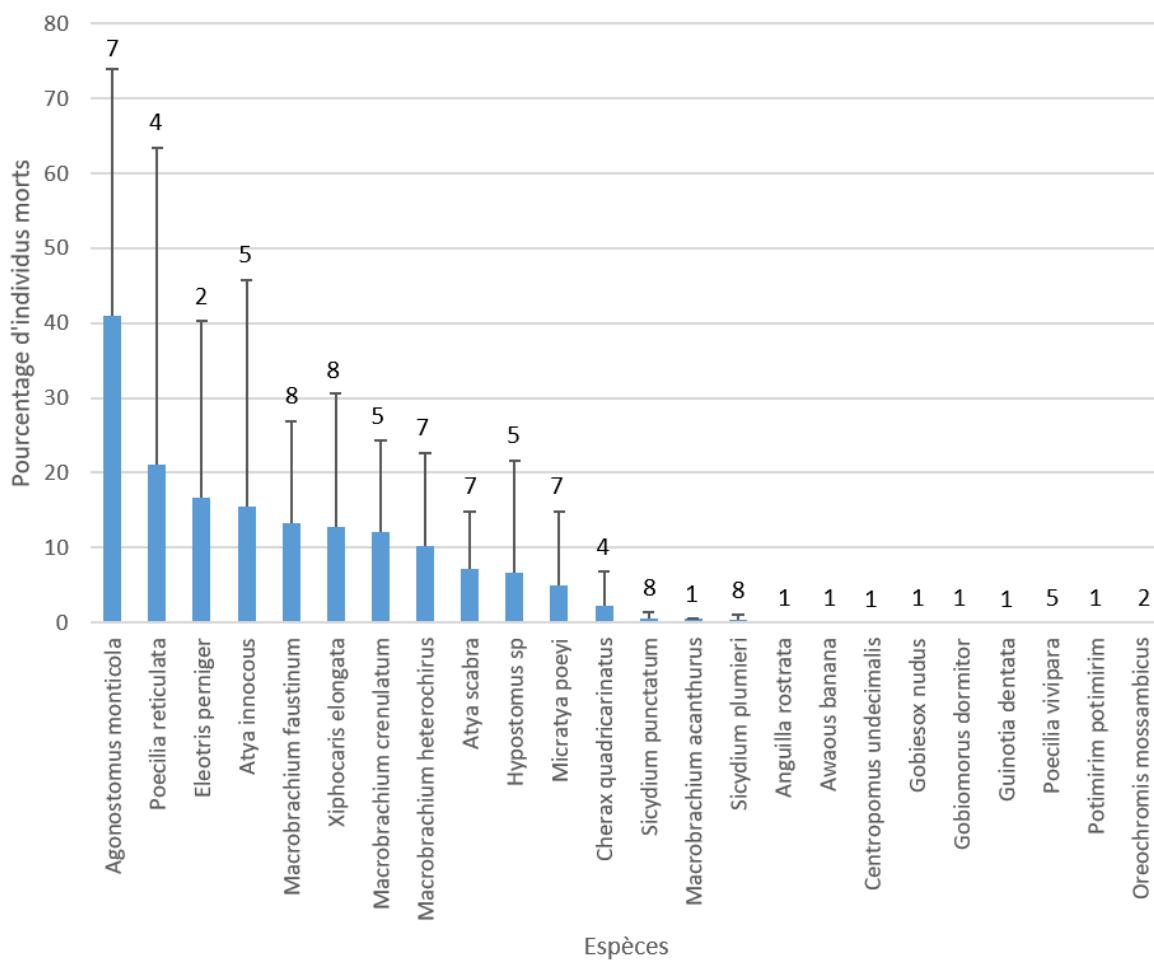


Figure 75 : Pourcentage de mortalité moyen par espèce. Barres d'erreur : écart-type. Le chiffre indiqué pour chaque espèce correspond au nombre de station où elle a été capturée.

4 CONCLUSION GENERALE

Le Tableau 12 synthétise les résultats de l'impact des différents ouvrages hydrauliques sur différents sites prospectés. L'ensemble des résultats suggère que les ouvrages hydrauliques concernés ne constituent pas de verrous à la libre circulation des espèces dans le cours d'eau. En effet, la majorité des espèces sont dotées de capacités de franchissement spécifiques et efficaces (pattes marcheuses et déplacement à l'air libre des crustacés, ventouses ventrale des *Gobiidae*, hauteur de saut importante des *Agonostomus monticola*, reptation à l'air libre de l'*Anguilla rostrata*) pour s'adapter au régime torrentiel et aux pentes accidentées des cours d'eau. Elles semblent donc être capables de franchir ces obstacles anthropiques comme s'ils s'agissaient d'obstacles naturels (chaos rocheux, fosses de dissipation et d'affouillement, cascade) qu'elles sont amenées à passer annuellement lors de leur migration en tête de bassin versant.

Cependant, l'impact de ces ouvrages n'est pas nul (Tableau 12). Excepté l'ouvrage du site Rivière Blanche – Cœur Bouliko, les autres ont un rôle bien marqué de frein dans la montaison de certaines espèces autochtones.

Par ailleurs, dans certains sites (Rivière Blanche – Amont du captage, Rivière Blanche – Charmille, Rivière Blanche – Habitat Jonction, Rivière Lézarde – Gué de la Désirade), les juvéniles *Sicydium*, d'*Atyidae* et de *Macrobrachium* pâtissent de la présence d'un ouvrage.

De manière générale, la richesse spécifique n'est pas impactée, par contre la structure est différente entre l'amont et laval des ouvrages hydrauliques. En effet ces derniers ont une influence sur la distribution de l'abondance des espèces en amont et en aval, ce qui fait varier la structure du peuplement dulcicole.

De même, l'accumulation d'ouvrages a un effet négatif sur la libre circulation des individus sur la Rivière Fond Bourlet. En effet la densité des juvéniles d'*Agonostomus monticola* diminue à chaque franchissement d'ouvrage jusqu'à être nulle sur la station la plus en amont. D'autres espèces (*Eleotris perniger*, *Anguilla rostrata*, *Centropomus undecimalis*, *Macrobrachium heterochirus*, *Macrobrachium faustum*) voient leur abondance diminuer fortement voire complètement sur les stations en amont par rapport à la station Aval++. Cependant, il faut analyser cette information avec précaution : certaines espèces ne sont pas naturellement adaptées au franchissement (*Eleotris perniger* ou *Centropomus undecimalis*) et la forte pente du cours d'eau engendre nombre d'obstacles naturels favorisant une sélection des individus.

De plus, la présence d'espèces allochtones est à souligner, dont deux espèces récemment (moins de 12 ans) implantées : *Hypostomus sp.* et *Cherax quadricarinatus*. De manière générale, lorsqu'une espèce allochtone est présente dans le cours d'eau, l'ouvrage semble freiner sa montaison sûrement parce qu'elle n'est pas aussi adaptée que les autochtones. Néanmoins, leur progression n'est absolument pas verrouillée. En particulier, l'espèce *Hypostomus sp* n'avait pas été recensée lors des dernières pêches électriques (SCE Aménagement et Environnement 2016). Cette espèce colonise les faciès hydromorphologiques de type radiers/rapides, c'est-à-dire la niche écologique des espèces de *Sicydium punctatum*, *Sicydium plumieri*, et également *Gobiesox nudus* qui, à l'inverse des deux premières espèces, n'est plus retrouvée à une seule petite exception.

Les prélèvements ont révélé la présence d'individus *Hypostomus sp* et de *Cherax quadricarinatus* appartenant à plusieurs classes de taille, et notamment la présence de juvéniles. Cela suggère que ces espèces se reproduisent en milieu naturel.

La gestion des ouvrages hydrauliques nécessite donc la prise en compte de ces nouvelles espèces introduites. En effet, le fait de rendre plus accessibles les ouvrages peut induire une forte propagation des populations déjà bien installées d'*Hypostomus sp* et *Cherax quadricarinatus*.

Enfin, une meilleure connaissance des capacités de franchissement des espèces permettrait d'aménager de manière plus fiable pour améliorer la franchissabilité des ouvrages hydrauliques.

L'analyse de la mortalité a permis de mettre en évidence les espèces qui sont potentiellement fragiles face à l'électricité et la manipulation. Pour les futures campagnes de prélèvement, il serait important de noter également les mortalités tout en continuant à manipuler en priorité les espèces fragiles pour voir si cette mesure peut être efficace pour réduire l'impact des manipulations sur ces dernières.

Le choix des stations s'est avéré également difficile dans certains cas, étant donné l'accès au cours d'eau et les faciès à prendre en considération. En effet certaines stations ne présentent pas forcément la même proportion des mêmes types de faciès prospectés ou tout simplement les mêmes types de

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

faciès prospectés. Dans ces cas-là, le choix des stations a résulté d'un compromis entre l'accès, la similitude générale des stations amont et aval de l'ouvrage et le fait que les stations ne soit pas trop éloignées de chaque ouvrage.

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

Tableau 12 : Synthèse des résultats sur l'impact des différents ouvrages hydrauliques sur la continuité écologique de différents cours d'eau. Blanc : Non concerné/Difficile de répondre. Vert : pas ou peu d'impact négatif de l'ouvrage. Orange : impact négatif moyen. Rouge : impact négatif fort.

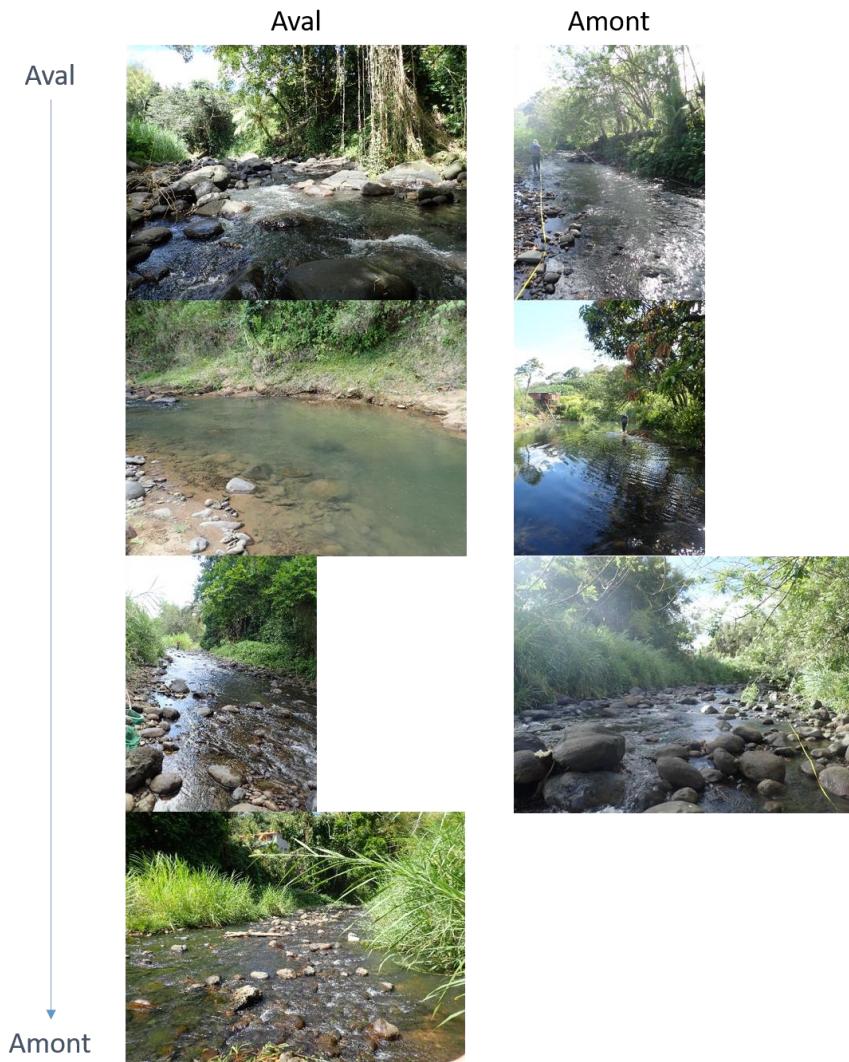
Site	Différence de Richesse Spécifique	Changement de la structure du peuplement dulcicole	Effet verrou net, toutes espèces confondues	Rétention partielle des juvéniles d'Atyidae	Rétention partielle des juvéniles de Macrobrachium	Rétention partielle des juvéniles de Sicydium	Difficulté de franchissement de certaines espèces autochtones	Effet verrou des espèces allochtones	Rétention d'espèces dépourvues de capacité de franchissement
Rivière Blanche - Habitat Jonction	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui (Sicydium plumieri)	Non	Non (Hypostomus sp, Cherax quadricarinatus, Poecilia reticulata); Oui (Oreochromis mossambicus, Xyphophorus helleri)	Non
Rivière Blanche - Charmille	Non	Oui	Non	Oui (Micratya poeyi)	Oui (Macrobrachium crenulatum)	Non	Oui (Macrobrachium crenulatum)	Non (Hypostomus sp, Cherax quadricarinatus); Oui (Poecilia viviparia)	Non
Rivière Blanche - Amont du captage	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui (Agonostomus monticola)	Non (Poecilia reticulata et Poecilia viviparia)	Non
Rivière Blanche - Cœur Bouliki	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	A priori oui, pour Micratya poeyi	Oui (Poecilia reticulata)	Non
Rivière Lézarde - Exploitation Petit Morne	Non	Oui	Non	Non concerné	Non	Densité trop faible pour répondre	A priori oui, pour le genre Macrobrachium	Non concerné	Non
Rivière Lézarde - Gué de la Désirade	Non	Oui	Non	Non	A priori pour Macrobrachium crenulatum	Oui (Sicydium plumieri).	Oui (Agonostomus monticola, Macrobrachium crenulatum)	Non (Hypostomus sp, Cherax quadricarinatus, Poecilia reticulata, Poecilia viviparia, Xyphophorus helleri); Oui Oreochromis mossambicus)	Non
Rivière Lézarde - Roche	Non	Oui	Non	Oui	Non	Non	Oui (Atya innocous)	Non (Cherax quadricarinatus) ; Oui (Hypostomus sp)	Non
Rivière Fond Bourlet	Oui entre Amont et Aval+++	Non	Non	Non	Oui pour M. faustum entre Aval+++ et les stations Aval++, Aval + et Amont	Densité trop faible pour répondre	Oui (Agonostomus monticola, Eleotris perniger, Anguilla rostrata, Centropomus undecimalis, Macrobrachium faustum et Macrobrachium heterochirus)	Non concerné	Oui (Centropomus undecimalis)

5 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barbault, R. 1981. *Écologie des populations et des peuplements: des théories aux faits*. Paris ; New York: Masson.
- Jayaraman, K. 1999. *A Statistical Manual For Forestry Research. Forestry research support programme for Asia and the Pacific*. Bangkok: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Regional Office for Asia and the Pacific.
- Kolz, A. L. et J. B. Reynolds. 1989. « Determination of power threshold response curves ». *Fish and Wildlife Service Technical Report. United States Department of the Interior Fish and Wildlife Service, Washington, D.C., U.S.A* 22:15-24.
- Lim, P., F. J. Meunier, P. Keith, et P. Y. Noël. 2002. *Atlas des poissons et des crustacés d'eau douce de la Martinique*. Paris: Publ. Scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle.
- Pottier, Gaétan. 2017. « Théorie de la pêche électrique ». Présenté à Colloque Echantillonnage à l'électricité, Rennes.
- R Development Core Team. 2011. « R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing ». Consulté 25 août 2015 (<http://www.r-project.org/>).
- SCE Aménagement et Environnement. 2016. *Réalisation de pêches électriques. Caractérisation de la franchissabilité de 9 ouvrages hydrauliques et caractérisation des stations de surveillance au titre de la Directive Cadre sur l'Eau. Synthèse des 3 années de suivi*.

6 ANNEXES : INFORMATIONS SUR LES SITES

6.1 Rivière Blanche – Habitat Jonction (12 mars 2019)



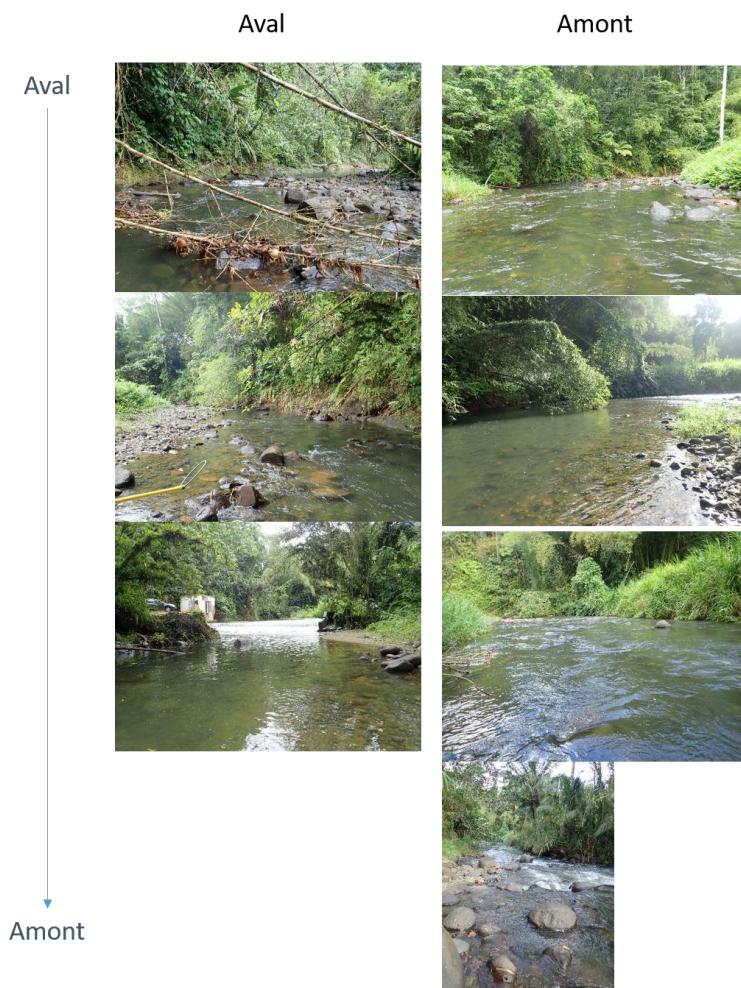
Rivière Blanche - Habitat Jonction (12 mars 2019)					
Transects	Longueur Transect (m)	Profondeur max (cm)	Linéaires	Longueur Linéaire (m)	Faciès
Aval	T1	9,5	T1-T2	36,3	Rapide
	T2	12,5	T2-T3	39,9	Chenal lentique
	T3	6,9	T3-T4	11	Plat courant
	T4	8,6	T4-T5	5,3	Radier
	T5	7,7	T5-T6	49,3	Radier
	T6	11,4	XXX	XXX	XXX
Amont	T1	7	T1-T2	60	Radier
	T2	7,8	T2-T3	32	Mouille
	T3	11,9	65 (maximum pêché)	42	Rapide

6.2 Rivière Blanche – Charmille (10 mars 2019)



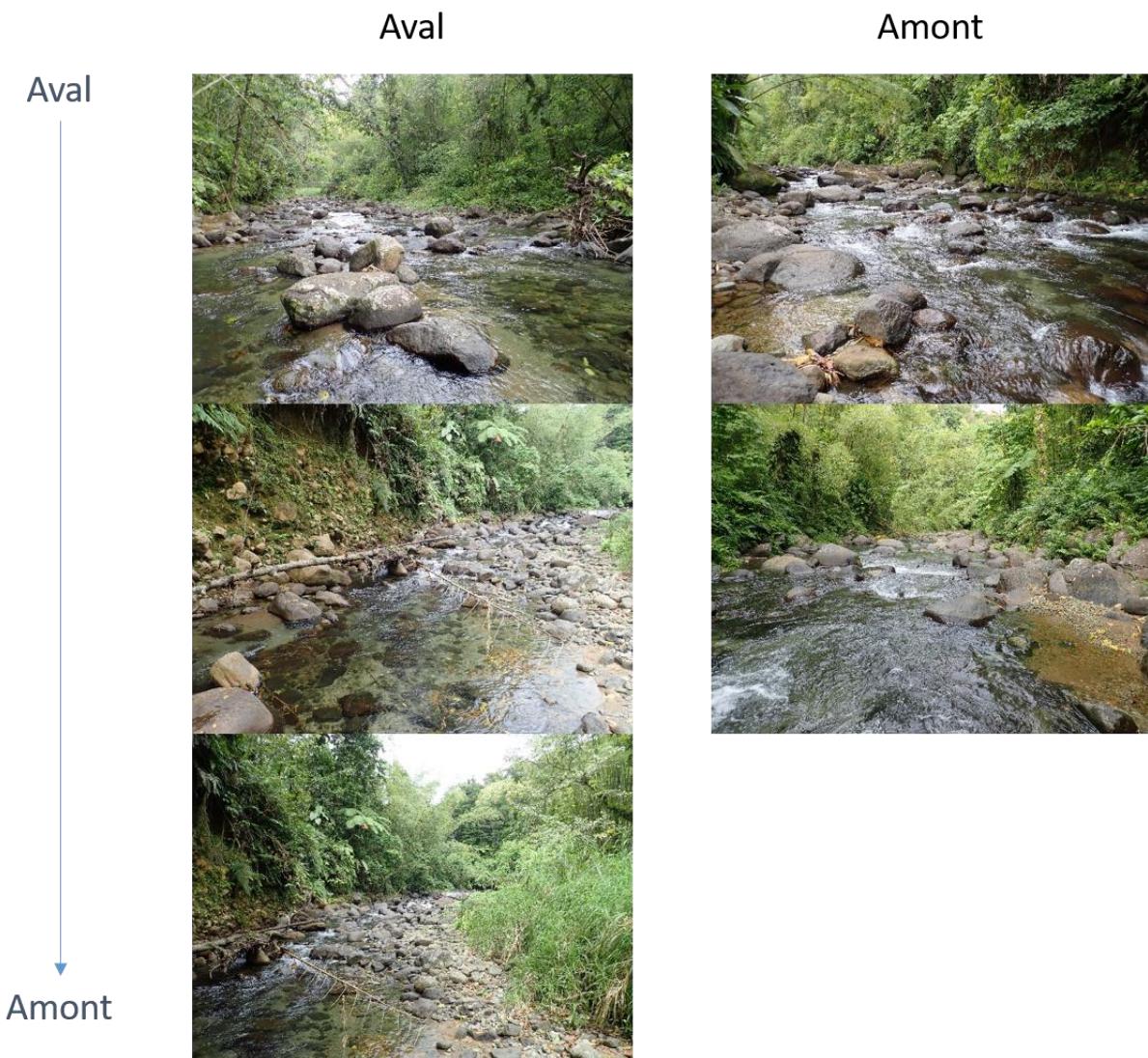
Rivière Blanche - Charmille (10 mars 2019)					
Transects	Longueur Transect (m)	Profondeur max (cm)	Linéaires	Longueur Linéaire (m)	Faciès
Aval	T1	15,3	T1-T2	8,2	Radier
	T2	14,9	T2-T3	30,1	Plat courant
	T3	10,8	T3-T4	41,1	Chenal lotique
	T4	5,5	T4-T5	33,3	Rapide
	T5	8,1	X	X	X

6.3 Rivièr e Blanche – Amont du Captage (08 mars 2019)



Rivièr e Blanche - Amont du captage (08 mars 2019)					
Transects	Longueur Transect (m)	Profondeur max (cm)	Linéaires	Longueur Linéaire (m)	Faciès
Aval	T1	8,0	T1-T2	18,5	Chenal lotique
	T2	8,0	T2-T3	9,3	Rapide
	T3	6,9	T3-T4	17,7	Radier
	T4	18,3	T4-T5	22,1	Radier
	T5	12,6	T5-T6	16,1	Plat courant
	T6	9,5			
Amont	T1	12,0	T1-T2	16,7	Chenal lotique
	T2	16,0	T2-T3	30,0	Radier
	T3	13,1	T3-T4	30,0	Radier
	T4	10,2	T4-T5	24	Rapide
	T5	10,8			

6.4 Rivièr e Blanche – Cœur Boulik i (11 mars 2019)



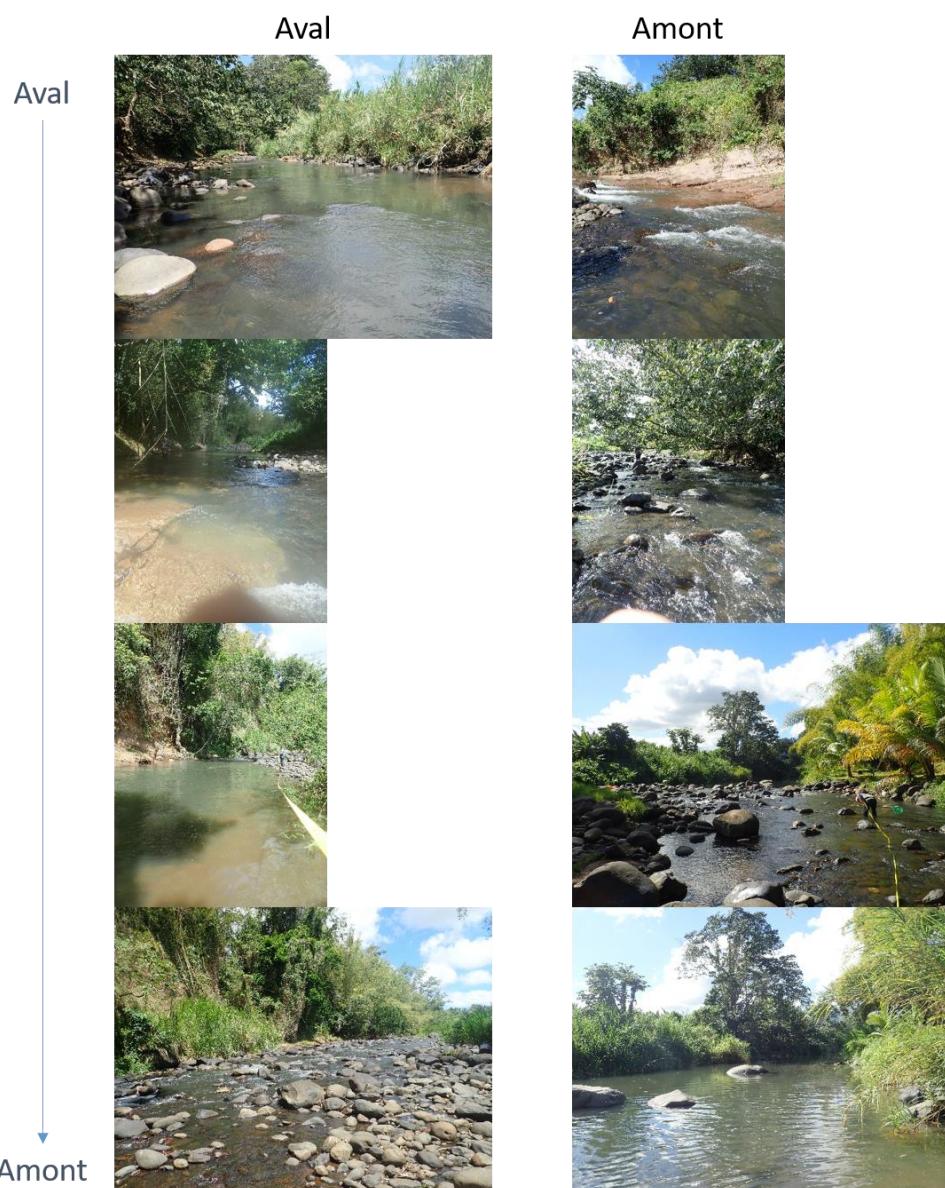
Rivière Blanche - Cœur Boulik i (11 mars 2019)						
Transects	Longueur Transect (m)	Profondeur max (cm)	Linéaires	Longueur Linéaire (m)	Faciès	
Aval	T1	10,3	45	T1-T2	90	Rapide
	T2	9	50	T2-T3	32	Rapide
	T3	8,4	37	T3-T4	20	Plat lent (non pêché)
	T4	7,4	43	T4-T5	43,5	Rapide
	T5	11,8	32			
Amont	T1	6,3	44	T1-T2	60	Rapide
	T2	12	50	T2-T3	60	Rapide
	T3	9,7	50			

6.5 Rivière Lézarde – Exploitation Petit Morne (07 mars 2019)

Note : des imprévus n'ont pas permis de noter les informations de morphologie du cours d'eau du 07 mars. De ce fait, elles ne seront pas mentionnées dans cette annexe.

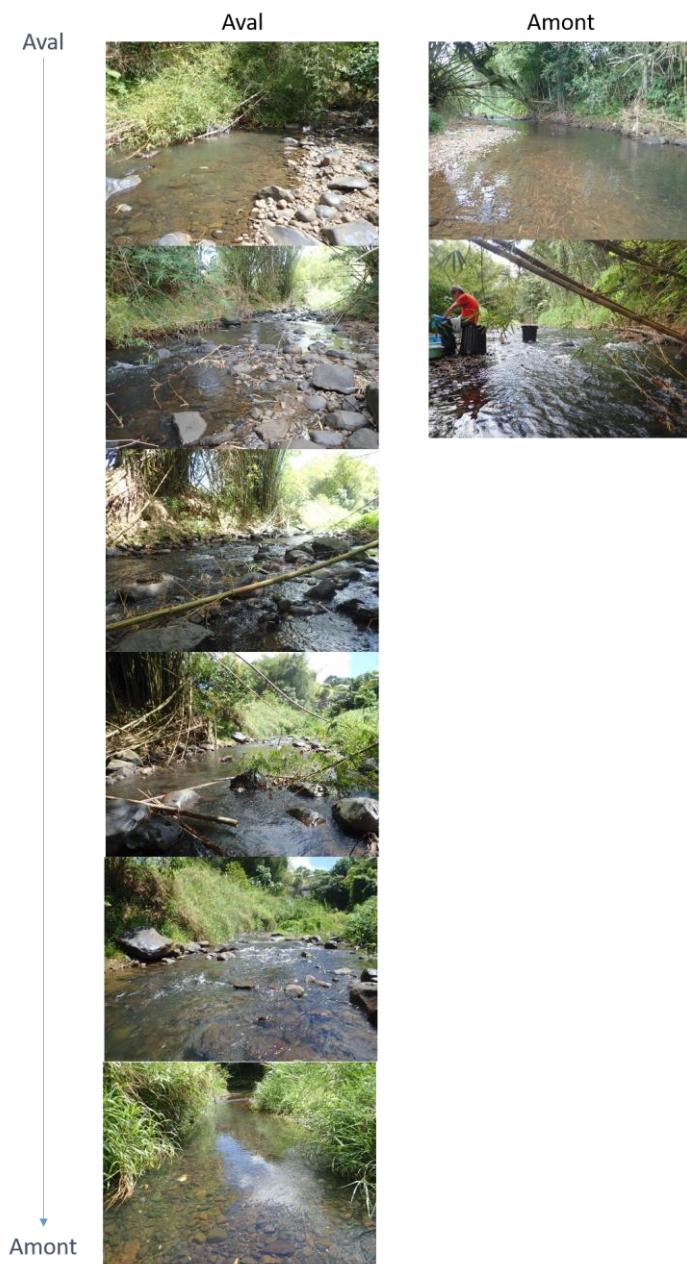


6.6 Rivière Lézarde – Gué de la Désirade (13 mars 2019)



Rivière Lézarde - Gué de la Désirade (13 mars 2019)					
Transects	Longueur Transect (m)	Profondeur max (cm)	Linéaires	Longueur Linéaire (m)	Faciès
Aval	T1	12,5	T1-T2	30	Chenal lotique
	T2	13	T2-T3	44,7	Chenal lotique
	T3	17,3	T3-T4	30	Chenal lotique - Mouille
	T4	4,5	T4-T5	19	Chenal lotique - Mouille
	T5	11,7	T5-T6	37	Rapide
	T6	17,7	XX	XX	XX
Amont	T1	9	T1-T2	60	Rapide
	T2	12,3	T2-T3	30	Rapide
	T3	20,5	T3-T4	39,3	Chenal lenticque
	T4	16	XX	XX	XX

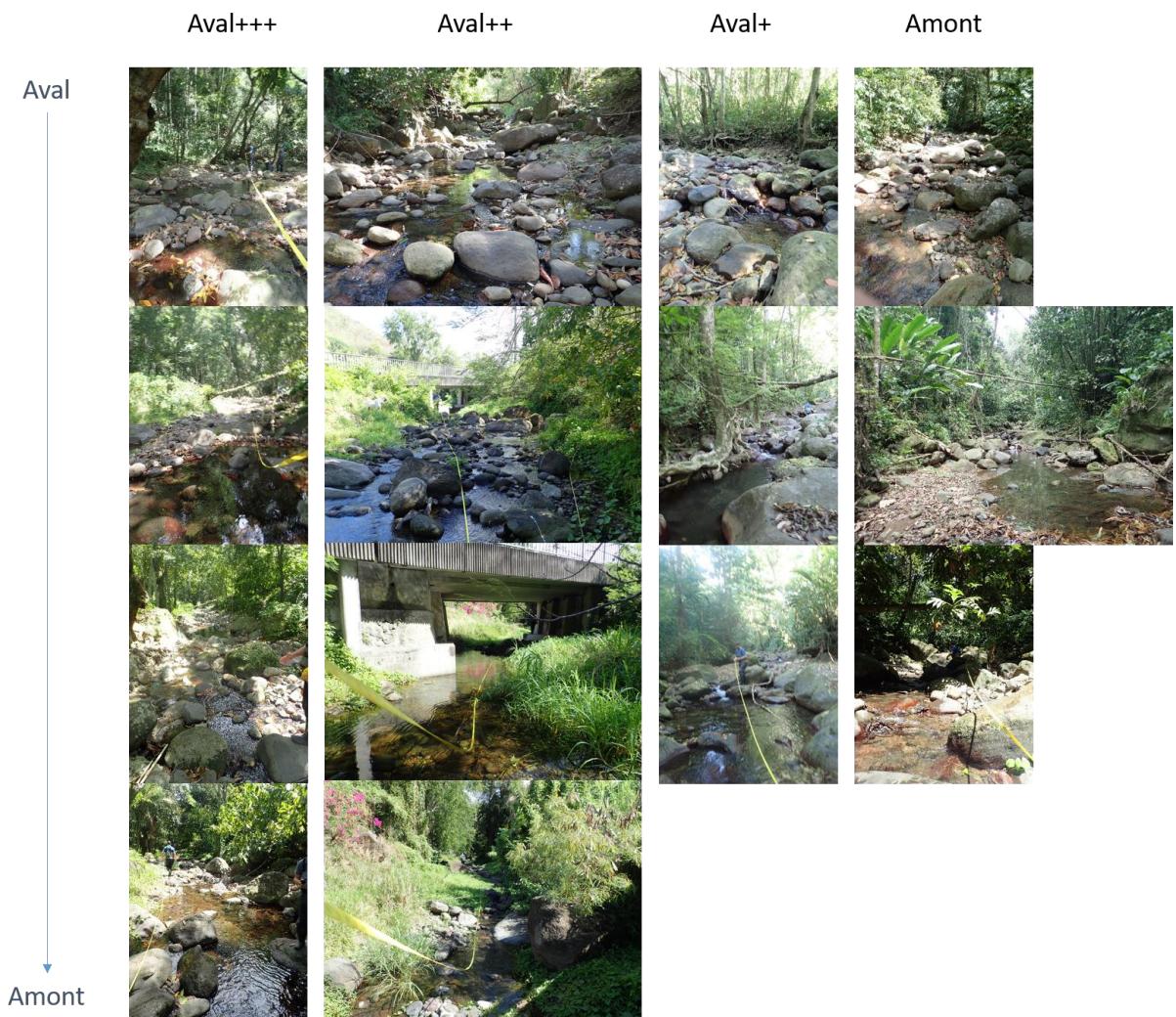
6.7 Rivière Lézarde - Roche (09 mars 2019)



Rivière Roche (09 mars 2019)						
Transects	Longueur Transect (m)	Profondeur max (cm)	Linéaires	Longueur Linéaire (m)	Faciès	
Aval	T1	6,7	T1-T2	13,3	Chenal lotique	
	T2	6,6	T2-T3	7,4	Plat courant	
	T3	7,7	T3-T4	16,5	Radier	
	T4	8,7	T4-T5	13,6	Plat courant	
	T5	7,2	T5-T6	18,8	Radier	
	T6	5,5	T6-T7	17,7	Plat courant	
	T7	4,6				
Amont	T1	7,5	T1-T2	28,7	Plat courant	
	T2	6,2	T2-T3	60	Radier	
	T3	17,4				

Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

6.8 Rivièr e Fond Bourlet (14 et 15 mars 2019)



Étude d'impact sur le milieu aquatique – Franchissabilité de seuils dans les cours d'eau de Martinique

Rivière Fond Bourlet (14 et 15 mars 2019)					
Transects	Longueur Transect (m)	Profondeur max (cm)	Linéaires	Longueur Linéaire (m)	Facès
Aval+++	T1	4,2	20	T1-T2	19,3
	T2	4,6	25	T2-T3	30
	T3	6,4	45	T3-T4	30
	T4	5,2	25	T4-T5	30
	T5	3,5	40		
Aval++	T1	4,8	-	T1-T2	30
	T2	6,2	-	T2-T3	18
	T3	4,3	-	T3-T4	21
	T4	2,4	-	T4-T5	34,5
	T5	4,7	-		
Aval+	T1	5,6	55	T1-T2	30
	T2	8,4	N/A	T2-T3	30
	T3	6,2	25	T3-T4	37,5
	T4	4,6	30		
Amont	T1	2,8	30	T1-T2	25
	T2	5	20	T2-T3	30
	T3	4,4	45	T3-T4	28
	T4	9,7	105		

6.9 Précisions sur les ouvrages hydrauliques (source : DEAL)

Sites	Type d'obstacle	Hauteur minimale de chute (m)	Profondeur utile de la fosse aval (m)
Rivière Blanche - Cœur Boulikí	Seuil vertical	1,02	0,96
Rivière Blanche - Amont du captage	Seuil vertical	2	0,4
Rivière Blanche - Charmille	Seuil vertical	1,42	0,2
Rivière Blanche - Habitat Jonction	Seuil vertical (buses incluses)	0,63	0,39
Rivière Lézarde - Roche	Seuil vertical	0,99	0,26
Rivière Lézarde - Gué de la Désirade	Seuil vertical	1,35	-
Rivière Lézarde - Exploitation Petit Morne	Seuil incliné (enrochement à 50 % de pente)	2	-
Rivière Fond Bourlet Amont	Seuil vertical	1,1	0,33
Rivière Fond Bourlet Aval	Seuil vertical (canalisation présente)	0,94	0,3