



**ODE Martinique**  
7, avenue Condorcet  
97200 Fort-de-France



**DIREN Martinique**  
Immeuble Massal  
4 Boulevard Verdun  
97200 Fort-de-France

Réalisation d'un guide bibliographique et technique  
pour les études de débits minimum biologiques  
adapté au contexte martiniquais

## Détermination des Débits minimums Biologiques de huit prises d'eau

Rapport final -V2



**Asconit Consultants**  
Agence Caraïbe

ZI Champigny  
97224 DUCOS  
Tel./Fax :  
0596.63.55.78



### Principaux Contacts :

#### OFFICE DE L'EAU MARTINIQUE :

- Loïc Mangeot Tél. : 05.96.48.47.20  
[loic.mangeot@eaumartinique.fr](mailto:loic.mangeot@eaumartinique.fr)
- Julie Gresser Tél. : 05.96.48.40.45  
[julie.gresser@eaumartinique.fr](mailto:julie.gresser@eaumartinique.fr)

#### DIREN MARTINIQUE

- Corinne Figueras Tél. : 0596 71 30 05  
[corinne.figueras@developpement-durable.gouv.fr](mailto:corinne.figueras@developpement-durable.gouv.fr)
- Pascal Marras [pascal.marras@developpement-durable.gouv.fr](mailto:pascal.marras@developpement-durable.gouv.fr)

#### ASCONIT CONSULTANTS :

- Nicolas BARGIER Tel. : 05.96.63.55.78  
[nicolas.bargier@asconit.com](mailto:nicolas.bargier@asconit.com)
- Catherine DESROSIERS [catherine.desrosiers@asconit.com](mailto:catherine.desrosiers@asconit.com)
- Virginie GIRARD Tel. : 04.78.93.06.69  
[virginie.girard@asconit.com](mailto:virginie.girard@asconit.com)

# Sommaire

<b>1. OBJECTIFS DE L'ETUDE.....</b>	<b>6</b>
<b>2. METHODOLOGIE .....</b>	<b>10</b>
2.1. DEFINITION DES DEBITS BIOLOGIQUES.....	11
2.1.1. Généralités.....	11
2.1.2. Aperçu des méthodes permettant de définir les débits biologiques .....	12
2.2. UNE APPROCHE STATISTIQUE DE LA METHODE DES MICRO-HABITATS .....	14
2.3. ETAT DES CONNAISSANCES AUX ANTILLES .....	15
2.3.1. Les événements climatiques extrêmes .....	15
2.3.2. L'hydraulique des rivières martiniquaises .....	18
2.3.3. L'état des connaissances relatives aux courbes de préférences en Martinique .....	18
2.3.4. Méthodes utilisées dans les Caraïbes pour déterminer les DMB .....	20
2.4. METHODOLOGIE GENERALE .....	22
2.4.1. Hypothèses de travail et pré-requis .....	22
2.4.2. Collecte des données - les étapes .....	23
2.4.3. Utilisation du logiciel STATHAB.....	26
<b>3. EXEMPLES D'APPLICATION A HUIT PRISES D'EAU DE MARTINIQUE .....</b>	<b>29</b>
3.1. CONDITIONS D'HABITAT ET INVENTAIRE FAUNISTIQUE.....	29
3.1.1. Rivière Madame -Prise Morestin.....	30
3.1.2. Rivière Picard - Prise Urion.....	32
3.1.3. Rivière Duclos -Prise Duclos .....	33
3.1.4. Rivière Dumauzé - Prise Dumauzé.....	34
3.1.5. Rivière Blanche -Prise ODYSSI.....	36
3.1.6. Rivière Blanche - Prise SICSM .....	37
3.1.7. Rivière Galion - Prise Confluence .....	39
3.1.8. Rivière Lorrain - Prise Lorrain.....	41
3.2. DETERMINATION DES DEBITS MINIMUMS BIOLOGIQUES .....	43
3.2.1. Le contexte DMB .....	43
3.2.2. Les courbes de préférences des espèces .....	46
3.3. RIVIERE MADAME -PRISE MORESTIN .....	52
3.3.1. Morestin - Station aval proche .....	55
3.3.2. Morestin - Station aval éloigné.....	59
3.3.3. Choix des résultats pour la prise Morestin .....	63
3.4. RIVIERE PICARD - PRISE URION .....	65
3.4.1. Urion - Station aval proche.....	68
3.5. RIVIERE DUCLOS - PRISE DUCLOS.....	73
3.5.1. Duclos - Station aval proche .....	76
3.5.2. Duclos - Station aval éloigné.....	79
3.5.1. Conclusion pour la prise Duclos.....	80
3.6. RIVIERE DUMAUIZE - PRISE DUMAUIZE .....	81
3.6.1. Dumauzé - Station aval proche .....	83
3.6.2. Dumauzé - Station aval éloigné.....	88
3.6.3. Choix des résultats pour la prise Dumauzé .....	92
3.7. RIVIERE BLANCHE - PRISE ODYSSI .....	93
3.7.1. Blanche ODYSSI - Station aval proche .....	96
3.7.2. Blanche ODYSSI - Station aval éloigné.....	100
3.7.3. Choix des résultats pour la prise Blanche ODYSSI .....	105
3.8. RIVIERE BLANCHE - PRISE SICSM .....	106
3.8.1. Blanche SICSM - Station aval proche.....	109
3.8.2. Blanche SICSM - Station aval éloigné.....	113
3.8.3. Choix des résultats pour la prise Blanche SICSM .....	118
3.9. RIVIERE GALION - PRISE CONFLUENCE .....	119
3.9.1. Rivière du Galion - station aval proche .....	122
3.9.2. Confluence - Station aval éloigné .....	126
3.9.3. Choix des résultats pour la prise Confluence .....	130
3.10. RIVIERE DU LORRAIN - PRISE LORRAIN .....	131
3.10.1. Lorrain - Station aval proche.....	134
3.10.2. Lorrain - Station aval éloigné.....	138
3.10.1. Choix des résultats pour la prise Lorrain.....	142
<b>4. CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS.....</b>	<b>144</b>
4.1. LES REGLES DE DECISION.....	144
4.1.1. Rappel sur la biologie des espèces.....	144

4.1.2.	Rappel des effets prévisibles des captages .....	146
4.1.3.	Le maintien d'un débit minimum .....	146
4.1.4.	Le maintien de la continuité biologique.....	146
4.2.	DMB DE CRISE .....	147
4.3.	AMENAGEMENTS PRISES .....	151
4.3.1.	Proposition et recommandations techniques pour la Martinique.....	151
4.3.2.	Hiérarchisation des prises d'eau pour l'installation d'une passe à poisson .....	154
4.4.	CONCLUSIONS POUR LES PRISES ETUDIEES .....	155
4.4.1.	Prises sur cours d'eau torrentiels : Morestin et Urion .....	155
4.4.2.	Prises à forte hauteur de chute : Duclos et Dumauzé.....	158
4.4.3.	Prises à forte pression anthropique : rivière Blanche.....	161
4.4.4.	Le pompage de la Confluence .....	164
4.4.5.	Prise sur rivière à fort débit : le Lorrain.....	166

## Liste des figures

Figure 1.	Répartition de l'utilisation de différentes méthodologies existantes pour la détermination du DMB (Tharme <i>et al.</i> , 2003) .....	12
Figure 2.	Relevés de 4 périmètres mouillés (extrait de Stalkaner, 1995) .....	13
Figure 3.	A gauche : Exemple d'application de la méthode hydrologique, avec en haut le régime naturel à l'aval du barrage et en bas le régime artificiel diminué en amplitude mais de même variabilité. ....	13
Figure 4 :	Type de modèles d'habitat – encadré en trait plein présente les logiciels produit par le Cemagref et basé sur une approche statistique .....	14
Figure 5.	Cycle de vie des espèces migratrices dites diadromes .....	15
Figure 6.	Classification du substrat modifiée de Wentworth (Malavoi et Souchon, 2002).....	24
Figure 7.	Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Morestin .....	31
Figure 8.	Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Urion.....	32
Figure 9.	Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Duclos .....	33
Figure 10.	Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Dumauzé .....	35
Figure 11.	Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Blanche-ODYSSI .....	36
Figure 12.	Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Blanche-SICSM .....	38
Figure 13.	Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Confluence .....	40
Figure 14.	Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Lorrain.....	41
Figure 15.	Position géographique des captages étudiés .....	43
Figure 16.	Courbes de préférences pour l'espèce <i>Sicydium sp.</i> , données de Martinique .....	47
Figure 17.	Courbes de préférences pour l'espèce <i>M. faustinum</i> , données de Martinique .....	48
Figure 18.	Courbes de préférences pour l'espèce <i>M. heterochirus</i> , données de Martinique .....	49
Figure 19.	Courbes de préférences pour l'espèce <i>A.innocous</i> , données de Martinique .....	50
Figure 20.	Courbes de préférences pour l'espèce <i>A.scabra</i> , données de Martinique .....	51

# Liste des tableaux

Tableau 1. Liste des espèces abondantes et communes aux jeux de données disponibles en Guadeloupe et en Martinique (indiquées aussi par *) (source Monti, D. de l'UAG et Asconit Consultants) .....	16
Tableau 2. Connaissances sur les préférences des espèces, en termes de hauteur d'eau, vitesse et granulométrie.....	19
Tableau 3. Exemples d'études relatives aux débits « minimums » (biologique) réalisées sur des cours d'eau au sein des zones humides tropicales. ISF : débit minimum (biologique) ; Q : fréquence de débit (extrait de Scatena and Jonhson, 2001).....	21
Tableau 4. Dates d'interventions pour les inventaires faunistiques sur les huit prises .....	30
Tableau 5 : Coordonnées géographiques et position sur le bassin versant des captages choisis pour l'étude (dossiers Périmètres de protection des captages).....	43
Tableau 6 : Dates d'intervention pour le recueil des variables DMB.....	45
Tableau 7 : Prise Morestin - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG). .	54
Tableau 8. Prise Morestin –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise. ....	54
Tableau 9 : Prise Urion - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG).....	68
Tableau 10. Prise Urion –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.....	68
Tableau 11 : Prise Duclos - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG). ..	75
Tableau 12. Prise Duclos –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.....	75
Tableau 13 : Prise Dumauzé - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG). ....	83
Tableau 14. Prise Dumauzé –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.....	83
Tableau 15 : Prise Blanche ODYSSI - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG).....	95
Tableau 16. Prise Blanche ODYSSI –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.....	95
Tableau 17 : Prise Blanche SICSM - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG).....	109
Tableau 18. Prise Blanche SICSM –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.....	109
Tableau 19 : Prise Confluence - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG). ....	121
Tableau 20. Prise Confluence –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.....	121
Tableau 21 : Prise du Lorrain - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG). ....	133
Tableau 22. Prise du Lorrain –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.....	134
Tableau 23. <i>Détermination du DMB de crise pour les prises étudiées</i> .....	150
Tableau 7 : <i>Hiérarchisation des captages martiniquais pour la mise en place d'ouvrage de franchissement</i> ...	154

# PREAMBULE

La maîtrise d'ouvrage ainsi que les auteurs tiennent à signaler que ce rapport est un outil d'aide à la décision à destination des gestionnaires d'ouvrages et des services de police de l'eau. Bien que reposant sur des bases scientifiques fiables et sur des apports d'experts locaux et nationaux sur la problématique des débits biologiques, il est fait état de manques de connaissances fondamentales sur les espèces et sur l'hydrologie des cours d'eau martiniquais qui peuvent limiter une évaluation stricte des impacts. Ainsi les propositions faites dans le cadre de ce rapport sont des estimations prenant en compte essentiellement la biologie des espèces et les recommandations techniques de gestion des ouvrages.

Pour rappel, il n'est pas de la fonction du présent document de fixer de valeurs réglementaires.

Il ne se substitue pas non plus à une étude d'impact des ouvrages ni à une étude de faisabilité concernant des dispositifs de franchissement.

Les débits réservés réglementaires sont fixés par arrêté préfectoral.

# 1. Objectifs de l'étude

L'objectif premier de l'étude est la **rédaction d'un guide méthodologique** de détermination des débits minimums « biologiques » ou DMB à destination des exploitants d'ouvrages en rivières. En effet, l'application de la loi sur l'eau et de la Directive Cadre dans les DOM et COM pose des problèmes liés aux caractéristiques hydro-climatiques des régions concernées et à la biogéographie des espèces qui fréquentent les milieux aquatiques (Monti et Legendre, 2009). En conséquence, les outils développés en métropole ne sont pas directement transposables aux conditions locales des DOM-COM.

Les méthodes existantes pour définir les débits écologiques sont nombreuses dans le monde (207 méthodes, Tharmes et al. 2003). En France, le choix s'est porté pour l'application de la méthode des micro-habitats en particulier grâce aux nombreux travaux de recherche effectués par le Cemagref pour faire évoluer les modèles d'habitats existants.

Les premiers modèles d'habitat hydrauliques développés aux Etats-Unis ont incorporé au cours du temps des **modèles hydrauliques numériques** de plus en plus sophistiqués. Ces modèles déterministes nécessitent un travail de terrain (topographie, hydraulique) important et de l'expérience ; ils sont peu adaptés aux écoulements à passages torrentiels fréquents. Face à ces difficultés, une **approche statistique de la modélisation de l'habitat** a été développée depuis une quinzaine d'années dans différents continents (ex : Lamouroux et al. 1999, 2002, 2005). Les modèles d'habitat statistiques qui en résultent (ex du logiciel 'estimhab' - Lamouroux 2002) apportent une alternative intéressante, associée à une mise en œuvre simplifiée sur le terrain. Ce sont les modèles les plus utilisés aujourd'hui en France pour les études concernant la gestion écologique des débits.

Les modèles d'habitat physique fournissent l'habitat favorable disponible à un débit donné en associant un modèle hydraulique aux préférences biologiques des espèces endémiques au cours d'eau considéré.

Le guide a pour vocation de présenter les étapes à suivre pour appliquer le modèle mais sera également un recueil de la connaissance existante sur les espèces aquatiques et les rivières de la Martinique, afin d'enrichir l'expertise/l'interprétation des résultats fournis par la modélisation.

Le guide présente également des **recommandations pour la mise en œuvre de dispositifs de franchissement par la faune**. En effet, la majorité des poissons et macrocrustacés présents dans les rivières des Caraïbes sont des espèces migratrices (généralement migrations de reproductions) qui réalisent une partie de leur cycle en milieu saumâtre et/ou marin. Outre le maintien des conditions d'habitat sur le cours d'eau, il paraît donc nécessaire de veiller au maintien de la continuité hydraulique de la rivière, aussi bien pour la phase de dévalaison (amont-aval) que celle de montaison (aval-amont), afin de permettre aux espèces d'effectuer la totalité de leur cycle biologique.

L'application de la méthode des micro-habitats est illustrée par l'**estimation des débits minimums biologiques** (DMB) au niveau de huit prises d'eau. Les prises sont choisies de manière à représenter les diverses situations pouvant être rencontrées dans le milieu naturel (débit, pente..) et dans l'architecture des prises (seuil, dispositif de franchissement..). Les exploitants des prises choisies pourront ainsi utiliser à des fins réglementaires le DMB défini.

**La réglementation** (article L 432-5 du code de l'environnement, anciennement L 232-5 du code rural) précise que les ouvrages doivent comporter des dispositifs permettant de maintenir un débit minimal dans le lit de la rivière. **La Loi « pêche »** n° 84-512 du 29 juin 1984 concernant la pêche en eau douce, puis le décret n°89-804 du 27 octobre 1989 du Code rural, prescrit le respect d'un

« débit minimum biologique » (ou débit réservé) qui ne peut être inférieur au  $1/40^{\text{ème}}$  du débit moyen inter-annuel (ou module) en aval des ouvrages datant d'avant 1984, et au  $1/10^{\text{ème}}$  du module pour tout nouvel ouvrage.

L'évolution de la législation française, notamment avec l'article R214-1 du Code de l'environnement, relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration (décret n°2007-1760 du 14 décembre 2007), modifiant les décrets n°2006-881 du 17 juillet 2006 et n° 93-743 du 29 mars 1993, oblige les services instructeurs à tenir compte de nouveaux débits, autre que le débit moyen interannuel, comme le débit moyen mensuel sec de récurrence cinq ans (QMNA5) et le débit minimum biologique (DMB).

De plus, l'intégration des dispositions de la nouvelle Loi sur l'Eau dans le Code de l'Environnement précise (article L.214-18) que « *les actes d'autorisation ou de concession peuvent fixer des valeurs de débit minimal différentes selon les périodes de l'année, sous réserve que la moyenne annuelle de ces valeurs ne soit pas inférieure aux débits minimaux fixés en application du I (i.e. le  $1/10$  ou  $1/20^{\text{ème}}$  du module suivant les cas). En outre, le débit le plus bas doit rester supérieur à la moitié des débits minimaux précités.* »

Lors d'un nouveau projet ou d'une réactualisation des titres administratifs de concession et d'autorisation des ouvrages, le débit minimal biologique doit être pris en compte et le débit réservé porté au minimum au  $1/10^{\text{ème}}$  du module si ce n'est pas déjà le cas. Pour les cours d'eau dont le module est supérieur à  $80 \text{ m}^3/\text{s}$ , des décrets du Conseil d'état peuvent fixer ce débit minimal à une limite inférieure qui ne peut se situer en dessous du  $1/20^{\text{ème}}$  du module.

Si des investigations spécifiques montrent que le débit minimal biologique en vigueur est inférieur au seuil légal (au sens de l'article L 232-5 du Code Rural ou de l'article 410 de la Loi Pêche), la valeur légale sera retenue ( $1/10^{\text{ème}}$  du module). Pour les nouveaux ouvrages, la valeur du débit devra être la plus grande des deux valeurs entre le débit minimal biologique et le  $1/10^{\text{ème}}$  du module.

Le **SDAGE révisé (2009) de la Martinique** précise que « le débit en aval immédiat ou au droit d'un ouvrage ne doit pas être inférieur à 20% du module du cours d'eau (débit moyen inter-annuel) tant que le DMB n'a pas été déterminé. Cette règle de 20% du module s'applique sur l'ensemble des cours d'eau sauf à montrer une impossibilité technique et financière d'y parvenir. Une fois le DMB déterminé, le débit en aval ou au droit de l'ouvrage ne doit pas être inférieur à celui-ci(..) Pour les ouvrages existants, ces DMB sont définis avant 2015. Compte-tenu des prélèvements actuels pour la production d'eau potable sur les bassins versants suivants, le respect des 20% du module inter-annuel est un objectif à atteindre à l'horizon 2015 : rivières Capot, Lorrain, Galion, Lézarde, Casenavire, Madame, Monsieur, Blanche. Dans l'attente, le débit ne doit pas être inférieur à 10% du module inter-annuel, conformément à l'article L214-18 du code de l'environnement. La définition des DMB sur les ouvrages de ces bassins versants doit intervenir avant 2015 ».

En **milieu tropical insulaire**, où l'écoulement des rivières se caractérise par des conditions torrentielles et des événements hydrologiques extrêmes, il a été montré que la valeur du  $1/10^{\text{ème}}$  du module est inférieure au débit d'étiage d'une année moyenne, donc une valeur limite peu applicable localement car peu adaptée au maintien des équilibres biologiques.

**Il est donc pertinent de mener des investigations spécifiques afin de fournir une estimation de débit minimum adapté au contexte de chaque rivière.**

L'objectif de la présente étude est donc d'estimer le débit à conserver en aval des différentes prises d'eau, afin de garantir le maintien de la vie aquatique (débit minimum biologique ou DMB), à partir **d'une méthode adaptée prenant en compte les variations du débit (modélisation hydraulique) et la capacité d'accueil potentielle pour la faune aquatique (modèles biologiques)**. Le but de l'étude est également d'étudier l'ensemble des conditions pouvant être rencontrées pour la définition de DMB sur l'île, afin d'obtenir les éléments nécessaires à la **rédaction d'un guide méthodologique**.

Le présent document expose les **résultats de l'étude DMB pour huit prises d'eau en rivière de la Martinique**. Les prises ont été choisies de façon à ce que l'étude couvre les prises dont les volumes prélevés sont les plus importants, et de façon à couvrir la plus grande diversité possible de prises (formes, modes de prélèvements) et de cours d'eau (torrentiel, large).

## 2. Méthodologie

La majorité des poissons et macrocrustacés présents dans les rivières des Caraïbes sont des espèces migratrices (généralement migrations de reproductions) qui réalisent une partie de leur cycle en milieu saumâtre et/ou marin. Outre le maintien des conditions d'habitat sur le cours d'eau, il paraît donc nécessaire de veiller au maintien de la continuité hydraulique de la rivière, aussi bien pour la phase de dévalaison (amont-aval) que celle de montaison (aval-amont), afin de permettre aux espèces d'effectuer la totalité de leur cycle biologique.

La présente étude s'attachera donc également à **prendre en compte la continuité hydraulique de la rivière** :

- En aval des ouvrages : l'objectif est de maintenir un débit réservé suffisant pour assurer la continuité hydraulique ;
- En amont des ouvrages de captage : l'objectif est de vérifier les possibilités de franchissement de l'obstacle. La sectorisation aura préalablement permis de localiser les obstacles naturels.

L'approche méthodologique s'articule comme suit :

- **L'estimation des débits minimums biologiques (DMB)** à conserver en aval des ouvrages afin de maintenir la vie aquatique. Pour cela, une méthode adaptée est proposée. La méthode consiste à décrire puis à simuler en termes de hauteur d'eau, vitesse du courant et granulométrie du substrat les habitats aquatiques disponibles en fonction du débit (modélisation hydraulique), et à évaluer une capacité d'accueil potentielle pour la faune piscicole au moyen de modèles biologiques traduisant les relations entre la présence d'une espèce et plusieurs variables physiques composant son habitat.

Cela permettra ainsi d'apprécier les contraintes subies par les populations de poissons et de macroinvertébrés à différents débits à partir de l'habitat potentiel estimé à l'aide des modèles de microhabitats.

- En l'absence de données spécifiques à la modélisation biologique sur ce secteur, **l'établissement des relations entre la présence des espèces et plusieurs variables** physiques composant son habitat (courbes de préférences).
- **L'expertise des peuplements aquatiques** du secteur d'étude. Un inventaire *in situ* sera mené et les éventuelles données antérieures sur les peuplements seront prises en compte (lorsqu'elles sont disponibles), afin de préciser les peuplements (poissons et macrocrustacés) actuellement présents.

# 2.1. Définition des débits biologiques

## 2.1.1. Généralités

Afin de satisfaire la demande en eau et préserver la ressource dans un contexte où la pression sur la ressource est accrue (augmentation de la population, variabilité climatique intensifiée...), les gestionnaires de l'eau sont amenés à trouver des compromis entre une gestion durable et socio-économiquement viable. Par ailleurs, les objectifs environnementaux de la Directive Cadre Européenne (DCE) conditionnent les nouvelles concessions et leur renouvellement suivant le respect d'un débit minimum biologique (DMB) à l'aval des ouvrages (box1).

Dans ce but, les modèles d'habitat sont des outils d'aide à la gestion quantitative de la ressource. Ils permettent de prédire la réponse de l'écosystème à des changements de débits.

### Box 1

**Débit écologique** : notion globale qui intègre la prise en compte des impacts de la gestion sur l'écosystème aquatique dans un contexte socio-économique

**Débit minimum biologique** : notion apparue suite à la loi du 3 janvier 1992 en vue d'assurer le développement de l'écosystème aquatique/ de préserver le bon fonctionnement de l'écosystème pour les espèces aquatiques, principalement les poissons

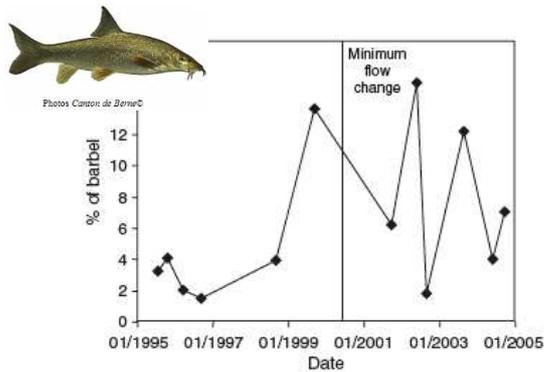
**Débit réservé** : notion apparue dans la loi «pêche» du 29 juin 1984 qui s'applique à l'aval des ouvrages. Ce débit doit être égal au minimum au dixième du débit moyen interannuel (module) pour les ouvrages nouveaux et quarantième du module pour les ouvrages antérieurs. Il est équivalent au DMB ajouté des débits de prélèvements connu à l'aval des ouvrages

*Lien pour plus de détails : [www.eaufrance.fr](http://www.eaufrance.fr)*

L'écosystème aquatique est une structure complexe au sein duquel s'opèrent divers processus à l'échelle du temps et de l'espace. La biodiversité peuplant l'écosystème est un indicateur de son état de « santé ». Ainsi, l'évaluation des réponses écologiques à un changement de débits est non seulement importante pour comprendre la variabilité naturelle existante mais également pour en déterminer l'impact de la gestion des débits à moyen et long terme. En particulier, des préférences hydrauliques de certaines espèces aquatiques en réponse à une altération du débit ont été observées et ont consolidé les travaux de recherches dans le domaine (Box 2 - Exemple de Pierre-Bénite dans le Rhône).

**Box 2**

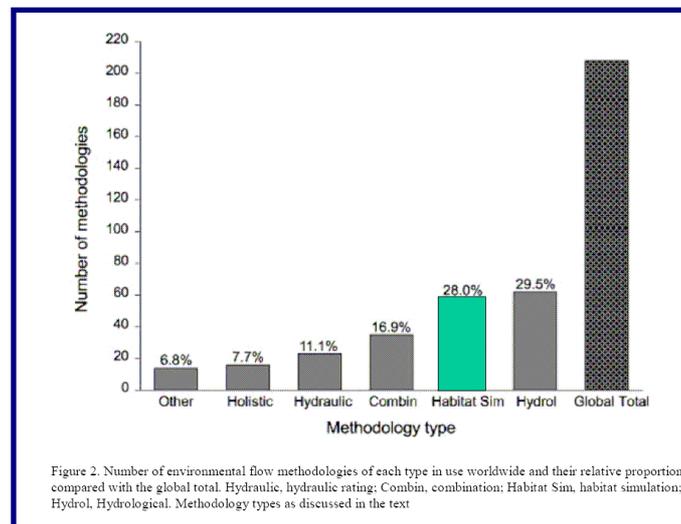
Le suivi du peuplement piscicole de 1995 à 2005 sur un bras court-circuité du Rhône à Pierre-Bénite (Lamouroux et al., 2006) a mis en évidence que la modification du débit réservé (multiplié par 10) avait des conséquences sur la structure des peuplements. Ci-dessous, la proportion de barbeau au sein du peuplement piscicole au cours de la période d'étude.



Ces modèles présentent tout de même des limites dans la prédiction des changements à long terme, dans la mesure où des incertitudes scientifiques persistent sur les dynamiques des populations et la qualité des données requises.

## 2.1.2. Aperçu des méthodes permettant de définir les débits biologiques

Plus de 207 méthodes ont été inventoriées dans le monde par Tharme *et al.* en 2003 qui peuvent être regroupés selon 4 catégories majeures: hydrologique, hydraulique, simulation de l'habitat physique et holistique (Figure 1).



**Figure 1.** Répartition de l'utilisation de différentes méthodologies existantes pour la détermination du DMB (Tharme *et al.*, 2003)

Une des premières méthodes, encore largement utilisée dans le monde, est de type **hydrologique**. Le principe de cette méthode était de fixer le débit réservé à des pourcentages du débit naturel (e.g. méthode de Tennant, 1976), associés à des appréciations qualitatives de l'impact sur l'environnement. C'est de cette approche qu'est apparue dans la législation française la nécessité de laisser les 10% du débit médian à l'aval des ouvrages. Toutefois, cette approche ne prend pas en

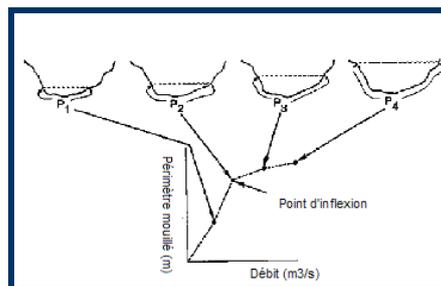
compte la variabilité du régime naturelle de la rivière. Ce n'est que récemment que d'autres modèles ont vu le jour (e.g. Range of Variability Approach - Richter et al., 1997 ; cf. Figure 3, à gauche) intégrant des caractéristiques, tels que l'amplitude et la fréquence des événements hydrologiques. Le principal inconvénient de la méthode est qu'elle nécessite de nombreuses données pluviométriques.

Par la suite, la **méthode hydraulique** a concentré les efforts d'échantillonnage à l'échelle du tronçon à différents débits dans le but de préserver des paramètres hydrauliques clefs de l'écosystème, tels que le périmètre mouillée (e.g. 60% pour la méthode basque ; cf. Figure 2) ou de la hauteur d'eau (e.g. 20cm au minimum pour la méthode Suisse).

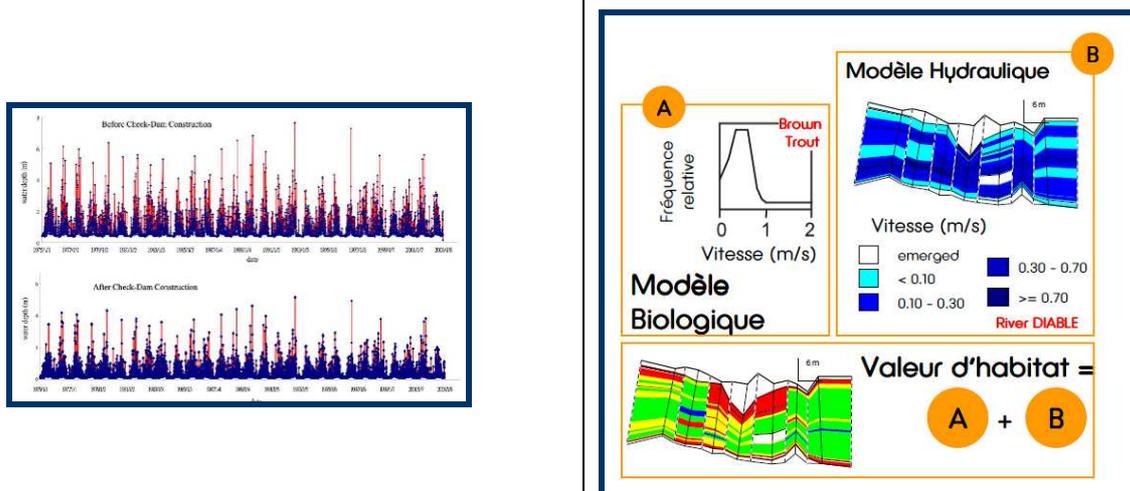
Au fil des études, la volonté de rajouter du réalisme biologique et de quantifier la réponse de l'écosystème, a laissé voir le jour à la **méthode des micro-habitats**. Cette méthode a conduit à l'établissement de **modèles d'habitat** qui fournit la valeur de l'habitat physique favorable et disponible pour une **espèce cible** sur un **tronçon** d'étude. Ce type de modèle s'est avéré particulièrement adapté pour rendre compte des interactions multiscales au sein de l'écosystème. En effet, ces modèles résultent de l'association d'un **modèle hydraulique** à des **préférences biologiques**, dont l'interprétation est faite dans un contexte d'étude du régime hydrologique (cf. Figure 3, à droite).

L'ensemble de ces méthodes se basent sur une connaissance du milieu relativement bonne tant d'un point de vue biologique qu'hydrologique. Le cas échant, lorsque les données sont indisponibles par fautes de temps et de moyen, seule une approche qualitative hiérarchisée, dite encore **méthode holistique**, permet avec l'intervention d'un panel multidisciplinaire d'experts de définir des débits écologiques (e.g. méthode ELOHA, Poff et al. 2009).

### Box 3



**Figure 2.** Relevés de 4 périmètres mouillés (extrait de Stalkaner, 1995)



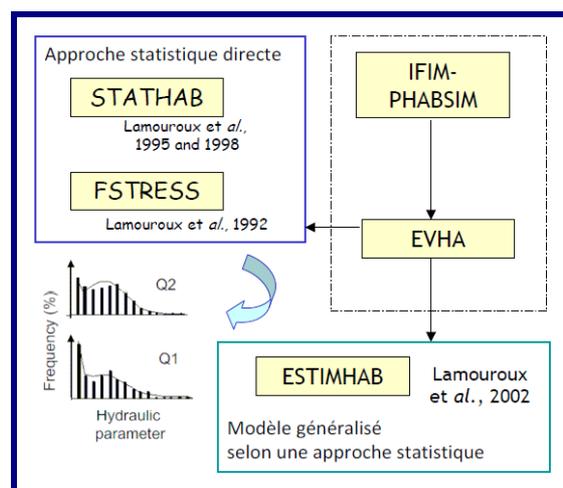
**Figure 3.** A gauche : Exemple d'application de la méthode hydrologique, avec en haut le régime naturel à l'aval du barrage et en bas le régime artificiel diminué en amplitude mais de même variabilité.

A droite : principe de la méthode des micro-habitat, A : courbes de préférences, B : distribution des vitesses sur le tronçon d'étude donné par le modèle hydraulique à un débit donné

Le choix d'une méthode dépend en particulier du contexte socio-économique et environnemental. Entre autre à quelle échelle s'intéresse-t-on dans la gestion des débits ? Quel sont les données disponibles et donc les incertitudes/limites de la méthode ? Quels sont les moyens techniques, humains et financiers pour définir ces DMB ? Enfin, il est important dans la démarche d'estimation des DMB de définir les objectifs de gestion. Quelle altération des rivières est acceptable? Quel compromis économique-écologique est souhaitable par la société? En particulier, l'estimation et l'application des débits écologiques est un processus adaptatif, qui nécessite l'implication des différents acteurs (industriels, publics...).

## 2.2. Une approche statistique de la méthode des micro-habitats

Les premiers modèles d'habitat ont fait l'objet de nombreuses applications et validations aux USA (PHABSIM, Bovee 1982) et en Europe (e.g. France : EVHA, Ginot 1998). Bien que **l'approche classique** permette une spatialisation de la valeur d'habitat (cf. Figure 4, à droite), le calage du modèle hydraulique nécessite de nombreuses données conduisant à la mise en application d'un protocole lourd et coûteux en temps et en ressources (humaines et économiques) et dont le domaine de validité est limité aux rivières peu torrentielles. Ainsi, des efforts de recherches au fil des années se sont portés sur le développement du modèle hydraulique. Certes leur sophistication vers des modélisations 2D/3D ont permis d'améliorer les résultats, toutefois le gain en précision contre l'effort d'échantillonnage réalisé n'est pas toujours justifiable. De nouvelles méthodes de simplification de données ont vu le jour avec **l'approche statistique** des modèles hydrauliques. Le logiciel utilisé à l'échelle nationale, **Estimhab**, est une généralisation des observations d'EVHA. Validé dans d'autres rivières tempérées (e.g. en Nouvelle-Zélande, Lamouroux et al, 2005), ce type d'approche permet de s'affranchir des hypothèses classiques des modèles hydrauliques déterministes et rend compte des tendances de la distribution des paramètres clefs structurant l'habitat (tels que la vitesse, la hauteur et le substrat). Toutefois, aucune visualisation n'est disponible dans ce cas là.



**Figure 4** : Type de modèles d'habitat – encadré en trait plein présente les logiciels produit par le Cemagref et basé sur une approche statistique

Les **limites d'application** de ces modèles d'habitat sont particulièrement dues à la connaissance encore limitée des préférences biologiques de certaines espèces. En zone tempérée, les courbes de préférences des principales espèces piscicoles ont été le résultat de suivis des peuplements à long

terme (e.g. Lamouroux et al., 1999), ce qui permet l'utilisation de modèle généralisé (réf. logiciel Estimhab, Lamouroux et al., 2002). Toutefois, lorsque les espèces sont spécifiques à une région, l'emploi des modèles généralisés n'est possible que pour une gamme d'espèces appartenant à la même guild. Une nouvelle génération de modèle alors plus souple (approche statistique directe relative au modèle hydraulique qui permet d'intégrer de nouvelles courbes de préférences, e.g. logiciel STATHAB) apparaît comme adaptée pour mettre en application la méthode des micro-habitats dans les zones où les préférences des peuplements ont été encore peu étudiées.

Ainsi, les modèles d'habitat sont des outils d'aide à la gestion des débits qui fournissent une valeur d'habitat favorable à une espèce cible. Toutefois, des précautions sont à prendre : ces modèles ne prédisent pas la disparition d'une espèce en particulier, car ils restent entachés d'incertitudes quand au changement des structures des populations aquatiques et ne saurait être viable sans la prise en compte du contexte écologique et hydrologique du site étudié.

## 2.3. Etat des connaissances aux Antilles

La détermination des DMB est d'autant plus particulière pour les milieux insulaires qui présentent des spécificités hydrologiques et géographiques bien caractéristiques et encore peu connues.

### 2.3.1. Les événements climatiques extrêmes

La particularité des petites Antilles est une biodiversité limitée dû à une biozoogéographie récente (Darlington, 1957) et un régime hydrologique marqué par de forts événements pluvieux. Le caractère imprévisible des événements climatiques extrêmes ont rendu les milieux d'eau douce relativement hostiles. Toutefois au fil du temps, des espèces marines se sont adaptées pour coloniser les rivières. L'adaptation en milieu d'eau douce n'est pas complète et il en résulte un cycle de vie complexe pour la plupart de ces espèces qui réalisent de régulières migrations entre l'amont et l'aval des bassins (Figure 5).

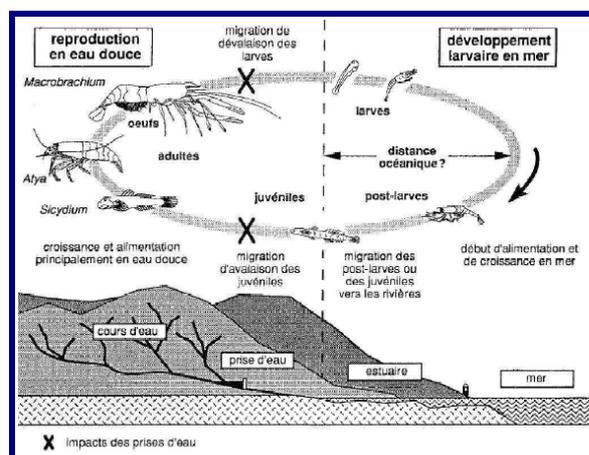


Figure 5. Cycle de vie des espèces migratrices dites diadromes

Le peuplement des crevettes est le plus abondant dans ces milieux insulaires aux conditions climatiques extrêmes, et seules quelques espèces de poissons se rencontrent en grand nombre (Tableau 1).

**Tableau 1.** Liste des espèces abondantes et communes aux jeux de données disponibles en Guadeloupe et en Martinique (indiquées aussi par \*) (source Monti, D. de l'UAG et Asconit Consultants)

GUADELOUPE		
groupe	code	espèce
crustacé	AIN*	<i>Atya innocous</i>
poisson	AMO	<i>Agonostomus monticola</i>
poisson	ARO	<i>Anguilla rostrata</i>
crustacé	ASC*	<i>Atya scabra</i>
poisson	AWS	<i>Awaous sp</i>
poisson	EPE	<i>Eleotris perniger</i>
poisson	GOB	<i>Gobiesox sp.</i>
crustacé	MCR*	<i>Macrobrachium crenulatum</i>
crustacé	MFA*	<i>Macrobrachium faustinum</i>
crustacé	MHE*	<i>Macrobrachium heterochirus</i>
crustacé	MPO*	<i>Micratya poeyi</i>
poisson	SIC*	<i>Sicydium sp.</i>
crustacé	XEL*	<i>Xiphocaris elongata</i>
MARTINIQUE (ou *)		
groupe	code	espèce
crustacé	AIN	<i>Atya innocous</i>
crustacé	ASC	<i>Atya scabra</i>
crustacé	MCR	<i>Macrobrachium crenulatum</i>
crustacé	MFA	<i>Macrobrachium faustinum</i>
crustacé	MHE	<i>Macrobrachium heterochirus</i>
crustacé	MPO	<i>Micratya poeyi</i>
poisson	SIC	<i>Sicydium sp.</i>
crustacé	XEL	<i>Xiphocaris elongata</i>

Ces espèces jouent un rôle important dans l'écosystème des rivières (Covich et McDowell, 1996). Ce sont par ailleurs de très bons indicateurs de l'intégrité de l'écosystème à long terme du fait de cette migration régulière depuis l'embouchure des rivières aux têtes des bassins et de leur abondance.

En dehors du contexte caribéen, des problématiques similaires sont rencontrées dans l'Océan Indien (Ile de la Réunion, Mayotte, Ile Maurice...) étant donné la similitude des espèces de certaines familles et la spécificité des sites et de l'hydrologie. Pour les espèces les plus abondantes, il s'agit des Gobiés/Gobiidae et des crustacés Palaemonidae du genre *Macrobrachium* et *Atyidae* (Keith, 2003).

Pour ne citer que le cas des autres DOM, qui sont soumis aux mêmes impératifs législatifs qu'aux Antilles (DCE) concernant la définition des DMB, divers programmes de recherches sont actuellement en cours. Ils visent à développer des connaissances de bases sur les espèces potentiellement indicatrices dans ces milieux. Dans le cas de l'île de la Réunion, la population de l'espèce *Sicyopterus lagocephalus* ou encore son homologue *Cotylopus acutipinnis* appartenant à la famille des Gobiidae migrateurs présentent des caractéristiques comparables à l'espèce *Sicydium plumieri* en termes d'abondances, et de distribution altitudinale.

Deux saisons caractérisent le régime hydrologique : une époque des basses eaux (« le carême » de février à mai) et de hautes eaux (« période d'hivernage » de septembre à décembre). Cette dernière saison s'accompagne en général de la dévalaison massive des stades juvéniles qui se développent (premier stade du cycle de vie) en zone d'estuaire pour la plupart.

Les stratégies adaptatives pour la survie, la reproduction et l'alimentation sont principalement de deux natures :

- ✓ une migration passive (par dérive sans organe de mobilité) ou active (dérive avec oscillation dans la colonne d'eau) avec des pics crépusculaires,
- ✓ et une évolution physiologique spécifique avec entre autres moins de stades larvaires, de plus petits œufs, un rostre plus ou moins développé suivant les espèces et leur localisation...

Toutefois, leur écologie est encore mal connue et on retiendra en particulier pour définir les DMB leurs facteurs de distribution qui sont:

- ✓ l'absence ou la présence de prédateurs (Covich et al. 2009)
- ✓ la capacité des espèces à franchir les obstacles
- ✓ et la capacité à changer d'alimentation (March et al, 2003; Greathouse and Pringle, 2006)

Ainsi, les espèces se répartissent selon une zonation altitudinale, fortement dépendante de l'impact anthropique affectant les rivières.

Il est à souligner en particulier que l'impact des barrages et des prises d'eau sur les peuplements sont :

- ✓ une perte des frayères conséquence du colmatage, aussi bien à l'amont (réduction des vitesses au niveau du remous du seuil) qu'à l'aval (réduction du débit et donc des capacités de transport) de l'aménagement ;
- ✓ des modifications dans les caractéristiques des peuplements de macroinvertébrés benthiques, source importante de nourriture ;
- ✓ une barrière à la migration amont/aval ;
- ✓ l'accentuation des étiages qui favorise les espèces généralistes
- ✓ l'engouffrement des juvéniles dans les conduites d'aménées lors de la dévalaison (Fiévet et al. 2001 )
- ✓ la perte du « fil » de l'eau lors de la montaison

Le choix des espèces cibles pour l'application des modèles d'habitat est le plus souvent basé sur les espèces abondantes et ayant un rôle dominant dans l'écosystème considérée. Dans le cas de la Réunion, les recherches de l'ARDA et du CNRS se sont portées sur les Gobiidae, alors qu'à Puerto Rico, dans la forêt Luquillo, le choix s'est porté sur le groupe des crevettes (Scatena et Johnson, 2001).

## **2.3.2. L'hydraulique des rivières martiniquaises**

Le relief martiniquais met en évidence deux types de régions selon les hydro-écorégions définies dans le cadre de l'application de la DCE:

- HER1 : une région montagneuse au Nord de l'île marquée par de fortes pentes (> 5%) et soumise à de fortes pluies (> 2 000 mm, pluie interannuelle basée sur la moyenne cumulée sur 10 ans)
- HER2 : une région de plaine au climat plus sec située au Sud de l'île.

Les rivières martiniquaises rencontrées dans le HER1 sont caractérisées par des séquences de **cascades/baignoires**, où la taille des particules du lit est relativement hétérogène et supérieure au double de la hauteur d'eau, tandis que les rivières de HER2 sont plutôt caractérisées par des séquences de type **rapide/mouille**.

Les conditions hydrauliques de ces rivières sont relativement complexes du fait de la présence de **fortes turbulences**, conséquence des forts débits et de la forte hétérogénéité du substrat. Outre la simplicité des données d'entrées du modèle d'habitat statistique requises, dans ces conditions de **forte turbulence** et de **nouvelles espèces biologiques** (différentes de celles rencontrées en métropole) l'approche statistique du modèle d'habitat est d'autant plus pertinente.

Ainsi, les modèles d'habitat apparaissent comme un outil adapté et recommandé à la gestion des débits dans le contexte des rivières de la Martinique.

## **2.3.3. L'état des connaissances relatives aux courbes de préférences en Martinique**

En Martinique, les données **existantes** pour les courbes de préférences sont issues des travaux de Louise Simonnet sur les rivières du Galion, Monsieur et Blanche dans le cadre de son stage de master (2008), et ceux d'Asconit Consultants (2009) dans le cadre de la définition des DMB pour la rivière Capot-Falaise et la rivière Lézarde, réalisé pour le compte du Conseil Général.

L'acquisition de ces données a été réalisée de deux manières différentes. L'étude de Simonnet (2008) repose sur un échantillonnage systématique qui consiste à effectuer des pêches dans des quadrats de 4m<sup>2</sup> contiguës, méthode développée par Monti (comm.pers.), auxquelles sont associées des mesures de vitesses moyennes, de hauteurs moyennes, et une description du substrat dominant et du type de faciès.

La méthode mise en œuvre par Asconit Consultants est un échantillonnage aléatoire sur des surfaces de 1m<sup>2</sup> avec des pêches par point, (méthode dite par EPA) auxquelles sont également associées une mesure de vitesse et de hauteur ponctuelles, et une description de substrat et du type de faciès.

Par ailleurs, la constitution des courbes de préférences dans le premier cas repose sur l'évaluation

de l'occurrence de l'espèce alors que la seconde se base sur les effectifs capturés. Ces deux méthodes permettent effectivement de souligner les préférences de l'espèce considérée par rapport à ces variables hydrauliques. Toutefois, la méthode adoptée par Asconit permet une caractérisation de l'habitat plus précise ce qui pourra conduire à décrire des gammes de préférences plus fines pour les espèces les plus exigeantes.

Dans les deux jeux de données, la pratique commune est un échantillonnage **amont/aval** de la prise qui permet de mettre en évidence les capacités de franchissabilité des espèces.

Les connaissances issues de ces deux études sont compilées dans le tableau suivant:

**Tableau 2.** Connaissances sur les préférences des espèces, en termes de hauteur d'eau, vitesse et granulométrie

Taxon	CODE	Rivière	H cm	V cm/s	Granulométrie	
					e	Facès
<i>Sicydium sp.</i>	SIC	Galion, Monsieur, Blanchex2	10-30	> 50	grossier	lotique
		Lézarde et Falaise Capot	30-50	60-100	grossier	
<i>Poecilia</i>	POE	Galion, Monsieur, Blanchex2	< 40	< 40		
<i>Mch. heterochirus</i>	MHE	Galion, Monsieur, Blanchex2	10-40	>60	gros rochers	lotique
<i>Mch. faustinum</i>	MFA	Galion, Monsieur, Blanchex2	10-50	10-70	pas préf.	pas préf.
		Lézarde et Falaise Capot	20-50	10-30	grossier	
<i>Atya innocous</i>	AIN	Galion, Monsieur, Blanchex2	10-40	40-60	grossier	
		Lézarde et Falaise Capot	40-50	60-70	grossier	
<i>Atya scabra</i>	ASC	Galion, Monsieur, Blanchex2	10-40	>30	grossier	
<i>Micratya poeyi</i>	MPO	Galion, Monsieur, Blanchex2	pas préf.	pas préf.	pas préf.	
<i>Xiphocaris elongata</i>	XEL	Galion, Monsieur, Blanchex2	40-50	<30	blocs	plat courant
<i>Palaemonidae juvénile</i>	MCH_j	Galion, Monsieur, Blanchex2	pas préf.	pas préf.	pas préf.	

Ce tableau présente les préférences pour les espèces les plus abondantes et d'intérêt patrimonial. Il met également en évidence que les résultats des études ne concordent pas toujours (ex. gamme de hauteur d'eau préférentielle pour les *Sicydium* diffère entre les 2 études). Ces différences peuvent être imputées au fait que les rivières étudiées ne sont pas soumises aux mêmes contraintes environnementales (disponibilité des ressources trophiques, pollution...), mais aussi au type d'échantillonnage.

A ce propos, les travaux réalisés par Asconit Consultants pour prescrire les DMB des rivières de Martinique ont consisté à comparer les préférences des mêmes espèces entre la Guadeloupe et la Martinique, les modèles de préférences étant établis pour la Guadeloupe (avec la participation du Cemagref). Il en résulte des similitudes. Les travaux de recherches dans le cadre de la thèse de V. Girard (fin 2012) viendront alors conforter ou non ces observations, en vu d'avoir éventuellement des modèles de préférences consistants et robustes à l'échelle régionale. A savoir que D. Monti (UAG) dispose également d'un jeu de données important mis à disposition pour cette thèse.

Il faut faire une distinction entre espèce cible et espèce patrimoniale :

- Le choix des espèces cibles pour l'application des modèles d'habitat est le plus souvent

basé sur les espèces abondantes et ayant un rôle dominant dans l'écosystème considérée. Dans le cas de la Réunion, les recherches de l'ARDA et du CNRS se sont portées sur les Gobiidae, alors qu'à Puerto Rico, dans la forêt Luquillo, le choix s'est porté sur le groupe des crevettes (Scatena et Johnson, 2001).

- Le choix des espèces patrimoniales s'effectue en fonction d'une volonté de protection au sein d'un territoire. Cette volonté peut provenir de diverses origines : espèce d'intérêt halieutique, espèce d'intérêt traditionnel (identique à l'intérêt halieutique en Martinique) ou espèce d'intérêt pour la biodiversité. Dans ce dernier cas, il peut s'agir d'espèces endémiques des petites Antilles (ex : Rivulus cryptocallus) ou d'espèces rares. Dans le cas de figure de la Martinique, l'intérêt halieutique est prépondérant, c'est pourquoi, ce sont principalement les espèces pêchées qui sont reconnues patrimoniales. Dans cette catégorie, apparaissent principalement:
  - Sicydium sp. : Colle Roche ou loche (dont les juvéniles forment une majorité du titiri)
  - Macrobrachium carcinus : Z'habitant ou Ouassous
  - Macrobrachium crenulatum : Queue rouge ou Queue de Madras
  - Macrobrachium heterochirus : Grand Bras
  - Atya innocous et scabra : Boucs

Notons que les autres espèces patrimoniales ne sont pas aisément utilisables dans le calcul des DMB en raison :

- De leur écologie n'occasionnant pas de problèmes de franchissement : c'est le cas de l'espèce endémique Rivulus cryptocallus (Poisson gale) ou Eleotris perniger inféodé aux milieux calmes dans le cours aval ou médian.
- De leur caractère rare : comme le Gobiesox nudus (Têtard) qui n'a pas été suffisamment pêché pour obtenir des courbes d'habitat suffisamment robustes pour un usage en routine.
- D'une manière générale, la connaissance sur l'écologie des espèces est encore parcellaire pour un grand nombre d'entre elles et ne permet donc pas de mettre en œuvre des calculs de DMB.

## **2.3.4. Méthodes utilisées dans les Caraïbes pour déterminer les DMB**

Dans l'état actuel de sa validation en France, la méthode des microhabitats (EVHA) doit être préférentiellement réservée aux cours d'eau à Truite (hors torrents de montagne), et aux cours d'eaux mixtes à dominante salmonicole.

Les limites d'application de la méthode peuvent être résumées par les caractéristiques suivantes :

- Pente comprise entre 2 et 50‰,
- Largeur inférieure à 20 m,
- Module inférieur à 30 m<sup>3</sup>/s,
- Température estivale inférieure à 20°C,
- La présence d'une section de contrôle, c'est-à-dire d'un transect dont le niveau d'eau n'est pas contrôlé par l'aval. Généralement, les cascades, les seuils ou à défaut les radiers très marqués présentent les meilleures caractéristiques pour ces sections de contrôle.

Dans la caraïbe, les études qui ont été menées sur les débits minimums sont présentées dans le tableau 3.

Dans la pratique, les rivières de Martinique sont relativement pentues en région montagneuse avec une alternance de faciès du type cascade-baignoire/mouille contrairement aux rivières des plaines du Sud de l'île qui présentent alternativement des séquences du type rapide-mouille (Chandesris et al. 2005). L'application d'un modèle hydraulique déterministe dans des rivières torrentielles ne permet pas de vérifier les hypothèses ; ainsi l'approche hydraulique statistique reste la méthode la plus adaptée à ces rivières. Toutefois, à l'heure actuelle pour les rivières de montagnes, nous sommes dans les limites d'application du modèle (thèse CIFRE en cours sur l'élargissement du domaine d'application,). A ce titre, il est alors préconisé de conforter les résultats de l'application du modèle à ceux issus d'une deuxième station également représentative du tronçon d'étude. D'autres possibilités pourraient être envisagées, telles que l'augmentation du nombre de points de mesures. Enfin, les événements hydrologiques extrêmes que peuvent connaître ces milieux suggèrent également de réaliser plus de deux campagnes pour affiner les résultats d'extrapolation à différents débits (basé sur le principe des courbes de tarage en hydrologie)

**Tableau 3.** Exemples d'études relatives aux débits « minimums » (biologique) réalisées sur des cours d'eau au sein des zones humides tropicales. ISF : débit minimum (biologique) ; Q : fréquence de débit (extrait de Scatena and Jonhson, 2001)

Location (reference)	Environment drainage area	Method	Operating rules
Caribbean National Forest, Puerto Rico (Hansen et al. 1985)	Mountainous, Subtropical moist to rain lifezones Drainage area = 1.3 km <sup>2</sup> -8 km <sup>2</sup>	Duration of historical streamflows	ISF = base flow minimum + 20% of all flows above baseflow minimum. Baseflow minimum for ecosystem maintenance = Q90; swimming = Q70-Q80; scenic = Q50-Q60; research = Q100
Rio Icacos, CNF, Puerto Rico (ENSR Consulting 1991)	Mountainous, Subtropical moist to rain lifezones Drainage area = 3.3-7.3 km <sup>2</sup>	PHABSIM and historical streamflows	Average lowest daily flow during the dry season as estimated from a 10-year discharge record
Rio Culebrinas, Puerto Rico (internal Dept. of Natural Resources, Puerto Rico report)	Subtropical moist to wet lifezone 184-251 km <sup>2</sup>	Historical low flows	ISF requirement recommended as historical daily low flow from 30-year record.
Rio Mameyes at Palmer, Puerto Rico (internal Dept. of Natural Resources, Puerto Rico report)	Coastal plain site draining 30 km <sup>2</sup> of subtropical moist to rain lifezones	Duration of historical low flows	Extraction limited to Q99 with a minimum flow constraint of Q99
Rio Grande de Arecibo, Puerto Rico (PRASA 1995)	Coastal plain reach draining 520 km <sup>2</sup> of subtropical moist to wet lifezones	Historical flows and hydrologic Budget	Minimum flow = water required to maintain recharge from river to ground water + freshwater inflow needed to maintain the "ecological integrity" of the estuary.
Miyama Hills Reservoir, Guam (Payne and Associates 1990)	Coastal plain, low gradient (1%) stream	PHABSIM	Flows between 0.4-0.7 cfs needed to maintain highest level of usable area. Recommended flow release of 0.5 cfs was recommended
Wailuaiki hydroelectric project, Maui, Hawaii (Payne and Associates 1987)	Montane, slope of volcanic crater	PHABSIM	ISF of 20 to 36% mean annual flows (28-113 l/s) was recommended to maintain aquatic resources.
Lumaha'i River, Kauai, Hawaii (Payne and Associates 1987)	Mid-elevation and coastal plain streams	Habitat utilization criteria	<i>Atya bisulcata</i> utilizes depths of 0.25-1.5 ft, velocities <0.5 cfs

D'un point de vue du modèle biologique, étant donné la spécificité des espèces dulçaquicoles de la Martinique, **le logiciel Estimhab n'est pas utilisable**, car il résulte de l'analyse statistique des données acquises pour les espèces de poissons des rivières tempérées. En revanche, **le logiciel Stathab**, basé également sur une approche hydraulique statistique **permet l'intégration des préférences hydrauliques de nouvelles espèces** et la mise en œuvre du protocole reste la même.

A ce jour, les données acquises au cours des études DMB ou complémentaires permettront à terme d'établir des courbes de préférences hydrauliques pour les espèces endémiques à la Martinique comme il a été fait en Guadeloupe (en cours de validation). Des études annexes (e.g. L. Simonnet, 2008) et des comparaisons régionales (avec la Guadeloupe) permettent également de conforter les préférences ponctuellement mises en évidence lors des inventaires sur les prises d'eau.

Ainsi, les atouts de cette méthode reposent sur deux points :

- Le développement de courbes de préférence pour un large panel d'espèces aquatiques (poissons et macrocrustacés) : **les courbes de préférences sont bâties à partir des inventaires faunistiques de la présente étude et des investigations antérieures**
- La **simplification des variables d'entrée des modèles** : des modèles d'habitat statistiques ont pu être développés par l'analyse des nombreuses applications des modèles d'habitat classiques et ainsi permettre d'identifier les caractéristiques hydrauliques moyennes des tronçons gouvernant la valeur d'habitat ;

Contrairement aux résultats d'Estimhab, Stathab présente l'évolution séparée des trois variables (Hauteur d'eau, Vitesse du Courant et Granulométrie du Substrat) en fonction du débit. Pour **ce qui est de la vitesse du courant, on simule alors le Volume Potentiellement Utilisable (VPU)** alors que **pour la hauteur d'eau et le substrat, Stathab simule les Surfaces Potentiellement Utilisables (SPU)**. Cette contrainte complique un peu l'interprétation des résultats mais ne les modifie pas.

## 2.4. Méthodologie générale

---

### 2.4.1. Hypothèses de travail et pré-requis

L'application des modèles d'habitat repose sur une certaine connaissance du milieu et fait ainsi cas d'un nombre d'hypothèses ou/et étapes préliminaires.

Dans un premier temps, il est conseillé de connaître les capacités de régénérescence du milieu spatialement et temporellement.

En effet, à partir de quelle distance de la prise la rivière récupère-t-elle un débit satisfaisant à son équilibre ? Ou encore, quelle est la fréquence et magnitude des événements pluvieux qui permettent de recouvrir un débit donné ?

Par ailleurs, d'un point de vue biologique, il est important de comprendre qu'elle est la tolérance de l'espèce à ce stress hydrique, en particulier d'un point de vue temporel (durée).

## 2.4.2. Collecte des données – les étapes

### Etape 1 : Choix des stations représentatives

#### \* Généralités

Il est important de déterminer les objectifs de l'étude avant de faire le choix du tronçon.

La mise en œuvre des modèles d'habitats peut être envisagée dans les cas de :

- ✓ la restauration de cours d'eau (reméandrage, suppression de seuil) ;
- ✓ la définition des débits minimum biologiques à l'aval des ouvrages
- ✓ l'évaluation des volumes prélevables.

Dans le deuxième cas, l'échelle d'étude de la station dépendra effectivement des connaissances sur la récupération du cours d'eau d'un débit suffisant pour l'espèce. Entre autre, une étude spécifique telle que réalisée à l'aval des ouvrages, ne nécessite pas une extrapolation des résultats. Elle se destine à une étude de petite échelle. En revanche, dans d'autres cas d'études, portée sur l'ensemble d'une rivière, il sera alors important d'envisager une étude macro avec le choix d'un site représentatif afin d'extrapoler les résultats à plus large échelle.

Deux cas de figure se présentent :

- ✓ celui des larges bassins : linéaire long où les apports latéraux sont faibles ou inexistantes
- ✓ celui des petits bassins : linéaire petit, avec hypothèse d'une régénérescence rapide

#### \*Mise en œuvre

Il est nécessaire de faire le choix d'une station représentative du tronçon de rivière étudiée. En général, les séquences de faciès de type rapide/mouille s'alternent tout les 6 à 7 fois la largeur mouillée (de plein bord). On fera en sorte de choisir deux séquences rapide/lent. Dans le cas où il est difficile d'identifier ce type de faciès, en particulier quand le gradient de la rivière est fort, on fera en sorte de faire des relevés sur une longueur de l'ordre de 10 à 40 fois la largeur mouillée, suivant les conditions d'accès.

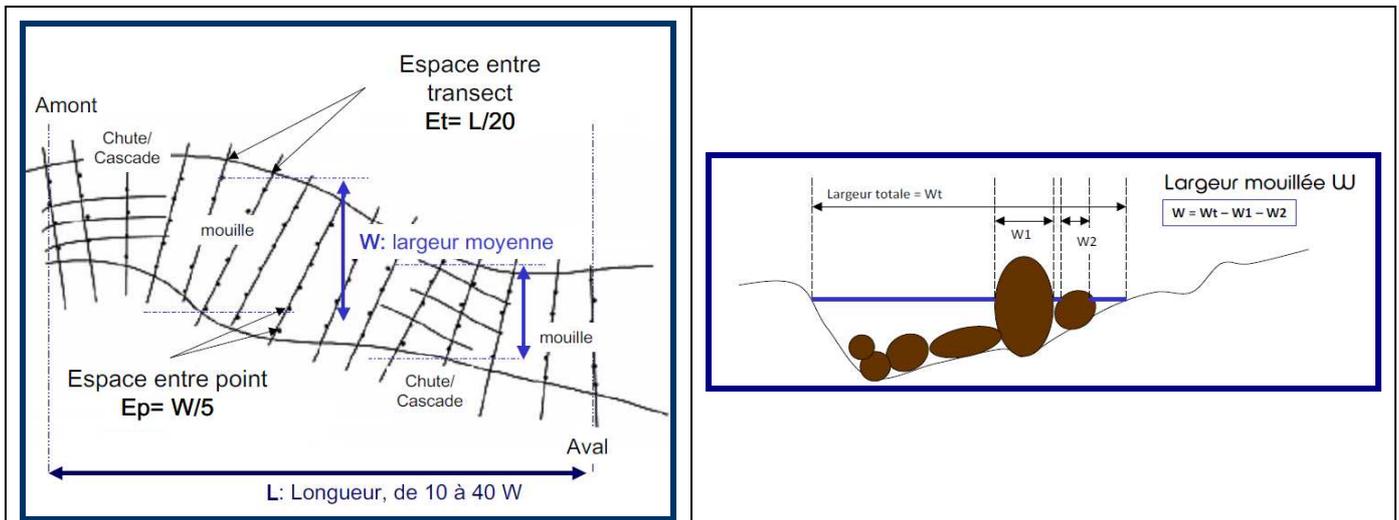
### Etape 2 : Définition de la stratégie d'échantillonnage

#### \* dans l'espace :

Dans une approche statistique, les mesures doivent être prises de manière indépendante. De ce fait, on échantillonnera les données hydrauliques et morphologiques suivant une grille dont l'espacement entre les transects ( $E_t$ ) sera égal à la longueur de la station divisée par 20 ( $L/20$ ) et l'espacement entre les points ( $E_p$ ) sera la largeur moyenne divisée par cinq ( $W/5$ ), de sorte qu'au total 100 points de mesures soient effectuées.

#### \*dans le temps :

L'échantillonnage se fera à deux débits différents de sorte que la détermination des paramètres qui servent à l'interpolation des caractéristiques moyennes du tronçon ( $H$ ,  $W$ ) soit la plus précise.



Le modèle est basé sur des relations de géométrie hydraulique qui sont peu pertinentes pour :

- ✓ des régimes de pleins bords
- ✓ à très faible débits, soit quand le rapport entre la taille moyenne des particules qui constituent le fond du lit et la hauteur d'eau devient trop grand. Les écoulements ont alors tendance à serpenter entre les éléments du substrat, configuration qu'il devient très difficile voire impossible à modéliser

Ainsi, une étude hydrologique est idéalement souhaitable pour déterminer la gamme de modélisation et d'échantillonnage.

La difficulté dans les milieux insulaires est la réalisation de mesure à débits constants et de cerner la période pour laquelle les débits souhaités sont présents.

### Etape 3 : Mesures hydrauliques

Au niveau de chaque transect, il conviendra de faire une mesure de la largeur mouillée, et sur chacun des points, une mesure de la hauteur d'eau devra être réalisée.

Par ailleurs, une estimation de la distribution du substrat sera faite pour un débit seulement. Pour cela, il suffit de noter au pied de chaque verticale (point) à quelle catégorie (suivant la classification modifiée de Wentworth (11 catégories classées de l'argile au bloc, Figure 6) la particule appartient.

Nom de la classe granulométrique	Classes de taille (diamètre en mm perpendiculaire au plus grand axe)	Code utilisé
Rochers	> 1024	R
Blocs	256-1024	B
Pierres Grossières	128-256	PG
Pierres Fines	64-128	PF
Cailloux Grossiers	32-64	CG
Cailloux Fins	16-32	CF
Graviers Grossiers	8-16	GG
Graviers Fins	2-8	GF
Sables Grossiers	0,5-2	SG
Sables Fins	0,0625-0,5	SF
Limons	0,0039-0,0625	L
Argiles	< 0,0039	A

**Figure 6.** Classification du substrat modifiée de Wentworth (Malavoi et Souchon, 2002)

#### Etape 4 : Mesures du débit

Etant donné l'hétérogénéité des rivières et la complexité des mesures dans certains milieux, il devra être envisagé de considérer différentes techniques de jaugeage.

La méthode classique selon la prise de vitesse sur une section mouillée est à favoriser en particulier si le profil du lit est peu variable. En revanche, lorsque l'écoulement emprunte différents chemins à travers de grosses particules (de type bloc), un jaugeage par dilution est à préconiser. Toutefois, ce dernier nécessite un bon brassage des sels introduits en amont et une longueur de rivière sans apport. Enfin, si les mesures sont réalisées à l'aval immédiat de prise d'eau laissant (en l'état d'évaluation) passer un certain débit, on prendra ce dernier comme référence dans les mesures.

A chaque méthode utilisée, il sera nécessaire d'indiquer l'intervalle de confiance de la mesure.

#### Etape 5 : Evaluation du peuplement aquatique du secteur d'étude

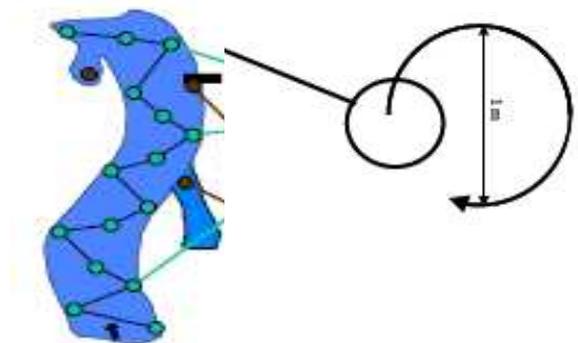
Etant donné la forte variabilité naturelle de ces milieux (forte mobilité des espèces dû à leur cycle de vie et les événements climatiques extrêmes qui fragilisent les peuplements lors d'étape clef de leur cycle de vie), il est nécessaire avant d'appliquer la méthode des micro-habitats d'identifier le peuplement en place. Pour cela, une pêche en amont suffisamment éloignée de tout impact anthropique permet de pondérer l'appréciation des DMB selon la méthode des micro-habitats.

**L'expertise de la faune aquatique (poissons, macrocrustacés)** est destinée d'une part, à déterminer les populations de poissons et de macrocrustacés en place sur les stations du cours d'eau de l'étude, et d'autre part, à (potentiellement) compléter le jeu de données susceptibles de servir de base à l'élaboration des courbes de préférences des espèces.

La technique d'inventaire des populations de poissons et de macrocrustacés permet d'inventorier les populations présentes au sein d'une variété de faciès d'écoulement, ces unités étant considérées comme l'image des principaux types d'habitats aquatiques. La diversité et le nombre de faciès d'écoulement faisant l'objet de l'inventaire sont fonction de l'hétérogénéité spatiale de chaque station de façon à être représentatifs du segment du cours d'eau étudié.

Les pêches d'inventaires sont effectuées à l'aide d'un appareil de pêche électrique de type EFKO suivant la méthode dite des « EPA ». Elle consiste à échantillonner les différents faciès d'écoulement identifiés et représentatifs du secteur étudié et ce sur plusieurs (environ 50 pour chaque station) points de pêche d'environ 1m<sup>2</sup>. L'échantillonnage se fait de manière aléatoire, selon le schéma suivant :

L'effort de pêche apporté par point est unitaire (même surface, même durée) ce qui permet le calcul de « densités faunistiques », mais surtout de permettre la comparaison des résultats obtenus d'une station à l'autre, voire d'une rivière à l'autre. En chaque point le faciès est identifié, ce qui permet d'avoir des résultats par type de faciès. Des mesures hydrauliques sont également faites (Hauteur, vitesses, substrat) pour compléter la caractérisation de ces points et constituer les courbes de préférences.



Les animaux capturés sont identifiés, mesurés (mm) puis remis à l'eau.

**L'expertise de la faune aquatique a été menée en carême 2010 pour les cours d'eau les plus larges et en hivernage de la même année pour les cours d'eau plus petits.**

#### Banque de données

Les données collectées lors de la campagne d'échantillonnage de la présente étude viennent en éléments de comparaison/complément de celles déjà recueillies lors des précédentes études DMB qui se sont déroulées en Guadeloupe comme en Martinique.

En effet, les campagnes de pêche réalisées dans le cadre des premiers DMB effectués en Guadeloupe avaient permis l'élaboration de courbes de préférences pour trois espèces cibles des cours d'eau de l'île. Ces courbes sont issues de la compilation raisonnée de données d'inventaires récoltées sur plusieurs types de rivières et ont fait l'objet d'une première validation par le CEMAGREF. Elles sont issues de l'exploitation d'un jeu de données comprenant entre 1 000 et 1 500 occurrences par espèce. Avant l'obtention des courbes de préférences validées pour trois espèces, plusieurs répartitions ont été testées : exploitation rivière par rivière, séparation des femelles ovigères, séparation des juvéniles, courbes sur l'ensemble des espèces présentant une occurrence supérieure à 100. Il s'est avéré que : i) les préférences d'une espèce varient très peu entre types de rivières, ii) les espèces d'un même genre présentent des courbes similaires (par exemple : *M.faustinum* et *M.crenulatum*, etc.), iii) il est plus facile d'intégrer les juvéniles d'un genre au jeu de données de l'adulte vis-à-vis de la lecture des résultats.

En ce qui concerne les (autres) espèces patrimoniales, et en particulier *M.carcinus* ou Ouassous, les courbes de préférences ne peuvent être actuellement élaborées avec une robustesse (représentativité) satisfaisante faute d'un nombre de captures suffisant. Bien qu'il soit difficile d'évaluer le nombre minimum d'individus nécessaires pour « valider » une courbe de préférence, il faut néanmoins qu'il y ait suffisamment d'individus dans les différentes classes (de hauteur d'eau, vitesse de courant, granulométrie du substrat), et si possible dans des proportions représentatives de leur distribution dans le milieu naturel.

Les données sur les espèces, récoltées lors de la présente étude, ont été dans un premier temps comparées aux données issues des précédentes études DMB, ce qui a permis de montrer qu'il pouvait y avoir des différences significatives (visuelles) des préférences entre les deux jeux de données. Il a donc été choisi de proposer, pour certains paramètres/espèces, de nouvelles courbes de préférences. Il est bien évident que les travaux en cours dans le cadre de la thèse de Virginie GIRARD, se chargeront de compléter/valider/modifier ces résultats.

#### Courbes de préférence habitat des espèces

L'élaboration des courbes de préférence consiste à définir un certain nombre de classes pour chacune des trois variables : la vitesse du courant (V), la hauteur d'eau (H) et la granulométrie du substrat (S). A l'intérieur de chacune de ces classes, et pour chacune des trois variables, le nombre d'individus (appartenant à une espèce) observé est corrigé par rapport à l'habitat disponible, c'est-à-dire le nombre de points EPA échantillonnés dans cette classe.

Le choix des courbes à intégrer au modèle se fait selon les critères suivants :

- préférences bien marquées de vitesse, hauteur et substrat ;
- espèces caractéristiques du cours d'eau ou ayant un intérêt patrimonial ;
- nombre d'individus capturé suffisant pour assurer une bonne robustesse (représentativité) des préférences identifiées.

Les préférences des espèces sélectionnées sont intégrées au modèle STATHAB et permettent l'évaluation du débit minimum biologique.

## **2.4.3. Utilisation du logiciel STATHAB**

Etape 5 : entrée des données

Etape 6 : interprétation

L'interprétation est basée sur l'analyse quantitative des courbes d'évolution des **surfaces potentiellement utilisables** (SPU) liées à la hauteur d'eau et au substrat et au **volume potentiellement utilisable** (VPU) lié à la vitesse.

Le **raisonnement qualitatif** cherche à **définir graphiquement un seuil d'accroissement du risque (SAR)** qui est la limite de débit en dessous de laquelle les valeurs de SPU ou VPU chutent très rapidement, ce qui se traduit graphiquement par une augmentation de la pente de la courbe.

Le modèle Stathab fournit une autre grandeur, à savoir la Valeur d'Habitat (**VHA**). Cette valeur d'habitat permet d'estimer la « qualité » de l'habitat pour l'espèce en fonction du paramètre (H, V ou S) considérés, au niveau de la station. Plus la valeur d'habitat pour un paramètre est élevée (proche de 100 %), plus ce paramètre est disponible au niveau de la station et donc non limitant pour l'espèce. La variation du pourcentage en fonction du débit reprend les préférences des espèces.

Une trop faible différence de hauteur ou de largeur moyenne entre les deux campagnes donne des courbes (SPU et VHA) plates et inexploitable.

L'objectif est de proposer une gamme de valeurs de DMB au sein de laquelle pourra être recherchée la valeur du débit optimal. En effet, il convient de rappeler que **le DMB n'est qu'un des éléments qui doit être pris en compte dans la définition du débit réservé** et qu'il faut donc laisser une certaine latitude dans la proposition de la valeur du DMB.

Dans la pratique, l'étude de ces courbes peut s'avérer assez difficile, l'absence de franche rupture dans l'allure des courbes ne permettant pas de définir un réel SAR.

L'interprétation des intervalles de débits issus de l'étude des courbes obtenues pour chaque espèce se fait de façon à **retenir les exigences les plus fortes des espèces**. Ceci revient à retenir, pour chaque espèce, l'intervalle qui aura la valeur supérieure la plus élevée. Lorsque l'espèce ne présente pas de rupture de pente pour un paramètre donné (cas de la vitesse du courant le plus souvent), l'exigence de débit sera « au moins » celle de la plus forte valeur donnée par un des autres paramètres.

L'intervalle considéré pour le DMB est ensuite défini par :

- la valeur maximale pour l'ensemble des valeurs présentées pour les espèces, pour la limite haute ;
- la valeur minimale la plus souvent rencontrée entre les différentes espèces.

Il sera parfois nécessaire de procéder de la même façon pour la limite haute, si une seule espèce présente une valeur qui se détache réellement des autres par son importance.

A l'issue de l'étude une seule station de mesure de variables DMB est en général conservée, Aval proche ou Aval éloigné. Le choix se fera sur la station qui présentera :

- la différence de débit, hauteur d'eau et largeur moyenne la plus importante entre les deux campagnes de mesures ;
- les courbes de SPU et VPU présentant les ruptures de pentes les plus marquées.

Si les résultats de la station aval éloigné sont utilisés, ils doivent être ajustés de manière à correspondre au DMB à laisser au niveau du captage et non au niveau de la station aval éloigné.

Pour ce faire, les différences de superficies de bassins versants entre les deux points sont utilisées. Les superficies du bassin versant au droit de la prise d'eau et de la station aval éloigné sont calculées à l'aide du SIG à partir du réseau hydrographique du bassin versant et du Modèle Numérique de Terrain (MNT) qui permet d'estimer la zone de convergence de l'eau vers le linéaire. Le rapport entre les deux va servir à « ramener », au droit du captage, la valeur du DMB calculée au niveau de la station aval éloigné.

Les éléments techniques utiles à l'interprétation des résultats sont présentés, pour chaque station, dans un tableau de ce type :

Situation	SBV (km <sup>2</sup> )
Captage	19,6
Station aval 2	20,1
Rapport	0,98

Il est important de garder en mémoire que les valeurs de débits issues de la lecture des courbes sont un résultat « théorique » pour la prise.

Il ne faut en aucun cas négliger le contexte dans lequel se trouve la prise, afin d'adapter si nécessaire la valeur « théorique » à la situation réelle.

Pour ce faire, le gestionnaire se devra d'évaluer :

- l'impact de l'ouvrage sur le milieu (hauteur de chute) ;
- les pressions à proximité du captage et pouvant amplifier l'effet sur l'habitat (gués et seuils, prélèvements d'eau, qualité de l'eau)
- la contrainte en alimentation eau potable de la prise en période de carême (établissement d'un débit de crise si besoin).

# 3. Exemples d'application à huit prises d'eau de Martinique

## 3.1. Conditions d'habitat et inventaire faunistique

---

La définition de l'intérêt « piscicole » des zones d'étude a été effectuée sur la base des descripteurs suivants :

- La qualité de l'habitat est établie par la caractérisation morphodynamique des faciès. La morphologie d'un lit module les écoulements et conditionne alors la diversité de l'habitat, composante essentielle au développement des biocénoses.

L'approche morphodynamique a pour but d'identifier l'hétérogénéité des faciès d'écoulement<sup>1</sup> dans la portion de rivière concernée par le projet. Les faciès d'écoulement sont une image synthétique des principaux types d'habitat aquatiques qui structurent les peuplements.

La connaissance des faciès d'écoulement - et donc des habitats - est nécessaire dès que la nature des écoulements est susceptible d'être modifiée sur le linéaire.

- Le potentiel de colonisation actuel de la zone par l'identification des espèces de poissons et macroinvertébrés présentes sur la portion de cours d'eau et de leur capacité de colonisation (définie par leurs caractéristiques écologiques et biologiques).

---

<sup>1</sup> *Faciès d'écoulement : toute portion de cours d'eau située dans le lit mouillé et présentant sur une certaine longueur, une physionomie générale homogène sur le plan des hauteurs d'eau, vitesse, substrat ainsi que du profil en long et en travers.*

Les inventaires faunistiques se sont déroulés suivant le calendrier ci-dessous.

**Tableau 4.** Dates d'interventions pour les inventaires faunistiques sur les huit prises

Rivière	Prise	Intervention	Campagne	Date
Madame	Morestin	Inventaire faunistiques	Hautes eaux	19/09/10
Picart	Urion		Hautes eaux	23/09/10
Duclos	Duclos		Basses eaux	12/02 et 04/03/10
Dumauzé	Dumauzé		Hautes eaux	24/09/10
Blanche	ODYSSI		Basses eaux	24/02/10
Blanche	SICSM		Basses eaux	26/02 et 15/03/10
Galion	Confluence		Hautes eaux	14/10/10
Lorrain	Lorrain		Basses eaux	23/02/10

Toutes les prises ont fait l'objet d'un inventaire faunistique à l'amont (code XXm) et à l'aval (code XXp) de l'ouvrage. Pour deux rivières, la pêche amont a été divisée en deux séries de points du fait de la division de la rivière en deux bras : il s'agit des rivières Madame et Galion.

### **3.1.1. Rivière Madame –Prise Morestin**

Les faciès correspondant aux points de pêche d'inventaire ont été identifiés sur chaque station de pêche de manière à évaluer la diversité des écoulements, donc des habitats.

En raison de la localisation de la prise (tête de bassin versant) les écoulements sont majoritairement rapides sur forte pente. L'impact sur la représentation des faciès présents à l'aval et à l'amont est de ce fait assez faible. Cependant, la diversité des faciès est plus importante à l'amont en raison du maintien du contexte naturel.

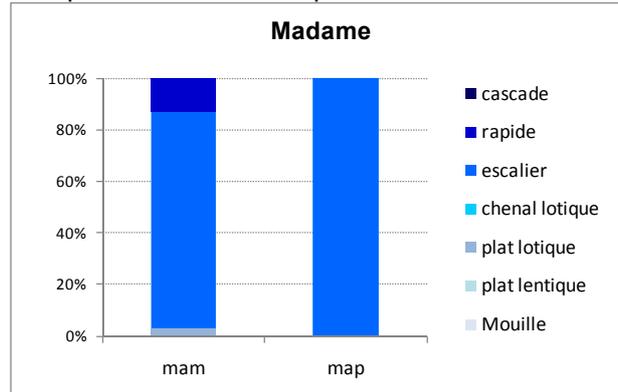
Ce faible impact sur les habitats se répercute sur les peuplements qui sont relativement proches de l'amont vers l'aval sur l'ensemble des critères : richesse taxonomique, répartition des familles en proportion relative, densité et biomasse.

Le seul impact quantifiable est la plus faible présence (en densité et biomasse) à l'amont. Ceci reste cependant relativement limité (perte de 20% maximale sur la densité de crustacés à l'amont).

A noter qu'en dehors des Poecilidae (Guppys implantés à l'amont), toutes les espèces ont de très importantes capacités de franchissement favorisées pas le maintien d'un fort écoulement à l'aval de la prise (pas d'assec).

**Figure 7.** Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Morestin

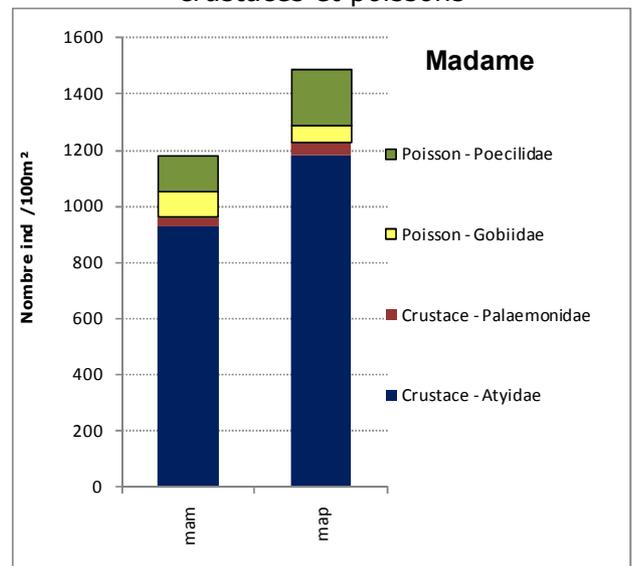
## Proportion des faciès pêchés sur les stations



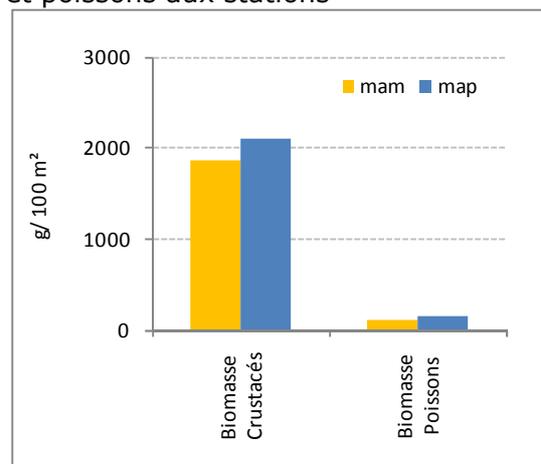
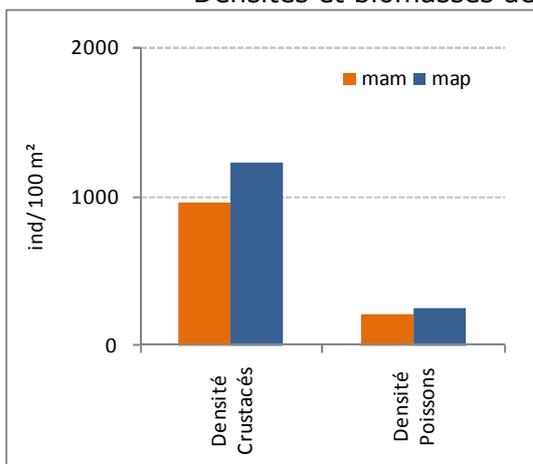
## Liste des espèces retrouvées aux stations et leur abondance relative

Abondances relatives		RICHESSE TAXONOMIQUE		Rivière Madame	
Familles	Taxons	amont	aval p		
<b>CRUSTACÉS</b>					
Atyidae	<i>Atya innocous</i>	287	414		
Palaemonidae	<i>Macrobrachium crenulatum</i>	3	2		
	<i>Macrobrachium heterochirus</i>	8	14		
<b>Richesse taxonomique Crustacés</b>		3	3		
		amont	aval p		
<b>POISSONS</b>					
Poeciliidae	<i>Poecilia sp.</i>	38	70		
Gobiidae	<i>Sicydium sp.</i>	29	20		
<b>Richesse taxonomique Poissons</b>		2	2		
<b>Richesse taxonomique Totale</b>		5	5		

## Répartition en densité des familles de crustacés et poissons



## Densités et biomasses des crustacés et poissons aux stations



### 3.1.2. Rivière Picard – Prise Urion

Comme pour la prise précédente, la localisation est en tête de bassin versant sur une rivière de faible largeur. Les modifications de faciès engendrées de part et d'autre de la prise restent donc marginales. Le linéaire est une succession de cascades/rapide/mouille sur une granulométrie globalement importante (rochers métriques à décamétriques).

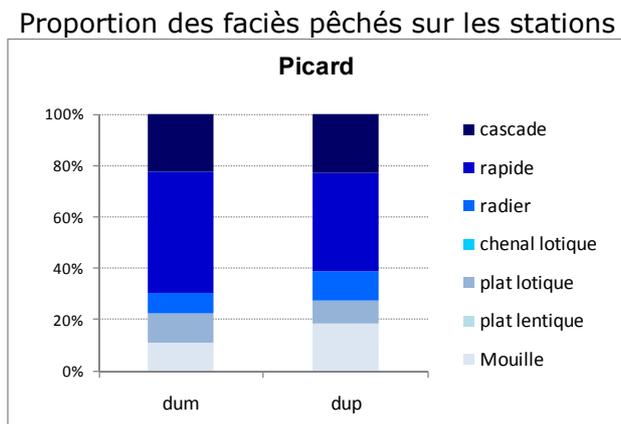
La richesse taxonomique est relativement proche entre l'amont et l'aval. Seule l'espèce de Gobiidae *Gobiesox nudus* (Têtard) n'est pas présente à l'amont lors de ces investigations.

Cependant, le principal impact est ressenti en terme de recrutement puisque la station aval abrite un peuplement bien moins dense (surtout pour les *Atya* et *Xiphocaris*). Les poissons sont également très peu représentés à l'amont.

Cette situation semble être principalement la conséquence de la perte de continuité observée en carême. Seul un filet d'eau s'écoulait entre les mouilles, entraînant la mortalité de certains taxons (*Xiphocaris elongata*). Par ailleurs, ce faible débit a vraisemblablement limité la capacité d'attrait de ce milieu surtout pour la faune piscicole.

Le fait de conserver un débit biogène naturel en absence de prédation en amont a donc favorisé le développement des crevettes du genre *Atya* qui sont près de 10 fois plus nombreuses qu'à l'aval.

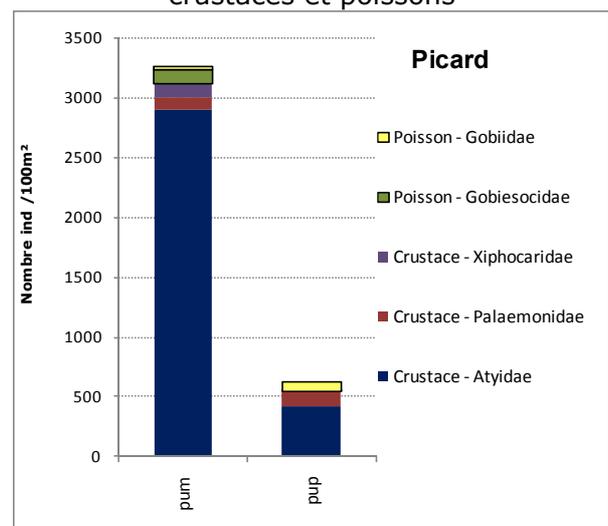
**Figure 8.** Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Urion



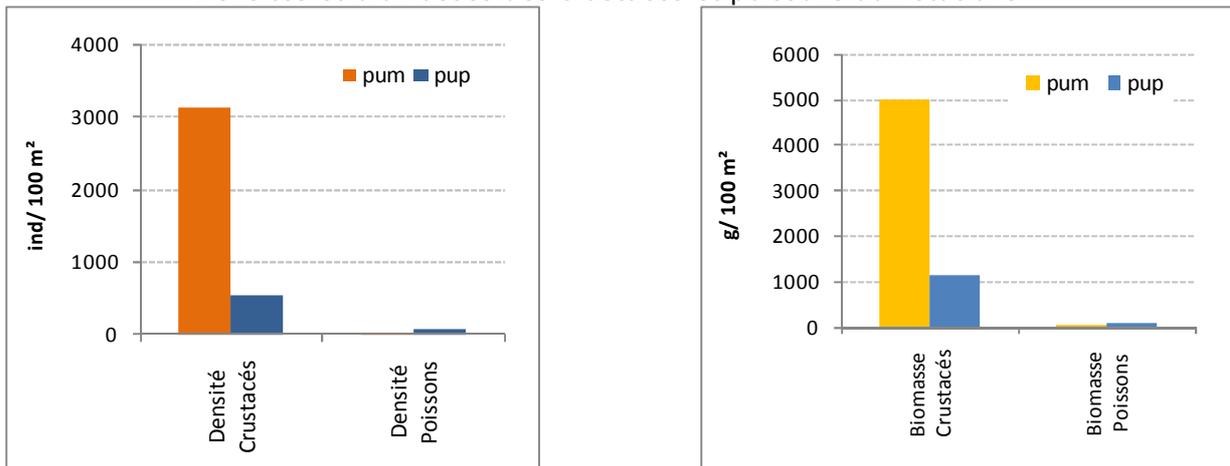
Liste des espèces retrouvées aux stations et leur abondance relative

Abondances relatives		RICHESSE TAXONOMIQUE		Rivière Picard	
Familles	Taxons	amont	aval p		
<b>CRUSTACÉS</b>					
Atyidae	<i>Atya innocous</i>	1002	139		
	<i>Micratya poeyi</i>	41	45		
Xiphocaridae	<i>Xiphocaris elongata</i>	40	1		
Palaemonidae	<i>Macrobrachium heterochirus</i>	42	53		
<b>Richesse taxonomique Crustacés</b>		4	4		
		amont	aval p		
<b>POISSONS</b>					
Gobiesocidae	<i>Gobiesox nudus</i>		1		
Gobiidae	<i>Sicydium sp.</i>	13	35		
<b>Richesse taxonomique Poissons</b>		1	2		
<b>Richesse taxonomique Totale</b>		5	6		

Répartition en densité des familles de crustacés et poissons



## Densités et biomasses des crustacés et poissons aux stations



### 3.1.3. Rivière Duclos –Prise Duclos

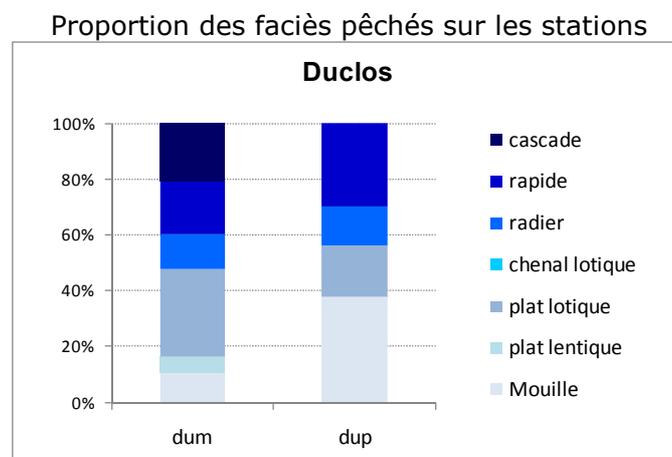
La prise est d'une envergure incomparable avec les ouvrages précédents. Elle s'intègre relativement bien dans le lit puisqu'implantée au niveau d'un canyon sur roche mère, mais entraîne malgré tout une modification de l'écoulement. A l'aval, la configuration du lit devrait donner des faciès à plus forte dynamique. Pour rappel, la station de pêche amont se situe à l'amont de la chute d'eau naturelle, ce qui implique la présence de deux obstacles entre les stations d'inventaire.

Les peuplements observés sont également fortement impactés en raison notamment du faible débit conservé à l'aval de la prise d'eau. Bien que l'écoulement soit constant, le débit reste faible et peu représentatif d'une situation naturelle.

La richesse taxonomique est globalement identique si on excepte les *Potimirim* qui semblent arrêtés au pied de l'ouvrage. Les deux autres taxons ne sont pas à intégrer dans la réflexion en temps que tel : les *Macrobrachium sp.* sont des juvéniles de taxons déjà présents, tandis que l'espèce *Guinotia dentata* est en partie terrestre et ne peut à ce titre être retenue dans le calcul de richesse.

Le faible écoulement à l'aval de l'ouvrage en carême pénalise fortement les communautés si on observe les densités et biomasses qui sont deux à dix fois plus faibles à l'aval de la prise.

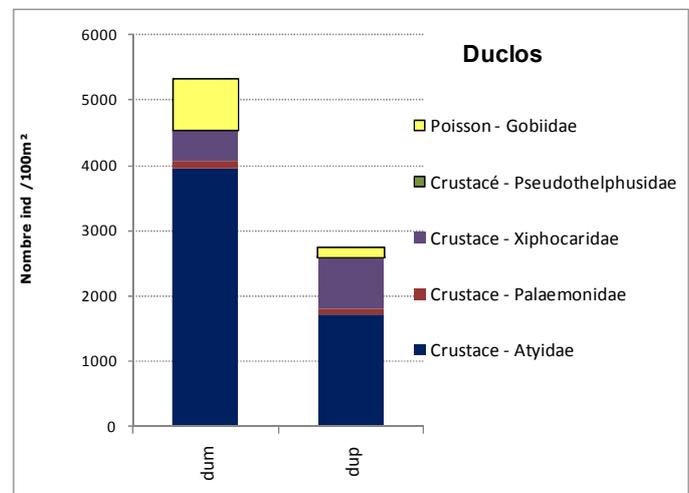
**Figure 9.** Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Duclos



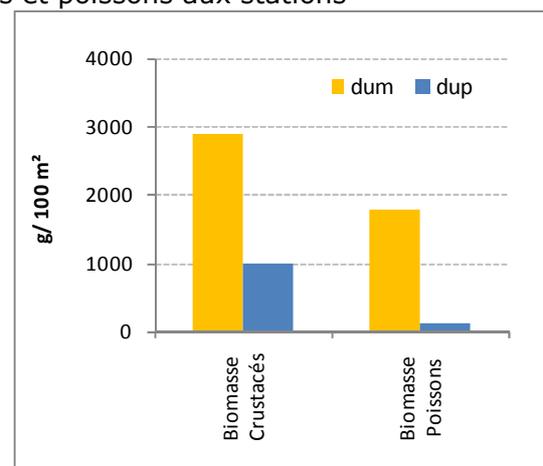
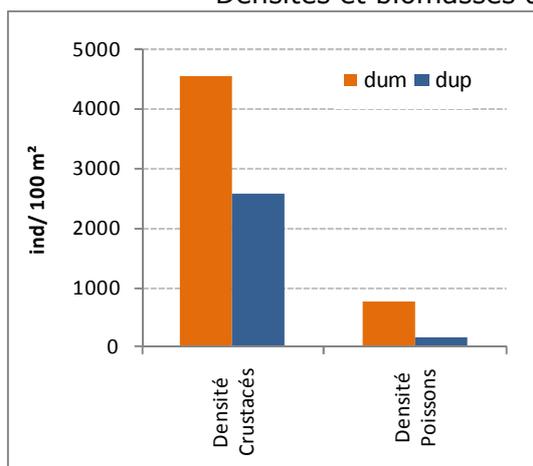
## Liste des espèces retrouvées aux stations et leur abondance relative

Abondances relatives		Rivière Duclos	
RICHESSE TAXONOMIQUE		amont	aval p
<b>CRUSTACÉS</b>			
Atyidae	<i>Atya sp.</i>	44	13
	<i>Atya innocous</i>	447	59
	<i>Atya scabra</i>	14	15
	<i>Micratya poeyi</i>	1396	754
	<i>Potimirim sp.</i>		12
Xiphocaridae	<i>Xiphocaris elongata</i>	223	385
Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp.</i>	1	
	<i>Macrobrachium carcinus</i>	2	2
	<i>Macrobrachium crenulatum</i>	25	46
	<i>Macrobrachium heterochirus</i>	30	6
Pseudothelphusidae	<i>Guinotia dentata</i>		2
<b>Richesse taxonomique Crustacés</b>		<b>7</b>	<b>9</b>
		<b>amont</b>	<b>aval p</b>
<b>POISSONS</b>			
Gobiidae	<i>Sicydium sp.</i>	373	80
<b>Richesse taxonomique Poissons</b>		<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Richesse taxonomique Totale</b>		<b>8</b>	<b>10</b>

## Répartition en densité des familles de crustacés et poissons



## Densités et biomasses des crustacés et poissons aux stations



### 3.1.4. Rivière Dumauzé - Prise Dumauzé

Les stations Dumauzé et Duclos sont relativement proches et supportent des perturbations équivalentes.

En terme d'hydromorphologie, les faciès sont conservés de part et d'autre de la prise. Malgré ce constat positif, il faut bien noter les assècs très fréquents à l'aval de l'ouvrage en raison du captage intensif.

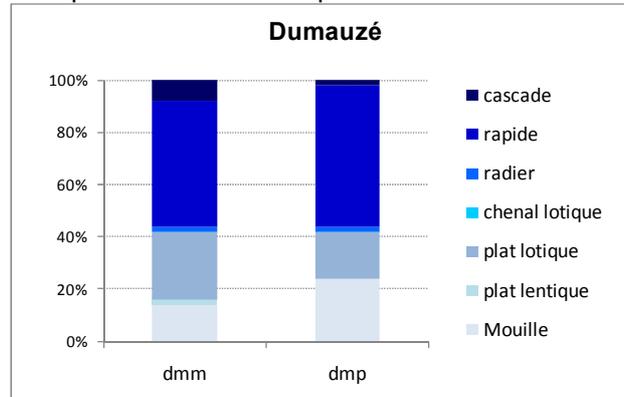
Les individus de l'espèce *Macrobrachium crenulatum* (Queue rouge) ne sont pas retrouvés au niveau de la station amont, ce qui laisserait penser qu'ils sont stoppés par la prise. Hors, l'étude sur la franchissabilité réalisée par la DIREN sur cette rivière révèle que cette espèce est retrouvée plus en amont sur le cours d'eau.

Les mêmes perturbations que celles notées pour la prise Duclos engendrent les mêmes conséquences et les densités et biomasses présentent également une érosion majeure en diminuant de deux à dix la représentation de certains taxons. Les poissons sont d'ailleurs fortement impactés

puisque leur densité est très faible à nulle, bien que plus forte à l'amont pour des raisons d'absence de prédation et de biodisponibilité trophique (biofilm plus développé puisque le substrat reste en eau au contraire de l'aval asséché).

**Figure 10.** Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Dumauzé

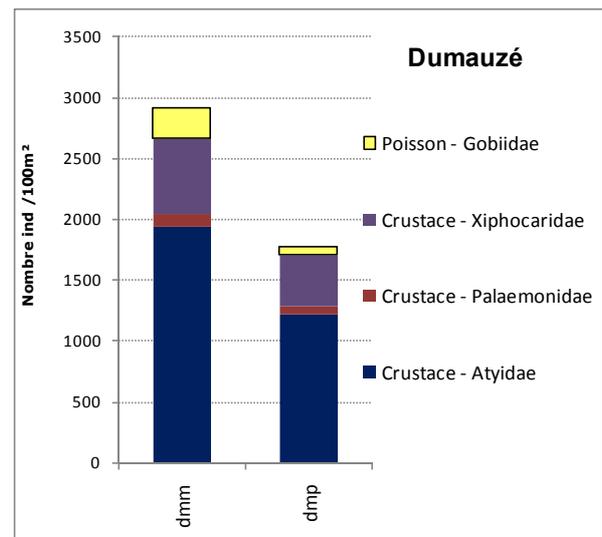
Proportion des faciès pêchés sur les stations



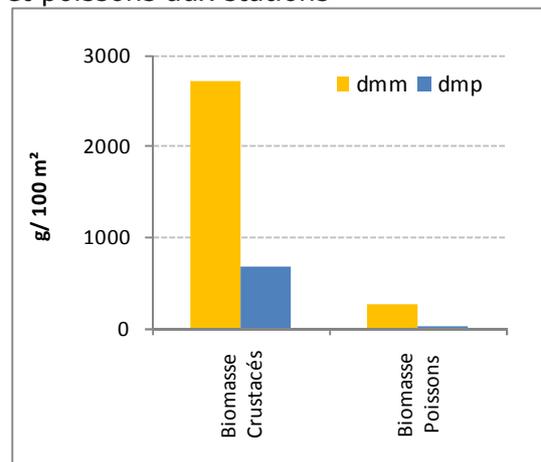
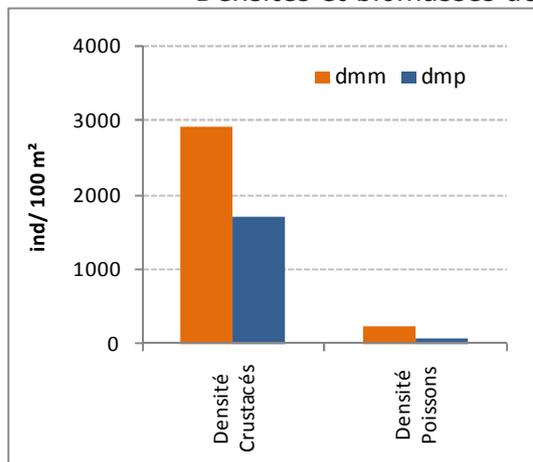
Liste des espèces retrouvées aux stations et leur abondance relative

Abondances relatives		RICHESSE TAXONOMIQUE		Rivière Dumauzé	
Familles	Taxons	amont	aval p		
<b>CRUSTACÉS</b>					
Atyidae	<i>Atya sp.</i>	125	40		
	<i>Atya innocous</i>	365	55		
	<i>Atya scabra</i>	53			
	<i>Micratya poeyi</i>	428	514		
Xiphocaridae	<i>Xiphocaris elongata</i>	317	209		
Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp.</i>	31	25		
	<i>Macrobrachium crenulatum</i>		4		
	<i>Macrobrachium heterochirus</i>	14	9		
	<i>Macrobrachium faustinum</i>	4			
<b>Richesse taxonomique Crustacés</b>		<b>6</b>	<b>5</b>		
		<b>amont</b>	<b>aval p</b>		
<b>POISSONS</b>					
Gobiidae	<i>Sicydium sp.</i>	122	32		
<b>Richesse taxonomique Poissons</b>		<b>1</b>	<b>1</b>		
<b>Richesse taxonomique Totale</b>		<b>7</b>	<b>6</b>		

Répartition en densité des familles de crustacés et poissons



Densités et biomasses des crustacés et poissons aux stations



### 3.1.5. Rivière Blanche –Prise ODYSSI

Cette prise n'engendre pas une rupture importante du profil en long de la rivière sur ce secteur amont de la Blanche, en raison de sa faible hauteur de chute. En fait, les faciès diffèrent de l'amont à l'aval principalement en raison de la morphologie naturelle du cours d'eau. Celle-ci implique, notamment avec le virage qu'observe le tracé, une mouille et des faciès intermédiaires (plat lentique) qui génèrent une diversité plus importante des écoulements sur le tronçon aval. A l'amont, la rupture de pente due au seuil génère un plat lotique plus étendu mais globalement sans conséquences néfastes.

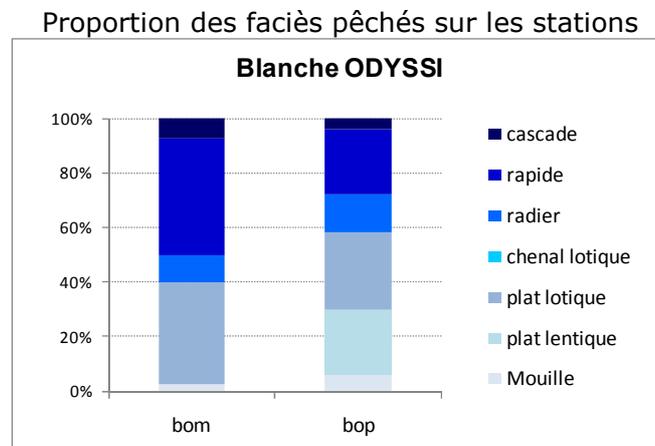
Il n'y a donc pas de modification franche des faciès.

Les faibles modifications morphologiques et la hauteur de chute « réduite » ne semblent pas influencer négativement la répartition des peuplements. En effet, les individus qui ont entamé une remontée avec succès jusqu'à ce point (après avoir passé tout le cours aval de la Lézarde, les nombreux gués de la rivière Blanche et les différents prélèvements agricoles ou AEP pour la prise SICSM) présentent toutes les aptitudes pour ne pas être perturbées par cette prise. Ainsi, les quelques modifications de distributions entre l'aval et l'amont sont plus à imputer à la nature des faciès présents.

Ce constat est d'ailleurs appuyé par les densités globales qui sont rigoureusement identiques de l'amont vers l'aval.

Par contre c'est au travers des biomasses que la lecture d'un phénomène est souligné : à densité égale, la biomasse est 20 à 30% plus faible à l'amont de la prise du fait de l'aptitude plus importante des juvéniles à franchir des obstacles notamment en chute verticale.

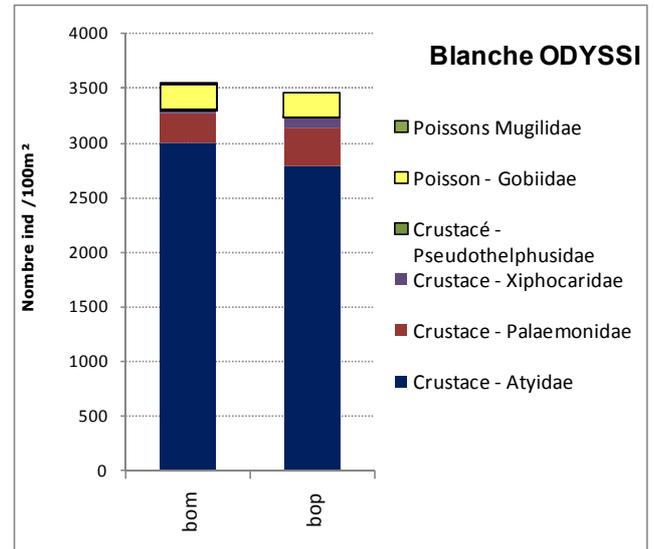
**Figure 11.** Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Blanche-ODYSSI



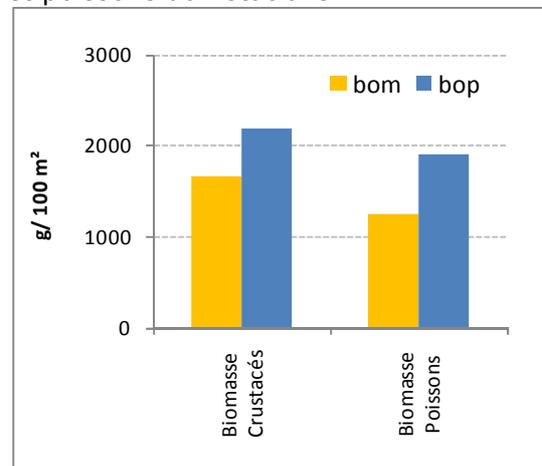
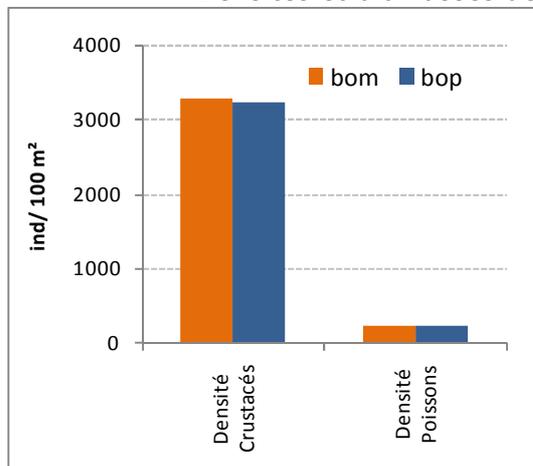
## Liste des espèces retrouvées aux stations et leur abondance relative

Abondances relatives	RICHESSE TAXONOMIQUE		Rivière Blanche ODYSSI	
Familles	Taxons	amont	aval p	
<b>CRUSTACÉS</b>				
Atyidae	<i>Atya sp.</i>	3	13	
	<i>Atya innocous</i>	1	2	
	<i>Atya scabra</i>	50	113	
	<i>Micratya poeyi</i>	1146	1264	
Xiphocaridae	<i>Xiphocaris elongata</i>	13	49	
Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp.</i>	8	19	
	<i>Macrobrachium crenulatum</i>	77	44	
	<i>Macrobrachium heterochirus</i>	17	17	
	<i>Macrobrachium faustinum</i>	5	98	
Pseudothelphusidae	<i>Guinotia dentata</i>	1	1	
<b>Richesse taxonomique Crustacés</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	
		amont	aval p	
<b>POISSONS</b>				
Mugilidae	<i>Agonostomus monticola</i>	1		
Gobiidae	<i>Sicydium sp.</i>	96	108	
<b>Richesse taxonomique Poissons</b>		<b>2</b>	<b>1</b>	
<b>Richesse taxonomique Totale</b>		<b>10</b>	<b>9</b>	

## Répartition en densité des familles de crustacés et poissons



## Densités et biomasses des crustacés et poissons aux stations



### 3.1.6. Rivière Blanche – Prise SICSM

Cet ouvrage entraîne clairement une modification totale des écoulements de part et d'autre de la prise. La traduction en terme de faciès est très claire puisque les parties rapides qui représentent 50% du linéaire à l'amont sont réduites à 15% à l'aval de la prise. La rivière perd donc beaucoup d'énergie en ce point pour passer d'un écoulement relativement lotique (rapide) avec une pente moyenne à un cours bien plus lentique et moins pentu à l'aval (succession de mouilles et plats). C'est donc toute la morphologie du tronçon qui est modifiée bien au-delà des simples caractéristiques géographiques naturelles.

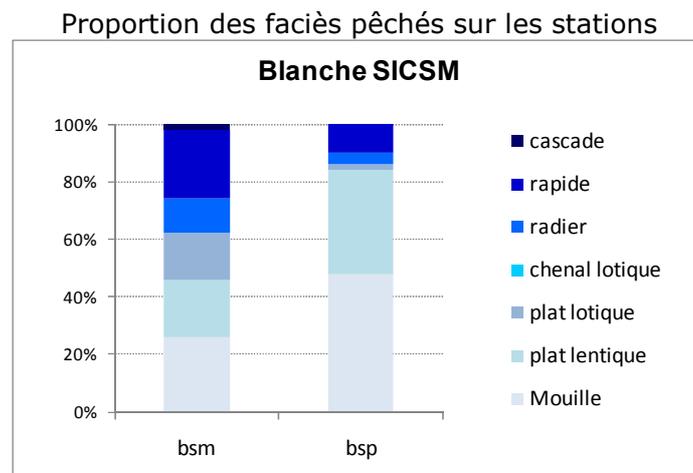
La richesse taxonomique ne traduit pas clairement cet état de fait. Pourtant, la modification globale de type morphologique est bien mise en avant par la présence de l'espèce introduite *Oreochromis mossambicus* (le Tilapia) au pied de la prise. Cette espèce n'a pas des capacités de franchissement importantes et ne vit pas dans les cours d'eau à forte énergie et forte pente. Elle préfère les milieux lenticques et se trouve de fait arrêtée par la prise.

Par ailleurs, le genre *Atya* (*Atya scabra* se substitue à *Atya innocous* selon les tronçons) est clairement plus présent en amont de par ses préférences écologiques pour les milieux rapides.

Concernant les densités et les biomasses, les crustacés sont clairement plus représentés à l'amont alors que les poissons observent la tendance inverse. Le milieu est globalement peu accueillant pour les crustacés à l'aval en raison de la présence de mouilles où vivent des poissons/crustacés prédateurs.

Les peuplements sont donc clairement perturbés au niveau de cette prise.

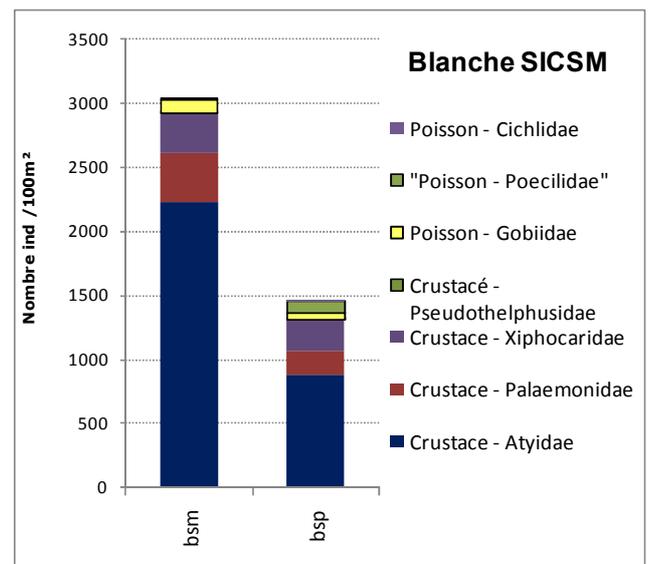
**Figure 12.** Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Blanche-SICSM



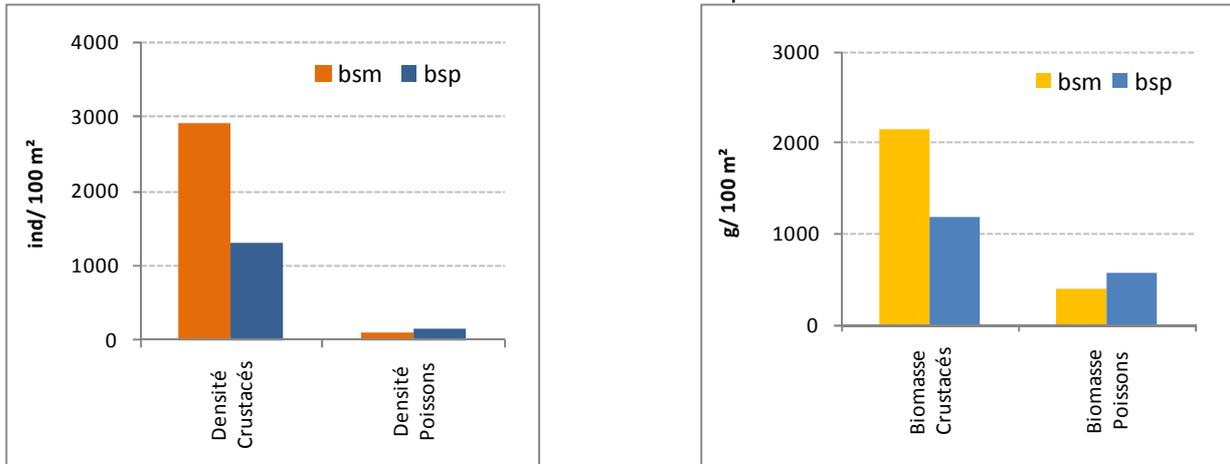
Liste des espèces retrouvées aux stations et leur abondance relative

Abondances relatives	RICHESSE TAXONOMIQUE	Rivière Blanche SICSM	
		amont	aval p
<b>Familles</b>	<b>Taxons</b>		
<b>CRUSTACÉS</b>			
Atyidae	<i>Atya sp.</i>	19	29
	<i>Atya innocous</i>		1
	<i>Atya scabra</i>	196	93
	<i>Micratya poeyi</i>	897	321
Xiphocaridae	<i>Xiphocaris elongata</i>	157	117
Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp.</i>	27	10
	<i>Macrobrachium crenulatum</i>		1
	<i>Macrobrachium heterochirus</i>	14	
	<i>Macrobrachium faustinum</i>	151	81
Pseudothelphusidae	<i>Guinotia dentata</i>	1	1
<b>Richesse taxonomique Crustacés</b>		<b>6</b>	<b>7</b>
		<b>amont</b>	<b>aval p</b>
<b>POISSONS</b>			
Poeciliidae	<i>Poecilia sp.</i>	3	43
Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus</i>		4
Gobiidae	<i>Sicydium sp.</i>	52	29
<b>Richesse taxonomique Poissons</b>		<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Richesse taxonomique Totale</b>		<b>8</b>	<b>10</b>

Répartition en densité des familles de crustacés et poissons



Densités et biomasses des crustacés et poissons aux stations



### 3.1.7. Rivière Galion – Prise Confluence

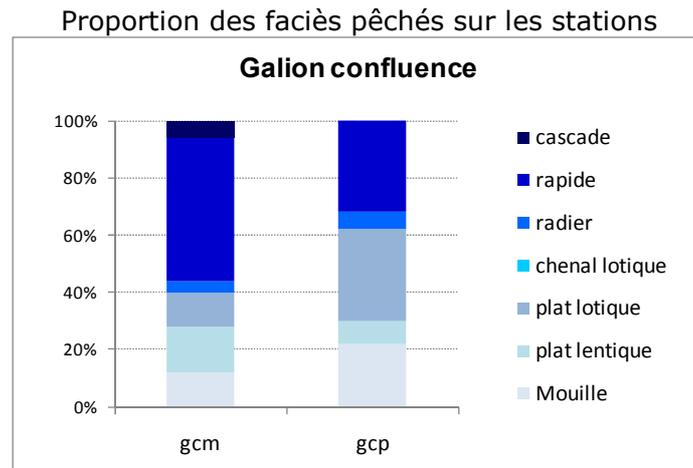
Contrairement aux autres prises, celle-ci n'est pas réalisée au niveau d'un obstacle physique type seuil/barrage. C'est une prise en rivière sans modification du profil en long. La lecture de la variabilité en termes de faciès est donc à rattacher aux caractéristiques naturelles des écoulements sur ce tronçon.

D'une manière générale, les écoulements rapides sont constants puisqu'ils représentent 70% à l'amont comme à l'aval. Néanmoins, la rupture de pente naturelle modèle des faciès plus énergiques (cascade et rapide) sur la partie amont. A l'inverse, la proportion de mouille est plus conséquente à l'aval.

Malgré des caractéristiques naturelles d'écoulement, c'est sans doute la prise qui présente la plus forte modification de peuplement entre l'aval et l'amont. Ce fait s'explique par l'intensité des prélèvements et sans doute la qualité de l'eau. En effet, lors de la première campagne de mesure (carême), le débit s'écoulant à l'aval du captage était faible et le substrat couvert d'un film bactérien orange et blanc empêchant de voir le fond. Ces conditions très défavorables à la vie des organismes aquatiques ont eu pour conséquence un appauvrissement de la zone, traduit surtout en termes de densité et biomasse mais aussi par l'absence de taxons d'eau courante.

Ces conditions n'ont toutefois pas dissuadé l'espèce endémique des petites Antilles (*Rivulus cryptocallus*) qui supporte ce milieu.

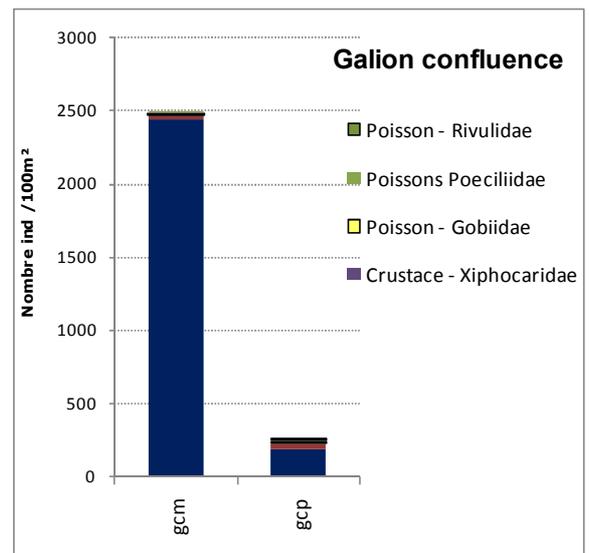
La situation aval du captage est donc très impactée et les espèces qui transitent dans la rivière en période de hautes eaux trouvent un refuge sur la zone aval où l'écoulement est conservé durant le carême.

**Figure 13.** Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Confluence

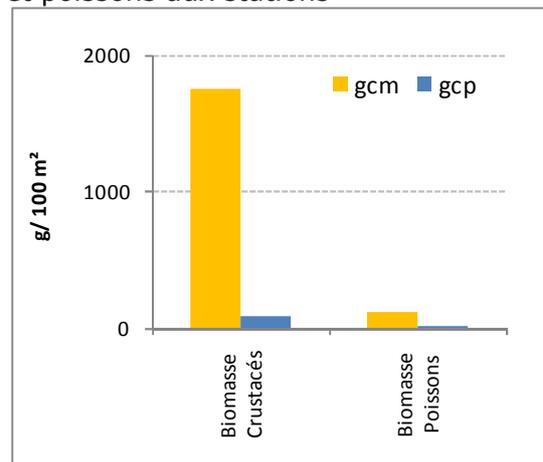
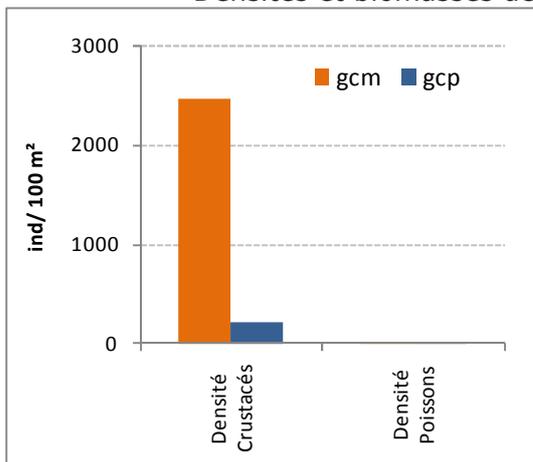
Liste des espèces retrouvées aux stations et leur abondance relative

Abondances relatives		RICHESSE TAXONOMIQUE		Rivière Galion confluence	
Familles	Taxons	amont	aval p		
<b>CRUSTACÉS</b>					
Atyidae	<i>Atya sp.</i>	1			
	<i>Atya innocous</i>	280	12		
	<i>Atya scabra</i>	10	1		
	<i>Micratya poeyi</i>	928	81		
Xiphocaridae	<i>Xiphocaris elongata</i>	3			
Palaemonidae	<i>Macrobrachium carcinus</i>	2			
	<i>Macrobrachium crenulatum</i>	1			
	<i>Macrobrachium heterochirus</i>	8	19		
	<i>Macrobrachium faustinum</i>	3	1		
<b>Richesse taxonomique Crustacés</b>		<b>8</b>	<b>5</b>		
		<b>amont</b>	<b>aval p</b>		
<b>POISSONS</b>					
Poeciliidae	<i>Poecilia sp.</i>	1	3		
Rivulidae	<i>Rivulus cryptocallus</i>		1		
Gobiidae	<i>Sicydium sp.</i>	7	7		
	<i>Pomadasyus crocro</i>				
<b>Richesse taxonomique Poissons</b>		<b>2</b>	<b>3</b>		
<b>Richesse taxonomique Totale</b>		<b>10</b>	<b>8</b>		

Répartition en densité des familles de crustacés et poissons



Densités et biomasses des crustacés et poissons aux stations



### 3.1.8. Rivière Lorrain – Prise Lorrain

Malgré la taille imposante de cette prise, ce secteur pentu du cours d'eau ne souffre pas outre mesure de cet obstacle. La rupture de pente observée est principalement visible à l'amont du captage où les faciès sont en partie plus lenticques. Cette modification est rattrapée à l'aval immédiat par une accélération des écoulements (faciès lotiques prépondérants).

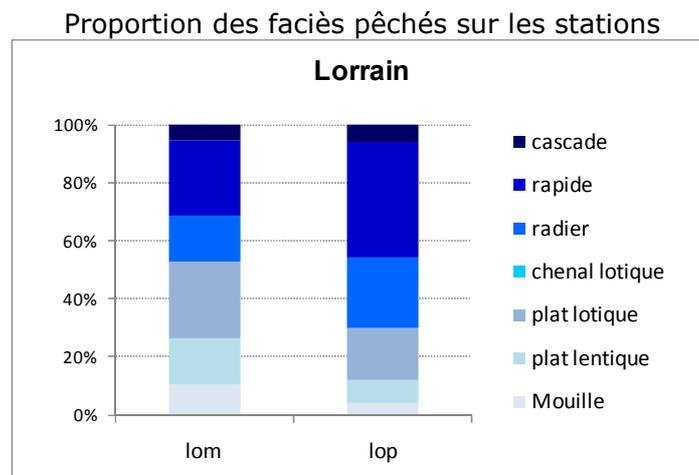
La richesse spécifique n'est pas franchement altérée puisque le seul taxon qui ne peut franchir l'obstacle est *Eleotris perniger*. Cette espèce est inféodée aux parties aval de cours d'eau et présente des capacités de franchissement très réduite. Par contre on notera que la constitution de la passe est relativement adaptée au franchissement de la plupart des espèces dans la mesure où les anguilles (*Anguilla rostrata*), les Z'habitants (*Marcobranchium carcinus*) et les Têtards (*Gobiesox nudus*) sont retrouvés à l'amont de l'ouvrage malgré sa hauteur.

Les densités restent globalement proches d'amont en aval même si l'impact de la passe se ressent au niveau du nombre d'individus de poissons à l'amont légèrement plus faible. La perte de ces prédateurs potentiels engendre par ailleurs une densité plus importante de crustacés.

La biomasse obéit également à la même tendance.

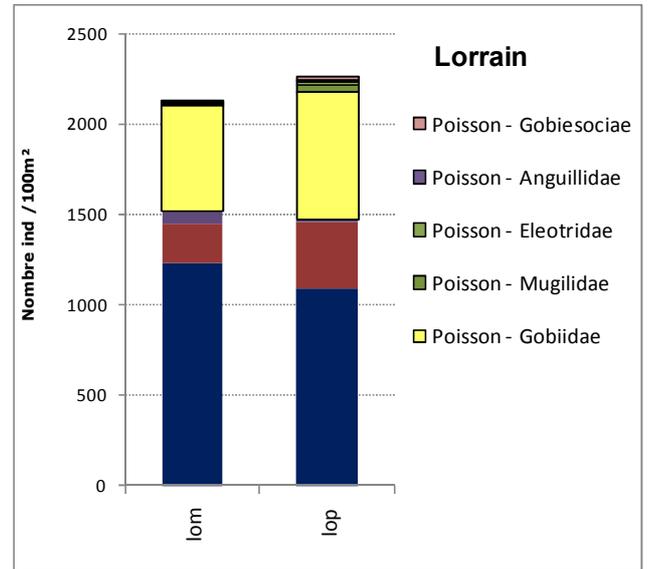
La prise du Lorrain présente donc un impact modéré sur le peuplement et a priori restreint à proximité de l'ouvrage.

**Figure 14.** Résultats de l'inventaire faunistique lié à la prise Lorrain

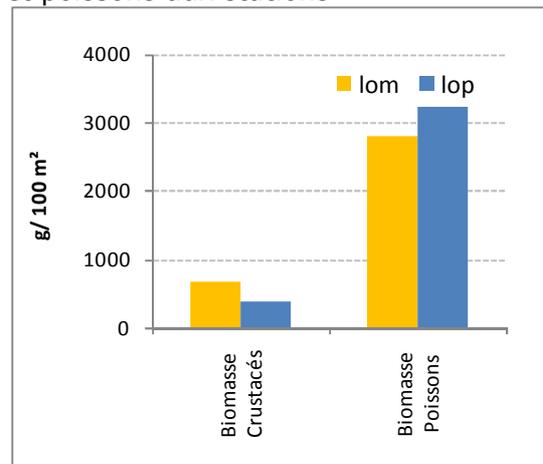
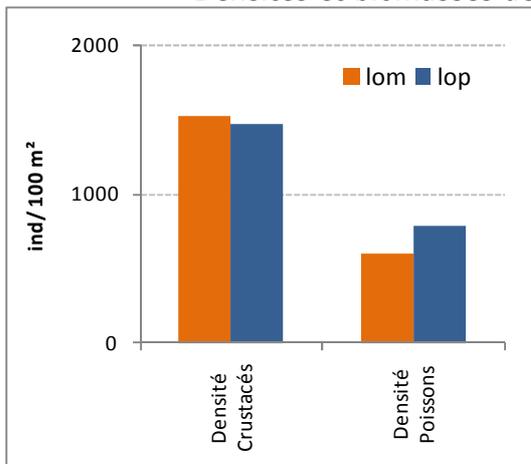


Liste des espèces retrouvées aux stations et leur  
abondance relative

Abondances relatives		RICHESSE TAXONOMIQUE		Rivière Lorrain	
Familles	Taxons	amont	aval p		
<b>CRUSTACÉS</b>					
Atyidae	<i>Atya sp.</i>	82	2		
	<i>Atya innocous</i>	9	4		
	<i>Atya scabra</i>	3	1		
	<i>Micratya poeyi</i>	375	537		
Xiphocaridae	<i>Xiphocaris elongata</i>	29	6		
Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp.</i>	38	123		
	<i>Macrobrachium carcinus</i>	2	1		
	<i>Macrobrachium crenulatum</i>	13	10		
	<i>Macrobrachium heterochirus</i>	28	53		
<b>Richesse taxonomique Crustacés</b>		<b>7</b>	<b>7</b>		
		<b>amont</b>	<b>aval p</b>		
<b>POISSONS</b>					
Anguillidae	<i>Anguilla rostrata</i>	1	4		
Mugilidae	<i>Agonostomus monticola</i>	4	16		
Gobiesocidae	<i>Gobiesox nudus</i>	1	9		
Eleotridae	<i>Eleotris perniger</i>		11		
Gobiidae	<i>Sicydium sp.</i>	222	356		
<b>Richesse taxonomique Poissons</b>		<b>4</b>	<b>5</b>		
<b>Richesse taxonomique Totale</b>		<b>11</b>	<b>12</b>		

Répartition en densité des familles de  
crustacés et poissons

## Densités et biomasses des crustacés et poissons aux stations



## 3.2. Détermination des Débits Minimums Biologiques

### 3.2.1. Le contexte DMB

#### Les prises étudiées

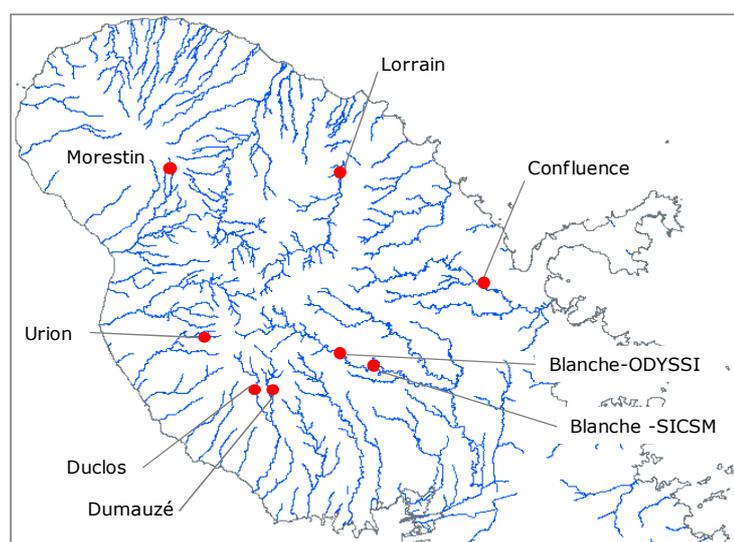
Les captages d'eau étudiés sont au nombre de huit et cinq maîtres d'ouvrage sont concernés. Les données relatives aux ouvrages sont issues des dossiers de périmètres de protection des captages, consultables au Conseil Général. Les informations relatives à la position des captages choisis, ainsi qu'à leur position sur le bassin versant, sont données dans le tableau suivant.

Parmi les huit cours d'eau, deux sont de taille majeure –rivières Blanche et du Lorrain- et constituent une ressource importante. Ce sont des cours d'eau à fort débit naturel alors que les autres cours d'eau étudiés sont de plus petite taille. Pour ces derniers, le recueil des données (mesures de terrain) au cours de la campagne de basses eaux (carême) s'est parfois révélé difficile du fait du faible débit.

**Tableau 5 :** Coordonnées géographiques et position sur le bassin versant des captages choisis pour l'étude (dossiers Périmètres de protection des captages)

Maître d'ouvrage	Rivière	Captage	Commune	Cote (NGM)	SBV (km <sup>2</sup> )	Coordonnées (UTM 20)	
						x	y
Morne Rouge	Madame	Morestin	Morne Rouge	390	1,5	699 132	1 634 776
SCCNO	Picard	Urion	Morne Vert	562	0,6	701 965	1 626 045
ODYSSI	Duclos	Duclos	Fort-de-France	235	4,1	704 510	1 621 462
ODYSSI	Dumauzé	Dumauzé-absalon	Fort-de-France	220	4,62	704 932	1 621 858
ODYSSI	Blanche	Bouliki-Roches Gales	St-Joseph	311	10,3	707 035	1 626 189
SICSM	Blanche	Bouliki	St-Joseph	152	17	711 108	1 623 946
SCNA	Galion	Confluence	Gros Morne	290,4	3,4	711 008	1 629 593
SCNA	Lorrain	Lorrain	Lorrain	130	25,5	709 250	1 635 150

**Figure 15.** Position géographique des captages étudiés



La localisation cartographique précise de chacun des captages est présentée ci après. Seule la prise Morestin a nécessité une visite de terrain avec l'exploitant.

Les rivières de la Martinique abritent une faune aquatique dont la principale caractéristique biologique est la migration. Cette circulation de la faune aquatique est indispensable pour assurer la reproduction et ainsi la survie des espèces. Les captages d'eau en rivière impactent la vie, la circulation et la reproduction des espèces aquatiques et ceci du fait :

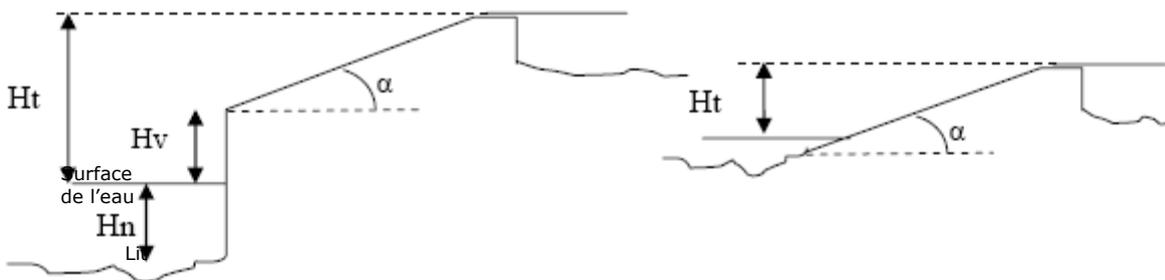
- De l'obstacle engendré du fait de la présence du seuil, d'autant plus s'il n'est pas équipé d'un dispositif de franchissement ;
- Du débit prélevé ;
- Du type de grille dont est équipé l'ouvrage ;
- De la modification de l'habitat aux abords de l'ouvrage.

La description sommaire des huit captages a été réalisée et est fournie ci-après. Des éléments techniques sur chaque captage ont été recueillis. La définition de certains termes est fournie dans le tableau qui suit.

Intitulé	Description	Unité
Largeur Lit mineur rivière	Espace occupé habituellement par les eaux jusqu'au plein bord, limité par les berges	Mètre
Emprise transversale	Occupation du seuil de l'ouvrage par rapport à la largeur du lit mineur	Totale ou Partielle
Emprise longitudinale	Occupation du seuil de l'ouvrage dans le sens de l'écoulement	Mètre
Largeur transversale	Largeur perpendiculaire à l'écoulement	Mètre
Largeur longitudinale	Largeur dans le sens de l'écoulement	Mètre
Nous différencions la zone d'emprise des largeurs de l'ouvrage en particulier dans sa composante longitudinale, cette zone d'emprise pouvant se révéler beaucoup plus importante que l'ouvrage lui-même du fait par exemple des aménagements de consolidation des captages.		
Plan incliné	Plan incliné longitudinal discontinu (présence d'une verticale en aval) ou continu (plongeant directement dans la lame d'eau en aval)	Présence ou Absence Continu ou Discontinu
Grille	Type de grille	Barre, Plaque percée ou Mixte
Hauteur totale Ht	Cf. Croquis ci-dessous	Mètre
Hauteur noyée Hn	Cf. Croquis ci-dessous	Mètre
Hauteur verticale Hv	Cf. Croquis ci-dessous	Mètre
Echelle ou Passe à poissons/crevettes	Dispositif permettant à la faune aquatique (poissons, crevettes) de franchir un obstacle crée sur un cours d'eau (seuil, barrage, captage)	Présence ou Absence

Ces éléments techniques proviennent des dossiers de Périmètres de protection des captages et des relevés terrain d'Asconit Consultants.

#### Plan incliné discontinu (gauche) et continu (droite), (Source : TOITOT N., 2003 complété)



Les périodes d'interventions

Les périodes d'interventions pour le recueil des données relatives à la détermination des DMB correspondent aux mois de février/mars pour les basses eaux, et juillet pour les hautes eaux, à l'exception de la prise Dumauzé. L'aval de cette prise étant complètement asséché en février, les deux campagnes se sont faites en juillet, avant et après une crue.

**Tableau 6** : Dates d'intervention pour le recueil des variables DMB

Rivière	Prise	Date d'intervention basses eaux	Date d'intervention hautes eaux
Madame –affl. Roxelane	Morestin	17-18/02/2010	07/10
Picard-affl. Fond capot	Urion	18-22/02/2010	23/09/10
Duclos-affl. Case Navire	Duclos	14/02/2010 et 03/03/2010	27/09/10
Dumauzé –affl. Case Navire	Dumauzé	07/10	07/10
Blanche	ODYSSI	16 et /02/2010	07/10
Blanche	SICSM	19/02/2010	07/10
Galion	Confluence	26/02/2010	07/10
Lorrain	Lorrain	15-23/02/2010	16/09/10

Contexte hydromorphologique et détermination des stations

Afin d'appréhender le contexte hydromorphologique des rivières, un linéaire d'environ 1000 m de cours d'eau encadrant les prises d'eau (de l'aval à l'amont) a fait l'objet d'une reconnaissance à pied. Cette dernière a abouti à la caractérisation du tronçon de rivière d'un point de vue géomorphologique (global) et hydrologique et le cas échéant au découpage de la rivière en plusieurs tronçons homogènes.

L'identification des principaux types de faciès présents a été réalisée au cours de la sectorisation.

L'application de la méthodologie Estimhab-Stathab développée dans cette étude pour la détermination des DMB requière une **acquisition de données des variables physiques sur deux stations « DMB » en aval du captage** pour une meilleure fiabilité des estimations des valeurs de débit.

Les critères déterminants dictant l'emplacement définitif des stations sont :

- **l'absence d'une entrée d'eau significative** au niveau de la station (affluent ou rejet de captage) ;
- **la représentativité hydromorphologique des stations par rapport aux conditions générales du tronçon.** Par conséquent, au sein de chaque station, les principaux faciès doivent être représentés de manière significative et si possible avec une importance relative (en termes de linéaire) comparable à celle qu'ils ont au sein du tronçon.

Ces critères doivent être respectés sur une longueur d'environ 10 à 30 fois la largeur plein bord du cours d'eau.

**Les stations DMB définies pour l'étude des huit prises sont bien représentatives des conditions hydromorphologiques des tronçons de rivières. Les stations aval éloignées ont été positionnées au plus près de la station aval proche lorsque possible, de manière à avoir des critères hydromorphologiques de même type.**

**Les stations DMB mises en place sur chaque rivière appartiennent au même tronçon hydromorphologique, les conditions d'habitats physiques se maintiennent globalement sur**

**tout le linéaire des rivières.** Il peut arriver que quelques modifications surviennent du fait de l'arrivée d'un affluent qui vient élargir le lit et ainsi modifier de façon modérée les habitats.

Aucune altération ne se trouve au sein des stations choisies, mais certaines zones inter-stations n'en sont pas exemptes, notamment par la présence de gués. Les éléments divers pouvant impacter les stations seront décrits lors de la présentation de chaque station.

### **3.2.2. Les courbes de préférences des espèces**

L'acquisition de données sur l'habitat des espèces lors de l'étude des huit prises d'eau a permis, dans un premier temps, de comparer ces nouvelles données aux données issues des précédentes études DMB. Ceci a permis de constater qu'il pouvait y avoir des différences significatives (visuelles) des préférences entre les deux jeux de données. Il a donc été choisi de proposer, pour certains paramètres/espèces, de nouvelles courbes de préférences. Il est bien évident que les travaux en cours dans le cadre de la thèse de Virginie GIRARD, se chargeront de compléter/valider/modifier ces résultats.

L'ensemble des courbes ont été reprises avec les données de Martinique, mais pas l'ensemble des lissages effectués à partir des données. Ces lissages correspondent à la courbe « modèle » des graphes. Les courbes modèles issues du lissage des données de Martinique sont celles des espèces *A.scabra* et *M.heterochirus*, et celles de la vitesse pour *A.innocous* et *Sicydium*. Pour les autres paramètres, la corrélation entre le modèle déjà existant et le nouveau jeu de données a été estimée suffisante.

Cinq espèces en tout ont été retenues pour la modélisation soit une espèce de poisson *Sicydium sp.*, deux espèces de crustacé du genre *Macrobrachium* : *M.heterochirus* et *M.faustinum*, et deux espèces de crustacés du genre *Atya* : *Atya innocous* et *Atya scabra*.

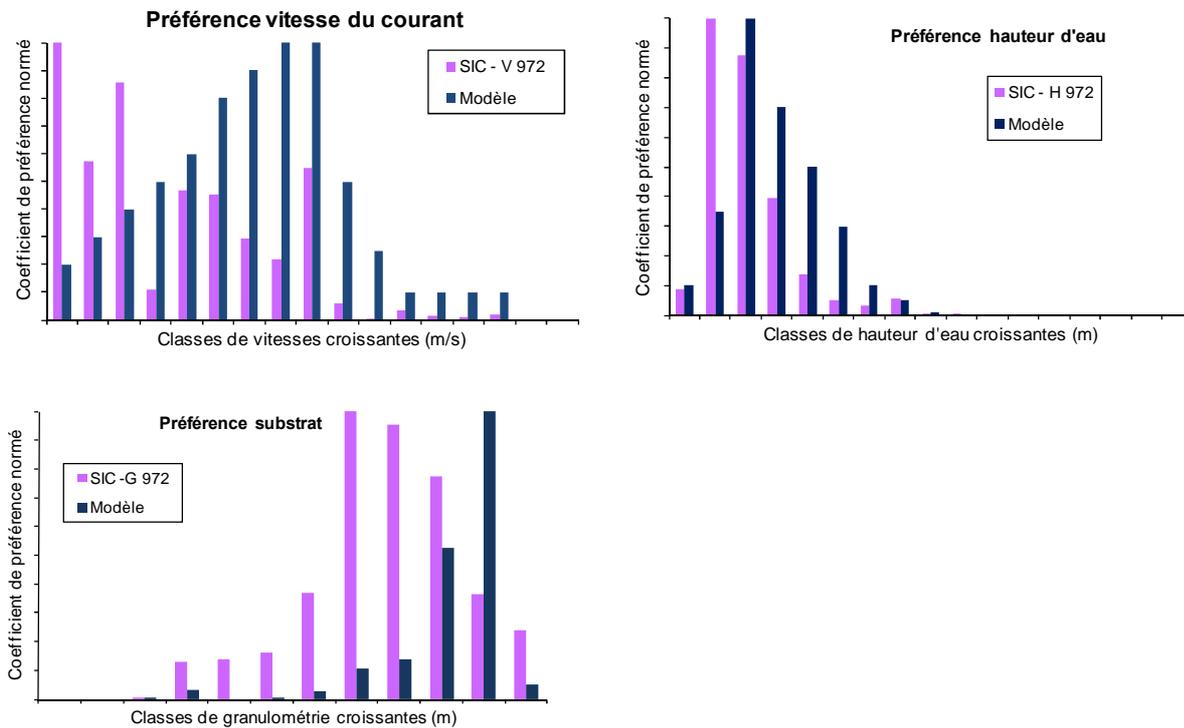
#### Sicydium sp. :

*Sicydium* est reconnu comme un taxon rhéophile, c'est-à-dire affectionnant particulièrement les écoulements rapides. La présence de courant est favorable à la dévalaison vers la mer des larves écloses en rivière, mais est également considéré comme l'un des facteurs nécessaire à la migration des juvéniles depuis l'embouchure vers les zones amont des rivières.

Aussi connu sous les dénominations de « colle-roche », « loche » ou encore « titiri » lorsqu'il s'agit d'un juvénile, *Sicydium sp.* possède des nageoires pectorales réunies en ventouse lui permettant de s'accrocher au substrat. C'est un brouteur de substrat qui se nourrit d'algues épiphytiques. La coloration est brunâtre mais lors de la période de reproduction, la livrée du mâle prend une irisation verte très nette. La femelle conserve une couleur brune. Les œufs sont collés sur les substrats grossiers et après éclosion les larves sont entraînées vers la mer. Elles s'y développent pendant quelques mois et lorsqu'elles atteignent une taille comprise entre 10 et 30 mm, ces « titiris » remontent massivement en eau douce. Actuellement surpêchés au niveau des embouchures, la tendance des captures est à la baisse. Ces pêches ponctuelles et saisonnières ont un caractère patrimonial et économique important. La taille des adultes varie entre 60 mm et 150 mm.



Les courbes de préférences pour la vitesse du courant, la hauteur d'eau et la granulométrie du substrat établies à partir d'observations réalisées sur 2739 individus, sont présentées ci-dessous. Le *Sicydium sp.* a une préférence pour les fortes vitesses de courant (rhéophile), les hauteurs d'eau moyennes et une granulométrie grossière.

**Figure 16.** Courbes de préférences pour l'espèce *Sicydium sp.*, données de Martinique

### Macrobrachium faustinum :

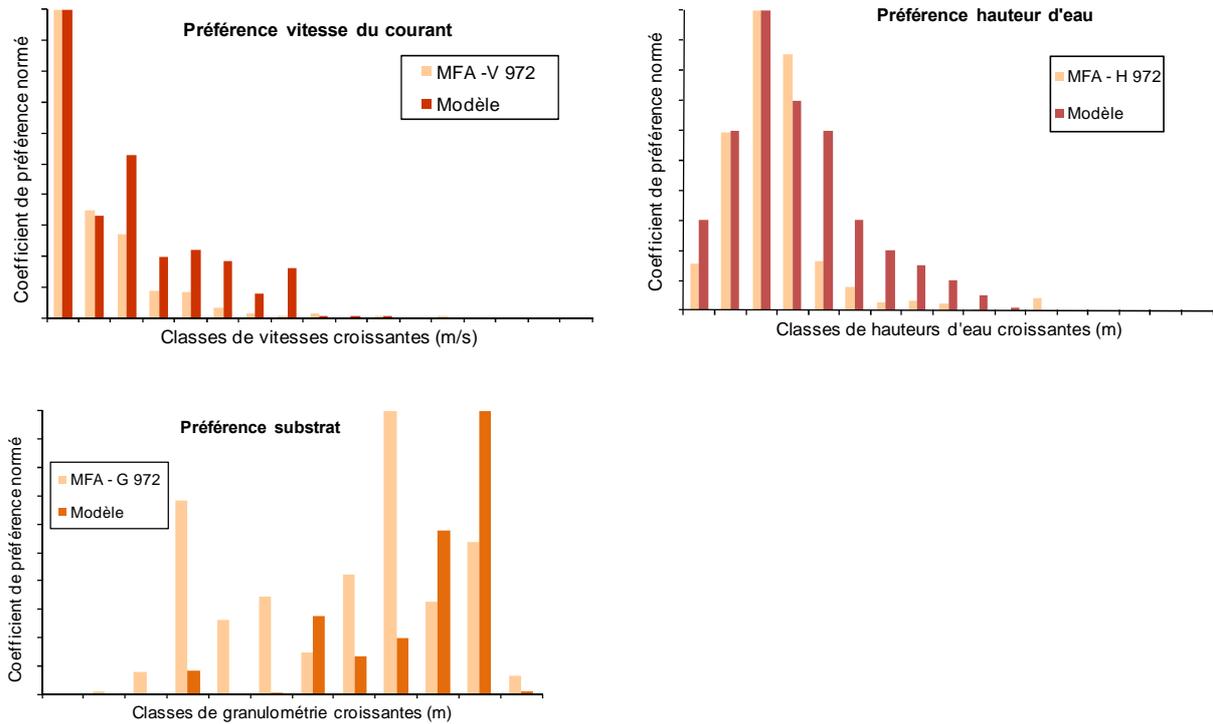
*Macrobrachium faustinum* est connu pour coloniser des habitats variés (radiers, rapides, plats profonds et cavités à l'abri du courant) mais aurait tendance à rechercher les milieux plus calmes et profonds sous les embâcles.

*Macrobrachium faustinum*, « alexis » ou « gros mordant », présente des pinces qui sont très dissymétriques l'une par rapport à l'autre. Les doigts de la grosse pince sont légèrement plus longs que la paume et ne sont pas jointifs. La paume porte de nombreuses soies en touffes mais aucune dent sur le bord extérieur. La coloration de la carapace est claire (souvent jaune ou rose pâle translucide). La taille moyenne des femelles ovigères est de 40 mm et les mâles peuvent atteindre les 100 mm et plus.



La reproduction de cette espèce est la plus intense en septembre mais des femelles ovigères sont recensées en mars. Les femelles ovigères vont procéder à une migration de dévalaison, afin que les larves atteignent plus aisément la mer, où elles vont croître. Cette espèce fréquente un important panel d'habitats (les mêmes que *Macrobrachium crenulatum*) mais elle affectionne particulièrement les milieux calmes et profonds sous embâcles des cours d'eau de faible altitude. La biologie de cette espèce est peu connue.

Les courbes de préférences pour la vitesse du courant, la hauteur d'eau et la granulométrie du substrat établies à partir d'observations réalisées sur 700 individus, sont présentées ci-dessous. La crevette *M. faustinum* a une préférence pour les vitesses de courant modérées à faibles, des hauteurs d'eau assez variées avec une tendance majoritaire sur les faibles hauteurs et une granulométrie moyenne à grossière.

**Figure 17.** Courbes de préférences pour l'espèce *M. faustinum*, données de Martinique

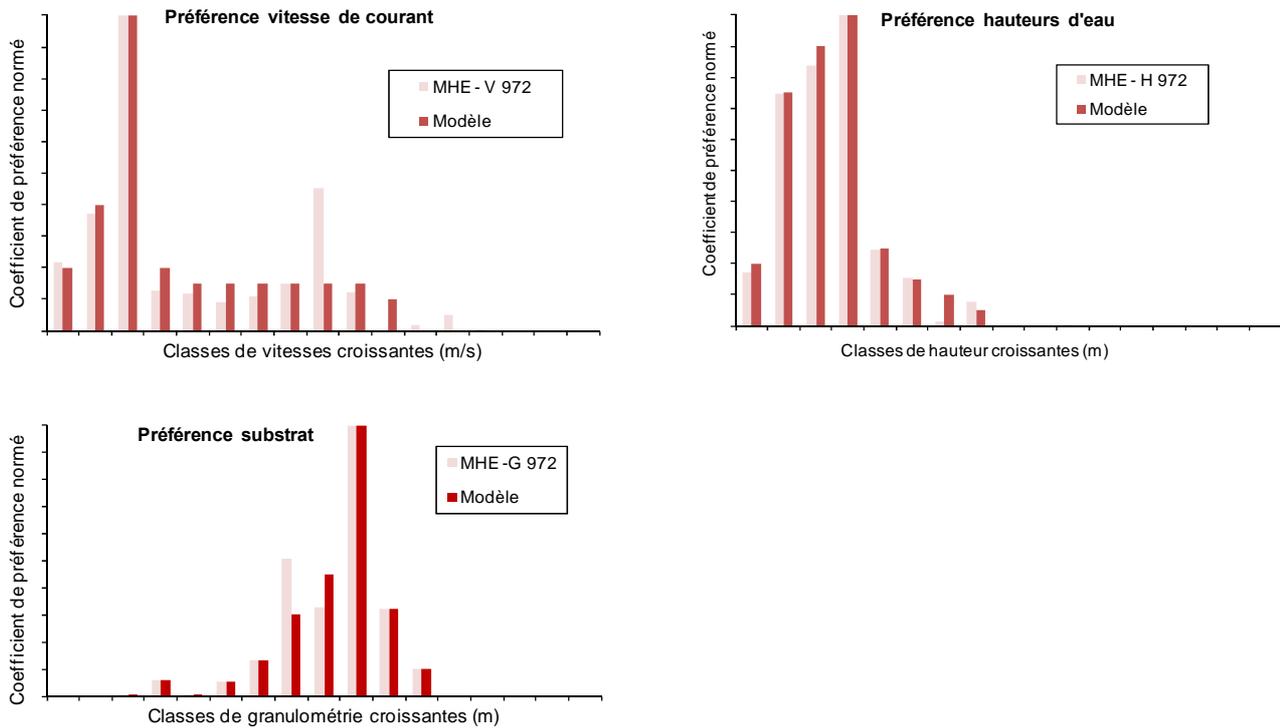
### Macrobrachium heterochirus

Cette espèce de *Macrobrachium* de taille moyenne affectionne les zones plutôt lotiques. On la retrouve dans les faciès de type rapide et plat lotique. Sa capacité de franchissement est réduite du fait de l'encombrement de ses longues pinces, mais elle est malgré tout capable de se maintenir dans des zones à forts courants.

*Macrobrachium heterochirus* ou Grand Bras, présente des pinces longues et fines. L'espèce est brun-rouge avec des zébrures sombres caractéristiques sur les trois premiers segments abdominaux. Comme *M. faustinum*, les femelles ovigères vont entreprendre une migration vers l'aval.



Les courbes de préférence pour la vitesse du courant, la hauteur d'eau et la granulométrie du substrat établies à partir d'observation réalisées sur 363 individus, sont présentées ci-dessous. La crevette *M. heterochirus* a une préférence qui est marquée pour une classe de vitesses assez faible avec quand même des individus préférant les plus fortes vitesses, une préférence pour des hauteurs d'eau moyennes et faibles et une granulométrie moyenne.

**Figure 18.** Courbes de préférences pour l'espèce *M. heterochirus*, données de Martinique

### *Atya innocous*

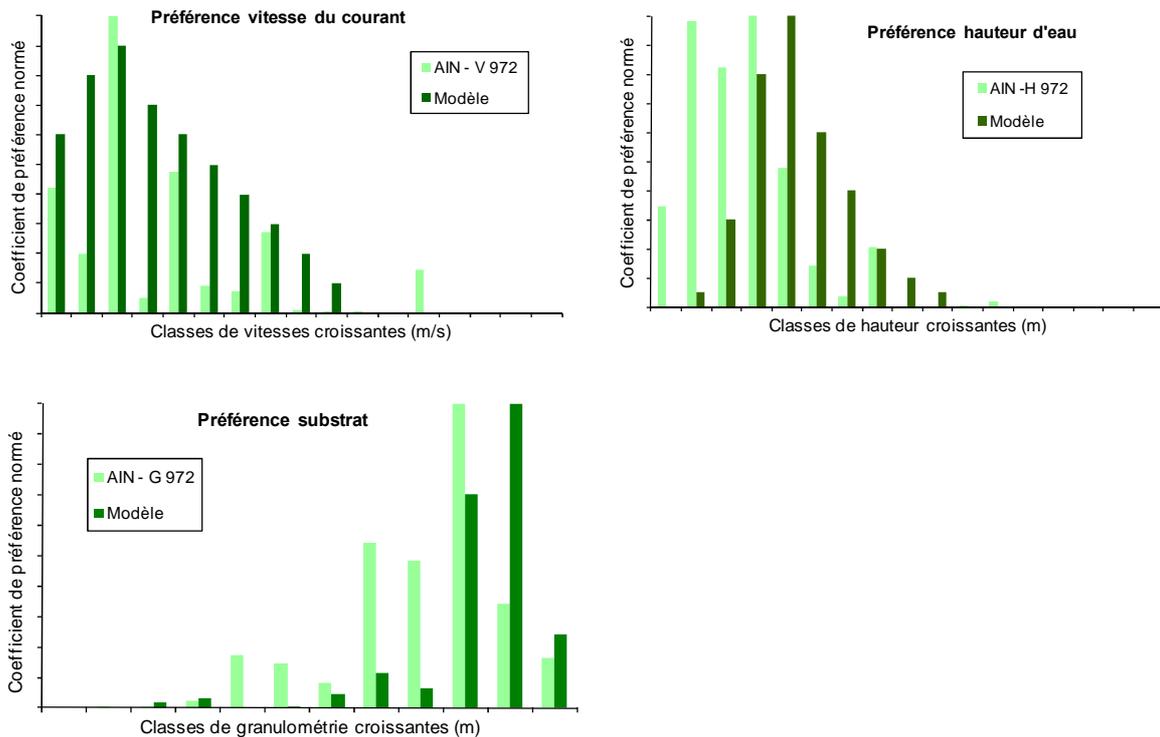
*Atya innocous* affectionne les faciès d'écoulement rapide de type cascade, rapide et radier. Cette espèce est adaptée pour franchir des obstacles et résister à de forts courants ce qui fait qu'elle se retrouve jusqu'aux têtes de bassins versants à des altitudes supérieures à 300m.

*Atya innocous*, ou Bouc, ne présente pas de pince mais ses pattes ambulatoires sont munies d'un ongle apical qui lui permet de s'agripper au substrat. La coloration est brun-vert moucheté assez uniforme sur l'ensemble du corps. La taille moyenne des femelles ovigères est de 30 mm et la taille maximale de l'espèce est de 90-100 mm.

Cette espèce se nourrit à la fois par filtration et ratissage. La reproduction de cette espèce est la plus intense en septembre mais des femelles ovigères sont recensées en mars. Les femelles sont connues pour pondre leurs œufs sur place, sans entreprendre de migration vers l'aval.



Les courbes de préférences pour la vitesse du courant, la hauteur d'eau et la granulométrie du substrat établies à partir d'observation réalisées sur 1090 individus, sont présentées ci-dessous. La crevette *A.innocous* a une préférence qui est bien répartie sur plusieurs classes de vitesses, une préférence pour des hauteurs d'eau moyennes et fortes et une granulométrie grossière.

**Figure 19.** Courbes de préférences pour l'espèce *A.innocous*, données de Martinique

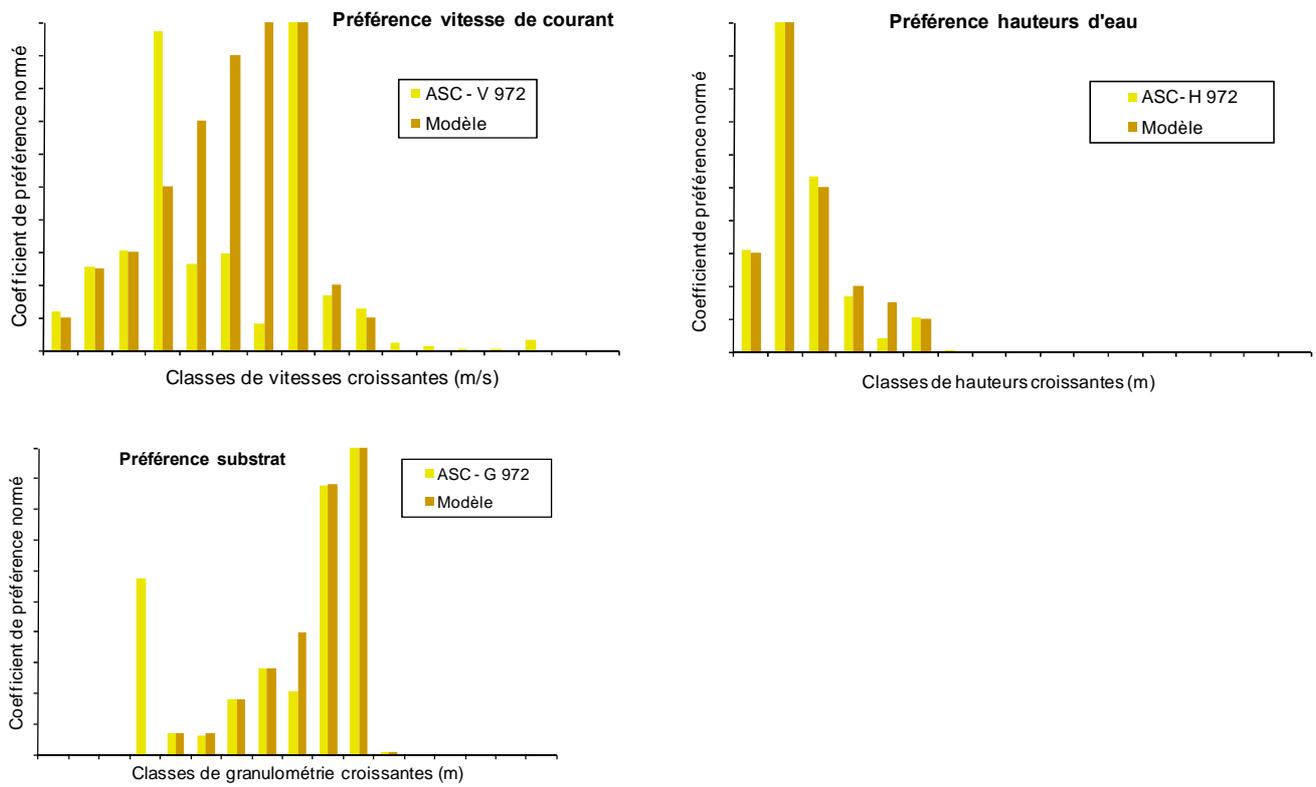
### *Atya scabra*

Cette espèce de Bouc possède une écologie similaire à celle d'*Atya innocous*, mais se retrouve quasi exclusivement dans les faciès de type rapide et cascade. Sa capacité de franchissement étant élevée, cette espèce se retrouve en plus grande densité dans les zones amont des cours d'eau.

Outre de part la forme de son rostre, elle se distingue de l'espèce précédente par la puissance de ses pattes ambulatoires qui sont munies de griffes acérées et par le duvet qui recouvre son corps. Sa coloration peut être marron foncé ou plus claire avec une bande crème verdâtre sur la partie dorsale (photo).



Les courbes de préférence pour la vitesse du courant, la hauteur d'eau et la granulométrie du substrat établies à partir d'observation réalisées sur 599 individus, sont présentées ci-dessous. La crevette *A.scabra* a une préférence pour les fortes vitesses, une préférence pour des hauteurs d'eau faibles et une granulométrie moyenne.

**Figure 20.** Courbes de préférences pour l'espèce *A.scabra*, données de Martinique

## 3.3. Rivière Madame –Prise Morestin

L'eau captée par cette prise est acheminée par pompage jusqu'à l'unité de traitement (Morestin), alors que la production des autres ressources (prise d'eau Essente) transite par gravité. Ainsi, la prise d'eau de rivière Madame n'est exploitée que lorsque le réservoir plus en amont se trouve en déficit et que la prise d'eau Essente se trouve elle-même en déficit de fourniture d'eau brute. En période d'abondance sur les autres ressources, la prise Morestin n'est quasiment pas sollicitée.

Données générales		Eléments techniques		
Côte (NGM)	390	Largeur Lit mineur rivière (m)	2,9 <sup>2</sup>	
Usage	AEP (réseau secondaire)	Emprise transversale	Totale	
Débit prélevé (m <sup>3</sup> /j)	319	Emprise longitudinale (m)	7	
Débit réservé (l/s)	40,6	Plan incliné	Présence	
Matériaux	Béton	Grille	Plaque percée	
Echelle ou Passe à poissons/crevettes	Non	Hauteur totale Ht (m)	2,5	
Etat	Excellent, remise en état en 2009	Hauteur verticale Hv (m)	0,5	
Environnement	Naturel	Hauteur noyée Hn (m)	0	
		Largeur transversale (m)	Ouvrage	8
			Plan incliné	6
		Largeur longitudinale (m)	Grille	6
			Ouvrage	1
Plan incliné	0,6			
Grille	0,4			



La rivière Madame est un affluent de la rivière Roxelane qui se déverse dans la mer des caraïbes au niveau de St-Pierre. Il s'agit d'un cours d'eau de type torrentiel à forte pente et granulométrie dominée par de très gros blocs. La puissance que peut atteindre les flots se note par la présence de

<sup>2</sup> Largeur mouillée moyenne relevée en basses eaux

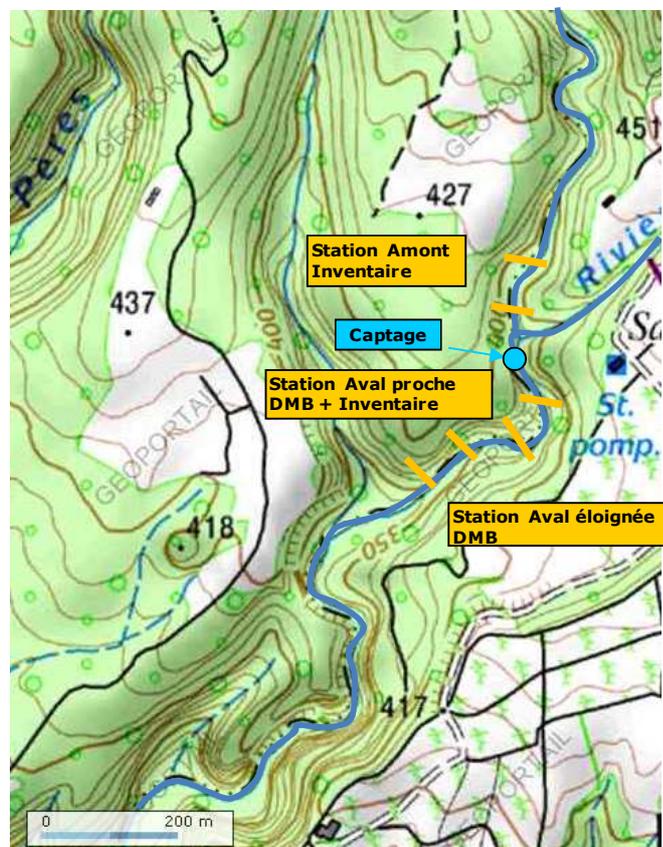
nombreux embâcles formés de troncs imposants. La largeur du lit mineur au niveau du tronçon étudié est en moyenne de 2,9 mètres. Les faciès présents sont de type escalier, soit une alternance rapprochée de plats lotiques ou mouilles et cascades. Les berges sont globalement escarpées et colonisées par une végétation naturelle relativement dense. Le captage se situe à l'aval direct de la confluence de l'affluent Ferré avec la rivière Madame. Ainsi, la rivière à l'amont du captage diminue considérablement en largeur. Les mesures de débits sur ce cours d'eau se sont avérées difficiles du fait de la présence de sous-écoulements importants.

### Les stations d'étude

La station aval proche débute à environ 20 mètres en aval du captage et s'étend sur 90 m.

La station aval éloignée est à une distance d'environ 100 mètres de l'aval de la station aval proche. Sa longueur est de 90 mètres également. Le lit est légèrement plus ouvert au niveau de cette station, même si de toute évidence il n'y pas d'affluent majeur entre les stations.

### Rivière Madame –Prise Morestin



		Aval proche	Aval éloignée
<b>Coordonnées géographiques (wgs84 –UTM 20)</b>	Limite Amont	699554 - 1634886	0699464 - 1634818
	Limité Aval	0699563 - 1634857	0699394 - 1634750
	Longueur (m)	90	90
Basses eaux	N transects/ N points	16/ 77	22/ 108
Hautes eaux	N transects/ N points	21/ 123	17/ 106

Les valeurs de superficie de bassin versant (SBV) calculées sont les suivantes (valeur SBV donnée par la DIREN et différence de SBV aux stations calculées par Asconit Consultants):

Situation	SBV (km <sup>2</sup> )
Captage	1,55
Aval éloigné	1,70

Etant donné le faible linéaire entre le captage et la station aval éloignée, les SBV sont relativement proches.

### Débits

Le module naturel estimé (DIREN, méthode des isolames d'eau) ainsi que le débit nominal et le débit prélevé à la prise (dossiers de Périmètres de protection, CG) sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 7 : Prise Morestin - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG).**

Superficie BV (km <sup>2</sup> )	Module (l/s)	Débit nominal (m <sup>3</sup> /j)	Débit prélevé (m <sup>3</sup> /j)
1,55	203	864	319

Les débits mesurés lors des campagnes d'intervention sont présentés dans le tableau suivant. Chaque débit est une moyenne de deux mesures. Les mesures de basses eaux au niveau de ce cours d'eau ont été difficiles du fait de la présence de sous-écoulements importants et d'une très faible lame d'eau. Les débits des stations aval proche et éloigné sont équivalents aux deux campagnes, ce qui traduit bien l'absence d'affluents entre les deux. Les valeurs légèrement inférieures de la station aval éloigné restent cependant cohérentes avec la marge d'erreur liée à la méthode de mesure de débit utilisée (10 à 15%).

**Tableau 8. Prise Morestin –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.**

	Aval proche	Aval éloigné
Débit moyen basses eaux (m <sup>3</sup> /s)	0,010	0,007
Débit moyen hautes eaux (m <sup>3</sup> /s)	0,044	0,043
Rapport	4,3	6
% module du débit hautes eaux	21%	21%

Les valeurs mesurées sont si faibles qu'une petite variation dans les valeurs de débit fait grandement changer le rapport entre le débit hautes eaux et basses eaux. Pour les deux stations, ce rapport est cependant nettement supérieur à trois, valeur préconisée par le guide méthodologique d'Estimhab/Stathab.

L'intervalle de débit ne comprend pas la valeur du module, cette dernière étant supérieure de 21% à la valeur de débit mesurée en hautes eaux. Les variables physiques mesurées correspondent donc à un cours d'eau en situation hydrologique d'étiage sec par rapport à la normale.

### 3.3.1. Morestin - Station aval proche

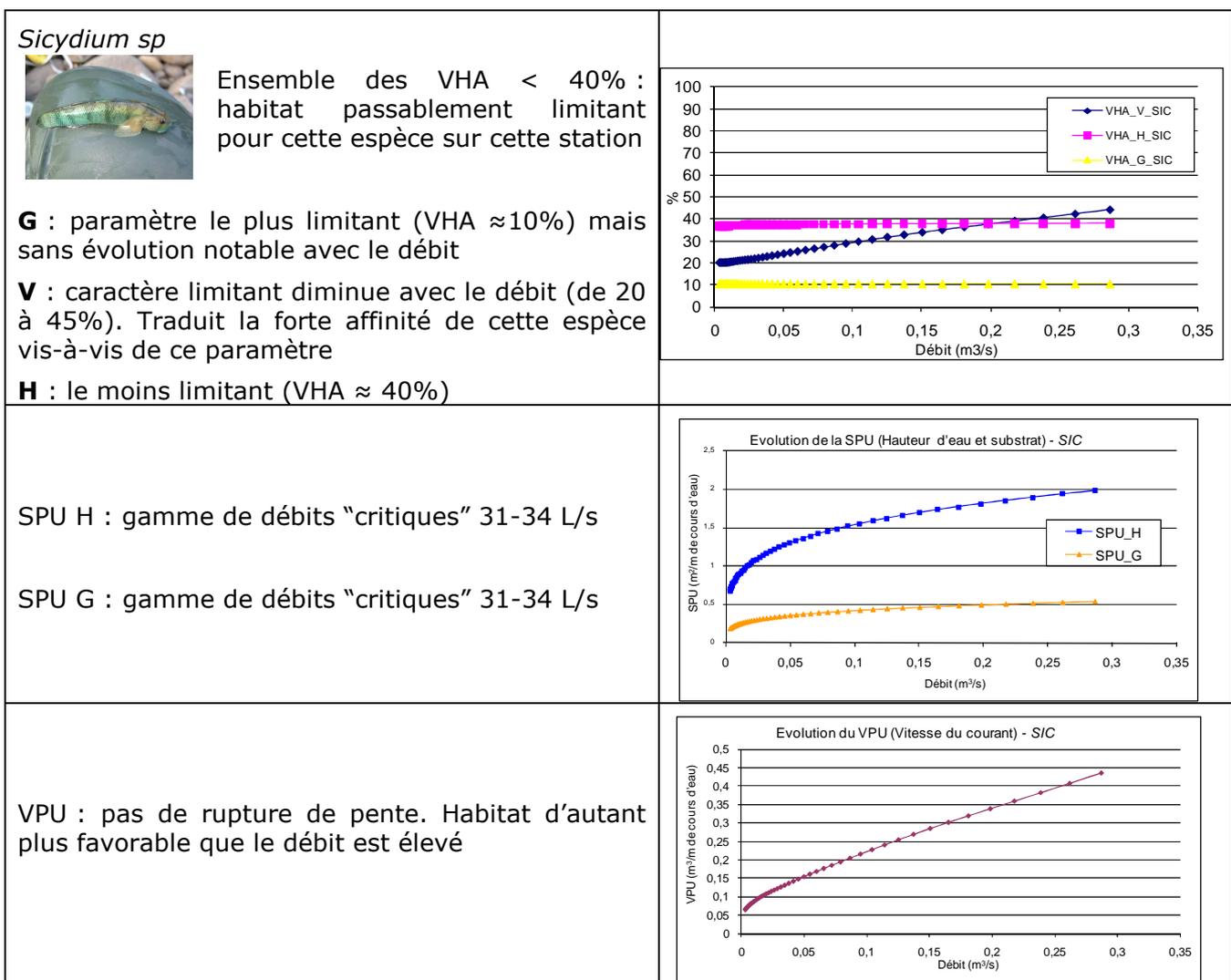
Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval proche sont reportées dans le tableau suivant.

Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval pr.

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
Fév. 2010	0,010	0,18	2,40
Juil. 2010	0,044	0,19	3,38
Taille du substrat (m)			
0,101			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			
0,003-0,3			

#### Résultats de la modélisation

La faible différence des hauteurs moyennes entre les campagnes donne une courbe VHA-H qui montre peu d'évolution avec le débit. Ce résultat traduit le fait que la hauteur d'eau augmente très lentement avec le débit, la principale modification concernant la largeur en eau.



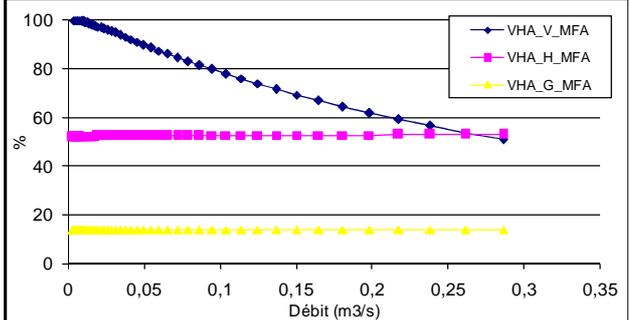
*Macrobrachium faustinum*

Les habitats de cette station apparaissent légèrement plus favorables pour cette espèce

**G** : paramètre le plus limitant (VHA  $\approx 15\%$ ) mais sans évolution notable avec le débit

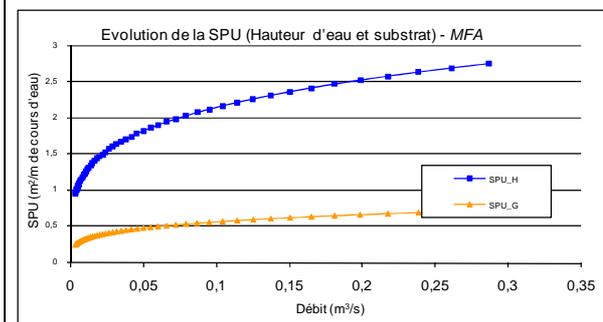
**V** : caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (de 100 à 55%). Traduit les fortes préférences de cette espèce pour les faibles vitesses de courant

**H** : le moins limitant (VHA  $\approx 55\%$ )

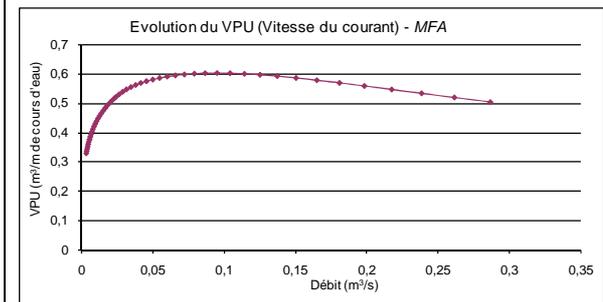


SPU H : gamme de débits "critiques" 31-37 L/s

SPU G : gamme de débits "critiques" 31-34 L/s



VPU : gamme de débits "critiques" 26-28 L/s

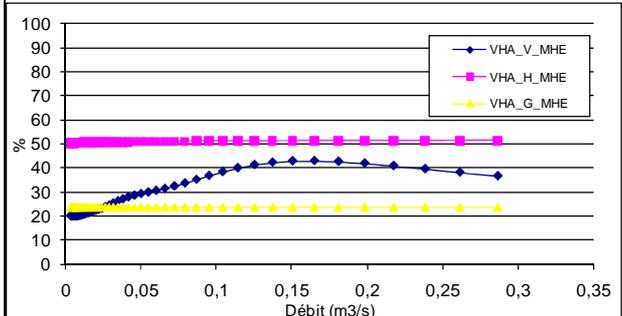
*Macrobrachium heterochirus*

Sur cette station, l'habitat apparaît moyennement limitant pour cette espèce.

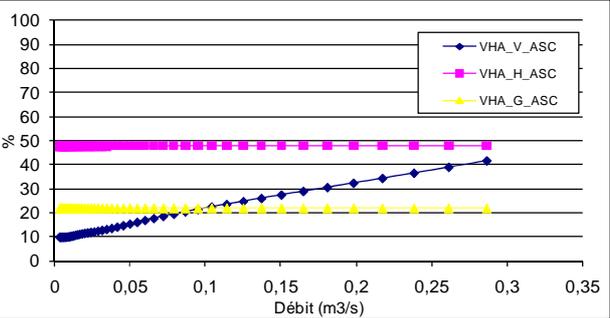
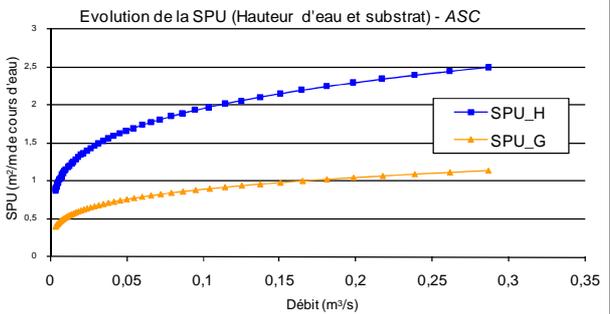
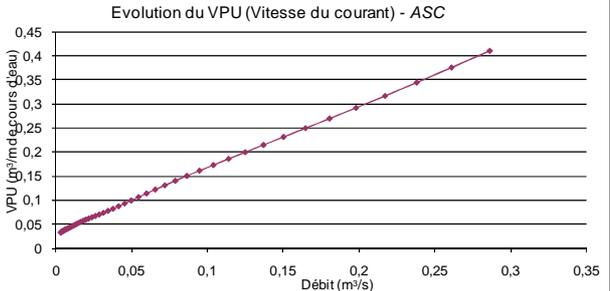
**G** : paramètre le plus limitant (VHA  $\approx 25\%$ ) mais sans évolution notable avec le débit

**V** : caractère limitant décroît avec l'augmentation du débit (de 20 à 40%), jusqu'à une valeur « plateau » atteinte pour un débit de l'ordre de 150-200 l/s

**H** : paramètre le moins limitant (VHA  $\approx 50\%$ )



<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 25-30 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 28-34 L/s</p>	
<p>VPU : pas de rupture de pente. Habitat d'autant plus favorable que la vitesse augmente, jusqu'à un « plateau » atteint pour des débits de l'ordre de 150 L/s</p>	
<p><i>Atya innocous</i></p>  <p>Les habitats aquatiques de cette station sont assez limitants pour l'espèce, sauf en ce qui concerne la vitesse du courant</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 15%) et sans évolution notable avec le débit</p> <p><b>H</b> : paramètre limitant (VHA ≈ 20%)</p> <p><b>V</b> : caractère peu limitant à faible débit (VHA supérieure à 60%) et la valeur d'habitat augmente légèrement avec l'augmentation du débit (70% à 150 L/s).</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 34-37 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 31-34 L/s</p>	
<p>VPU : rupture de pente faiblement marquée à 25-30 L/s</p>	

<p><i>Atya scabra</i></p>  <p>Sur cette station, l'habitat est passablement limitant pour cette espèce, du fait de ses exigences élevées vis-à-vis notamment de la vitesse du courant</p> <p><b>V</b> : caractère limitant à faible débit (VHA proche de 10%) qui devient moins limitant avec l'augmentation du débit (jusqu'à 40%).</p> <p><b>G</b> : paramètre limitant (VHA ≈20%)</p> <p><b>H</b> : paramètre peu limitant (VHA ≈50%) et sans évolution notable avec le débit pour les raisons évoquées plus haut</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 28-31 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 28-34 L/s</p>	<p>Evolution de la SPU (Hauteur d'eau et substrat) - ASC</p> 
<p>VPU : pas de rupture de pente et augmentation quasi linéaire avec le débit. L'espèce présente un caractère très rhéophile</p>	<p>Evolution du VPU (Vitesse du courant) - ASC</p> 

## Discussion

Les résultats sont similaires entre les espèces, ce qui n'occasionne pas de difficulté dans le choix des intervalles à considérer.

Valeurs seuils de débit en dessous desquelles la perte d'habitat est significative

### Aval proche

<i>Sicydium</i> sp.	au moins 34 l/s
<i>Macrobrachium faustinum</i>	entre 31 et 37 l/s
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	au moins 34 l/s
<i>Atya innocous</i>	entre 31 et 37 l/s
<i>Atya scabra</i>	au moins 34 l/s

DMB au niveau de la station	
<b>31-37 l/s</b>	
Débit Minimum Biologique	
Prise Morestin	
DMB au niveau de la prise	% Module à la prise d'eau
<b>31-37 l/s</b>	<b>15-18 %</b>

A l'issue de la modélisation effectuée avec ces cinq espèces sur la station Morestin aval proche, le DMB est donné entre 31 et 37 l/s soit entre 15-18% du module en théorie.

### 3.3.2. Morestin - Station aval éloigné

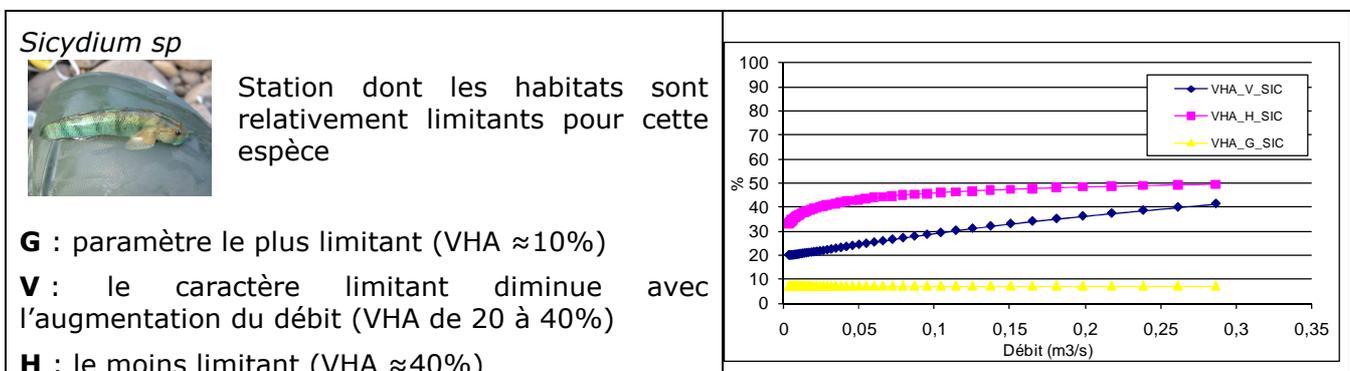
Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval éloigné sont reportées dans le tableau suivant.

Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval el.

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
Fév. 2010	0,007	0,16	2,03
Juil. 2010	0,043	0,20	2,98
Taille du substrat (m)			
0,092			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			
0,003–0,3			

#### Résultats de la modélisation

La courbe de VHA-H pour cette station présente une évolution avec le débit du fait de la plus grande différence de hauteur d'eau entre les deux campagnes



<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 34-37 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 34-37 L/s</p>	
<p>VPU : pas de rupture de pente. Habitat d'autant plus favorable que la vitesse est élevée</p>	
<p><i>Macrobrachium faustinum</i></p>  <p>Les habitats de cette station sont relativement favorable pour cette espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 15%)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 100 à 55%)</p> <p><b>H</b> : le moins limitant (VHA de 50 à 60%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 31-37 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 31-37 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 31-34 L/s</p>	

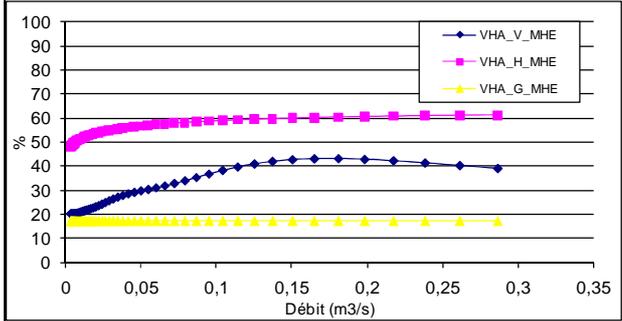
*Macrobrachium heterochirus*

Les habitats de la station sont moyennements limitants pour cette espèce.

**G** : paramètre le plus limitant (VHA  $\approx$  20%)

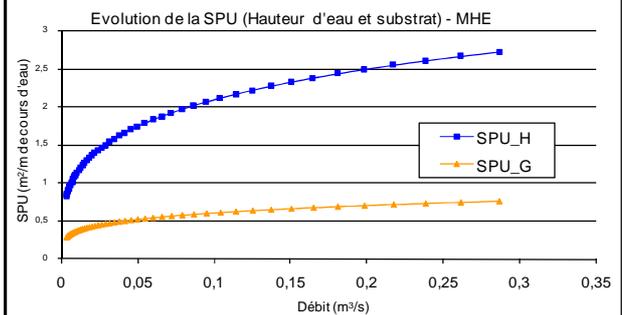
**V** : caractère limitant décroît avec l'augmentation du débit (VHA de 20 à 45%).

**H** : paramètre le moins limitant (VHA de 50 à 60%)

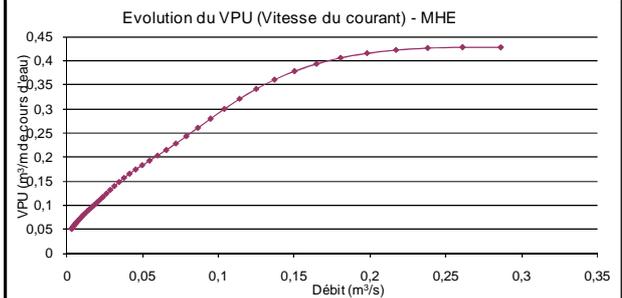


SPU H : gamme de débits "critiques" 31-37 L/s

SPU G : gamme de débits "critiques" 28-31 L/s



VPU : pas de rupture de pente. Habitat d'autant plus favorable que la vitesse augmente, jusqu'à un « plateau » atteint pour des débits de l'ordre de 250 L/s

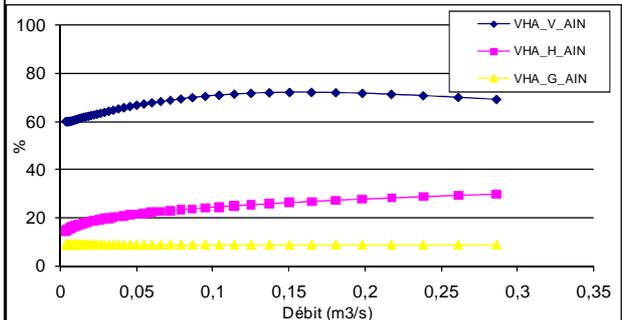
*Atya innocous*

Les habitats de cette station sont assez limitants pour l'espèce, sauf en ce qui concerne la vitesse.

**G** : paramètre le plus limitant (VHA  $\approx$  10%)

**H** : paramètre limitant (VHA de 15 à 30%)

**V** : caractère peu limitant à faible débit (VHA  $\approx$  60%) et la valeur d'habitat augmente légèrement avec l'augmentation du débit (VHA  $\approx$  70% à 125 L/s).



<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 34-37 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 28-31 L/s</p>	
<p>VPU : rupture de pente faiblement marquée à 26-30 L/s</p>	
<p><i>Atya scabra</i></p>  <p>La station présente des habitats passablement limitants pour cette espèce, du fait de ses exigences élevées vis-à-vis notamment de la vitesse du courant</p> <p><b>V</b> : caractère limitant à faible débit (VHA ≈10%) qui devient moins limitant avec l'augmentation du débit (jusqu'à 40%).</p> <p><b>G</b> : paramètre limitant (VHA ≈15%)</p> <p><b>H</b> : paramètre peu limitant (VHA ≈50%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 31-37 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 31-37 L/s</p>	
<p>VPU : pas de rupture de pente, l'espèce présente un caractère très rhéophile</p>	

## Discussion

Valeurs seuils de débit en dessous desquelles la perte d'habitat est significative

### Aval éloigné

<i>Sicydium</i> sp.	au moins 37 l/s
<i>Macrobrachium faustinum</i>	entre 31 et 37 l/s
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	au moins 37 l/s
<i>Atya innocous</i>	entre 34 et 37 l/s
<i>Atya scabra</i>	au moins 37 l/s

DMB au niveau de la station

**31-37 l/s**

S'agissant de la station aval éloignée, la superficie du bassin versant n'est pas la même qu'au captage. Cependant dans ce cas, il s'avère qu'aucun affluent ne vient alimenter le cours d'eau entre les deux stations et les débits mesurés aux deux stations sont les mêmes. Il semblerait donc inapproprié d'appliquer une « correction » au résultat trouvé. Le DMB au niveau de la station correspond donc au DMB au niveau de la prise.

Débit Minimum Biologique

### Prise Morestin

DMB au niveau de la prise	% Module à la prise d'eau
<b>31-37 l/s</b>	<b>15-18 %</b>

A l'issue de la modélisation effectuée avec les cinq espèces sur la station Morestin aval éloigné, le DMB est également donné entre 31 et 37 l/s soit entre 15-18% du module en théorie.

### 3.3.3. Choix des résultats pour la prise Morestin

Le tableau suivant récapitule les conditions d'application du modèle et les résultats pour chaque station :

	Aval proche	Aval éloigné
Rapport entre les deux mesures de débits	4,4	<b>6</b>
Rapport entre les deux mesures de hauteur d'eau	1	<b>1,2</b>
Rapport entre les deux mesures de largeur en eau	1,4	<b>1,5</b>
% du module à la prise	15-18 %	15-18 %

Les deux stations ont des résultats qui aboutissent au même intervalle de débit pour la définition du DMB. Cependant, la logique voudrait que l'on choisisse la station aval éloigné qui présente des meilleurs critères de modélisation : pour les trois paramètres, les rapports entre les deux mesures sont plus élevés. D'un autre côté, il est toujours préférable si possible de choisir la station aval proche, afin de s'assurer que les caractéristiques hydromorphologiques du cours d'eau soient bien ceux influencés par la prise.

Comme dans ce cas l'intervalle est le même pour les deux stations, il n'y a pas de souci d'interprétation.

**En conclusion, il est choisi de fixer le débit minimum biologique du captage Morestin de la rivière Madame à 37 l/s soit 18 % du module.**

## 3.4. Rivière Picard – Prise Urion

Cette prise se situe sur une rivière à caractère torrentiel, dont le niveau d'eau est amené à varier grandement en fonction des précipitations. Le débit de prélèvement dans la rivière Picard est conditionné par le niveau d'eau de la ressource, mais aussi par la qualité de la ressource. La production ne peut entièrement satisfaire la demande en période de carême malgré l'interconnexion avec la source Attila et des coupures d'eau sont parfois nécessaires (dossier protection de captage, 2008).

Données générales		Eléments techniques		
Côte (NGM)	562	Largeur Lit mineur rivière (m)	1,5 <sup>3</sup>	
Usage	AEP	Emprise transversale	Totale	
Débit prélevé (m3/j)	722	Emprise longitudinale (m)	12	
Débit réservé (l/s)	15	Plan incliné	Présence	
Matériaux	Béton	Grille	-	
Echelle ou Passe à poissons/crevettes	Non	Hauteur totale Ht (m)	3	
Etat	Bon	Hauteur verticale Hv (m)	0,5	
Environnement	Naturel	Hauteur noyée Hn (m)	-	
		Largeur transversale (m)	Ouvrage	13
			Plan incliné	6
			Grille	6
		Largeur longitudinale (m)	Ouvrage	7
			Plan incliné	2,5
Grille	0,4			



La rivière Picard est également un cours d'eau de petite taille, avec des caractéristiques similaires à ceux de la rivière Madame : forte pente, très gros blocs, faciès escalier, sous-écoulements. Les embâcles dans la portion étudiée sont toutefois moins nombreux. Il faut noter aussi la présence de quelques infiltrations créant des apports d'eau en berge. La rivière prend sa source au niveau du Piton Lacroix et rejoint ensuite la rivière Fond Capot pour se déverser dans la mer des Caraïbes. Les berges sont moyennement pentues et la végétation des abords semble correspondre à de la forêt primaire.

<sup>3</sup> Largeur mouillée moyenne relevée en basses eaux

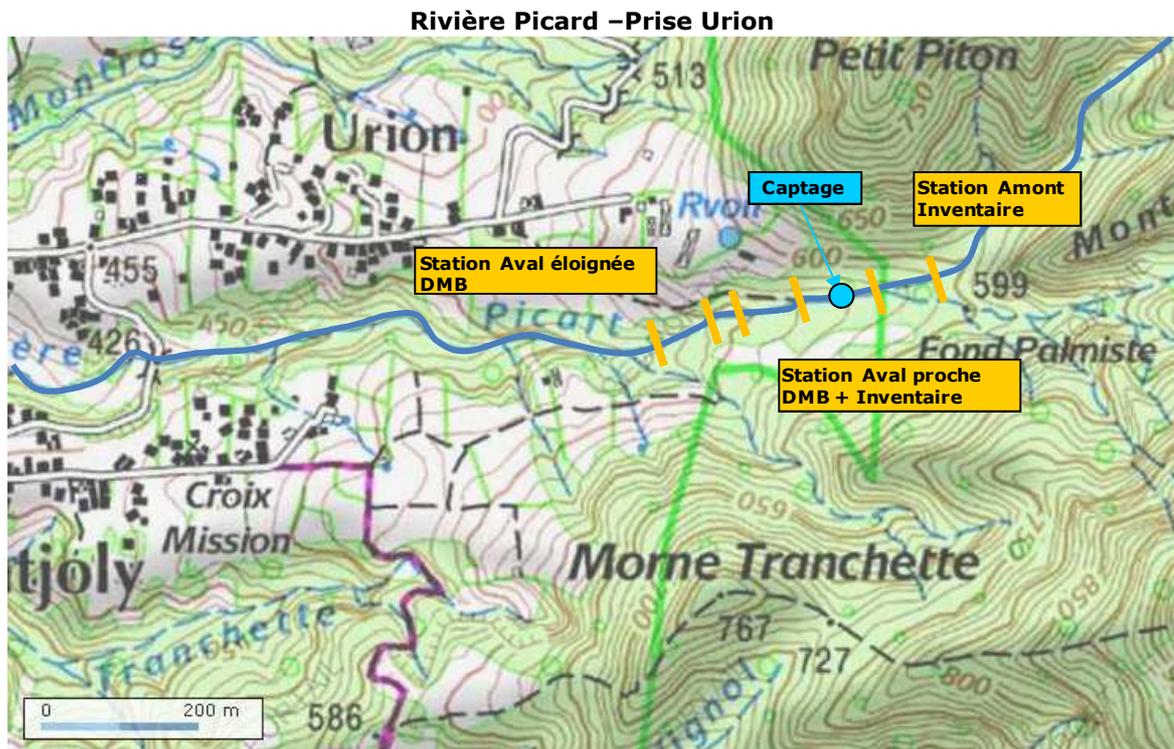
## Les stations

La station aval proche a sa limite amont en limite d'influence de la prise et mesure 65 mètres. Elle est peu sinueuse et très pentue (près de 20% en moyenne) avec une dominance de faciès de type cascade. Des infiltrations d'eau sont à signaler en berge. La station se termine au niveau de la mouille dans laquelle s'effectue un pompage. La pompe se situe à plusieurs mètres en contrebas en rive droite. Son débit semble non négligeable et celle-ci est équipée d'un sur-presseur puissant permettant de remonter l'eau au niveau du sentier. Il ne s'agit donc pas d'une installation sauvage mais bien d'un équipement permanent. La description de la prise dans le dossier de périmètre de protection ne fait pas état de ce pompage. Il pourrait s'agir d'une alimentation supplémentaire activée en période de très basses eaux.

Entre la station aval proche et la station aval éloignée se trouve donc :

- un pompage au débit non connu (informations à prendre auprès de la SCCNO) ;
- un affluent en rive gauche, non indiqué sur la carte, dont le débit a été estimé à 0,3 l/s au moment de l'intervention de carême. Sa position GPS a été notée. Il se déverse dans la mouille où s'effectue le pompage.

La station aval éloignée débute à une dizaine de mètres en aval de la mouille. La station est moins pentue et plus large, avec beaucoup de sous-écoulements. Le faciès dominant est de type escalier. La station se termine un peu en amont de la pompe, puisque celle-ci affiche un pourcentage de perte important qui retourne à la rivière en rive droite, créant ainsi un apport en eau.





		Aval proche	Aval éloignée
<b>Coordonnées géographiques (wgs84 -UTM 20)</b>	Limite Amont	702304 - 1626224	702197 - 1626204
	Limité Aval	-	-
	Longueur (m)	65	55
Basses eaux	N transects/ N points	21/ 114	22/ 108
Hautes eaux	N transects/ N points	20/ 111	17/ 100

Les valeurs de superficie de bassin versant calculées sont les suivantes (valeur SBV donnée par la DIREN et différence de SBV aux stations calculées par Asconit Consultants):

Situation	SBV (km <sup>2</sup> )
Captage	0,61
Aval éloigné	0,91

Le captage étant situé bien en tête de bassin, les superficies de bassin versant aux différents points sont faibles.

## Débits

Le module naturel estimé (DIREN, méthode des isolames d'eau) ainsi que le débit nominal et le débit prélevé à la prise (dossiers de Périmètres de protection, CG) sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 9 : Prise Urion - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG).**

Superficie BV (km <sup>2</sup> )	Module (l/s)	Débit nominal (m3/j)	Débit prélevé (m3/j)
0,6	76	933	722

Les débits mesurés lors des campagnes d'intervention sont présentés dans le tableau suivant. Chaque débit est une moyenne de deux mesures, sauf pour la station aval proche en basses eaux où une seule mesure a été possible. Les mesures de basses eaux au niveau de ce cours d'eau ont été difficiles du fait de la présence de sous-écoulements importants et d'un très faible débit.

**Tableau 10. Prise Urion –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.**

	Aval proche	Aval éloigné
Débit moyen basses eaux (m3/s)	0,003	0,004
Débit moyen hautes eaux (m3/s)	0,066	(voir ci-dessous)
Rapport	18,9	
% module du débit hautes eaux	66%	

Le débit entre la station aval proche et aval éloigné est quasiment similaire en basses eaux, ce qui signifie que la perte d'eau attribuée au pompage est compensée par l'apport de l'affluent au même niveau. Ce constat rend les résultats de la station aval éloigné exploitables puisque la perte d'eau entre les deux stations est effacée. Par contre en hautes eaux, le pompage n'était pas activé ce qui empêche d'en venir à la même logique. Les conditions n'étant pas similaires entre basses eaux et hautes eaux, il devient impossible d'exploiter les données de la station aval éloignée.

Les mesures sont réalisées dans un intervalle de débit en deçà de la valeur du module. Il s'agit donc de conditions hydrologiques particulièrement basses quasiment en limite d'application de la méthode. Cependant, ce type de cours d'eau à caractère torrentiel est susceptible de se retrouver régulièrement en situation de très basses eaux, ce qui rend légitime une modélisation dans ces conditions.

### 3.4.1. Urion - Station aval proche

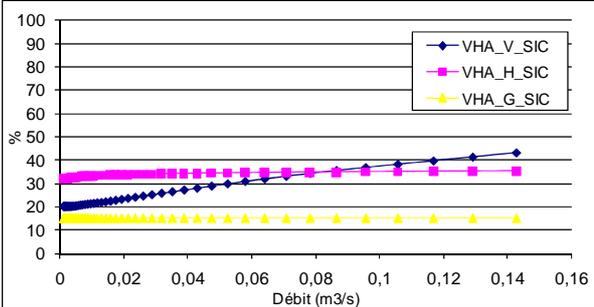
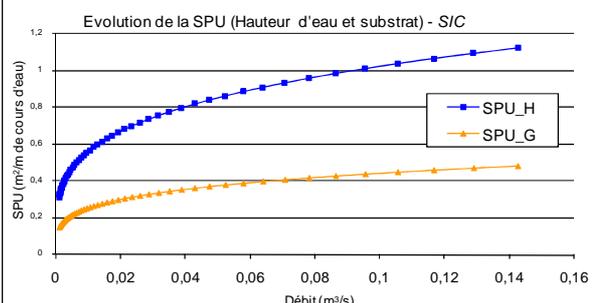
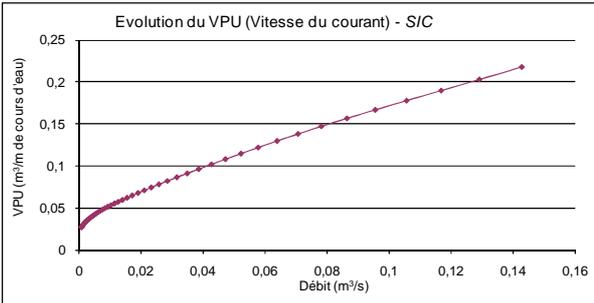
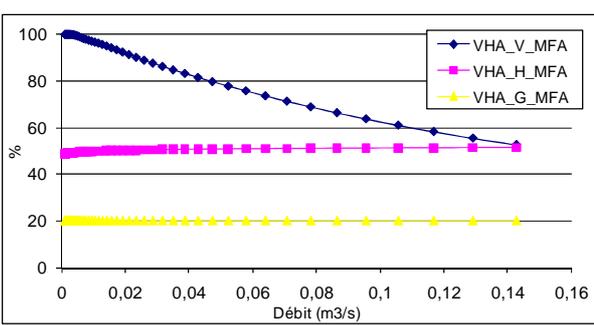
Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval proche sont reportées dans le tableau suivant.

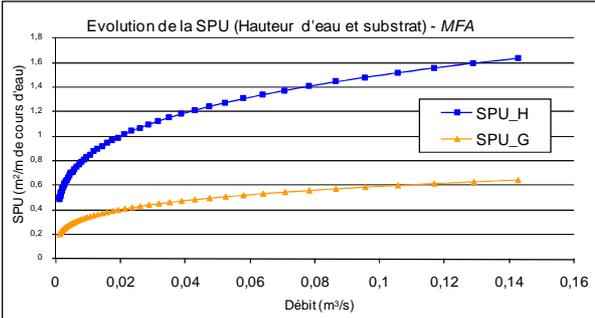
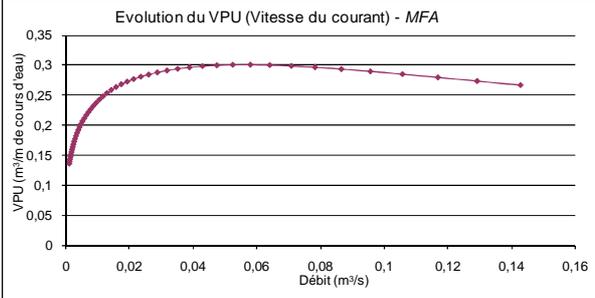
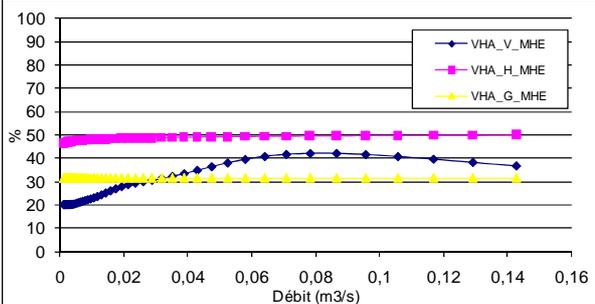
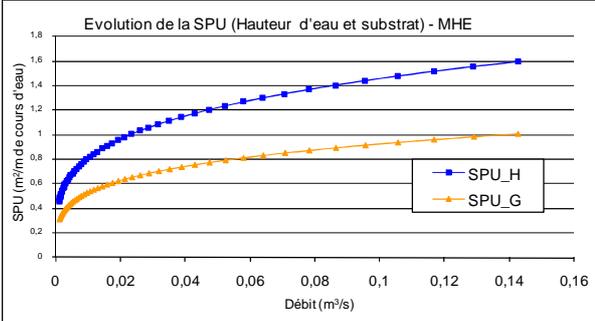
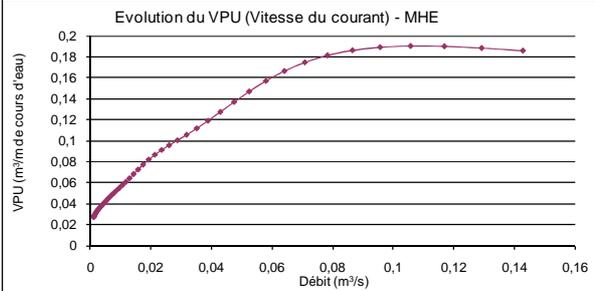
**Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval pr.**

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
Fév. 2010	0,003	0,14	1,23
Juil. 2010	0,066	0,16	2,65
Taille du substrat (m)			
0,042			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			
0,001-0,15			

**Résultats de la modélisation**

La faible différence de hauteurs moyennes mesurées entre les deux campagnes se traduit par une courbe VHA – H présentant très peu d'évolution avec le débit.

<p><i>Sicydium sp</i></p>  <p>Les habitats présents sur la station sont limitants pour l'espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 15%)  <b>V</b> : le caractère limitant diminue avec l'augmentation du débit (VHA de 20 à 45%)  <b>H</b> : le moins limitant (VHA ≈ 30%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 12-14 L/s  SPU G : gamme de débits "critiques" 12-14 L/s</p>	<p>Evolution de la SPU (Hauteur d'eau et substrat) - SIC</p> 
<p>VPU : pas de rupture de pente. Habitat d'autant plus favorable que la vitesse est élevée</p>	<p>Evolution du VPU (Vitesse du courant) - SIC</p> 
<p><i>Macrobrachium faustinum</i></p>  <p>Les habitats de la station sont relativement favorables pour cette espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 20%)  <b>H</b> : moyennement limitant (VHA ≈ 50%)  <b>V</b> : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 100 à 55%)</p>	

<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 12-14 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 12-14 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 12-14 L/s</p>	
<p><i>Macrobrachium heterochirus</i></p>  <p>Les habitats de la station sont moyennement limitants pour cette espèce.</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 30%)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant décroît avec l'augmentation du débit (VHA de 20 à 40%).</p> <p><b>H</b> : paramètre le moins limitant (VHA ≈ 50%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 11-13 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 10-12 L/s</p>	
<p>VPU : pas de rupture de pente. Habitat d'autant plus favorable que la vitesse augmente, jusqu'au plafond de 100 L/s</p>	

*Atya innocous*

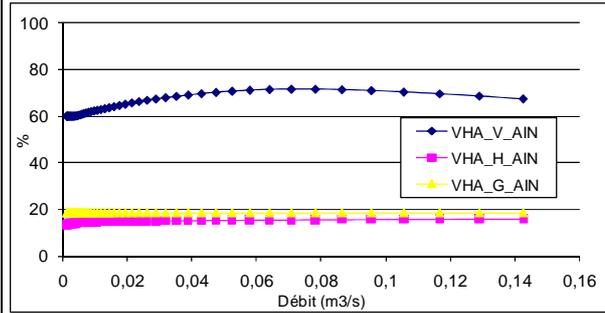


Les habitats de la station sont limitants pour l'espèce, sauf en ce qui concerne la vitesse.

**H** : paramètre le plus limitant (VHA ≈15%)

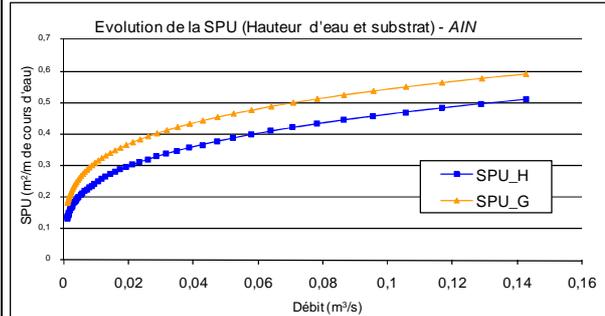
**G** : paramètre limitant (VHA ≈20%)

**V** : caractère peu limitant à faible débit (VHA ≈60%) et la valeur d'habitat augmente légèrement avec l'augmentation du débit (VHA ≈70% à 60 L/s).

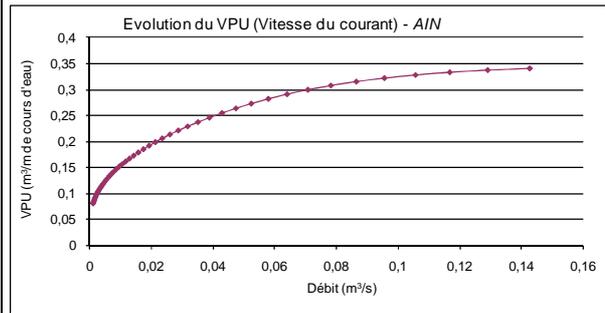


SPU H : gamme de débits "critiques" 10-12 L/s

SPU G : gamme de débits "critiques" 10-12 L/s



VPU : rupture de pente faiblement marquée à 8-10 L/s



*Atya scabra*



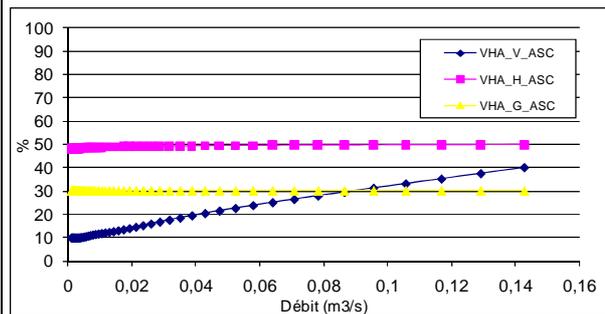
La station présente des habitats passablement limitants pour cette espèce qui à des exigences élevées vis-à-vis notamment de la vitesse

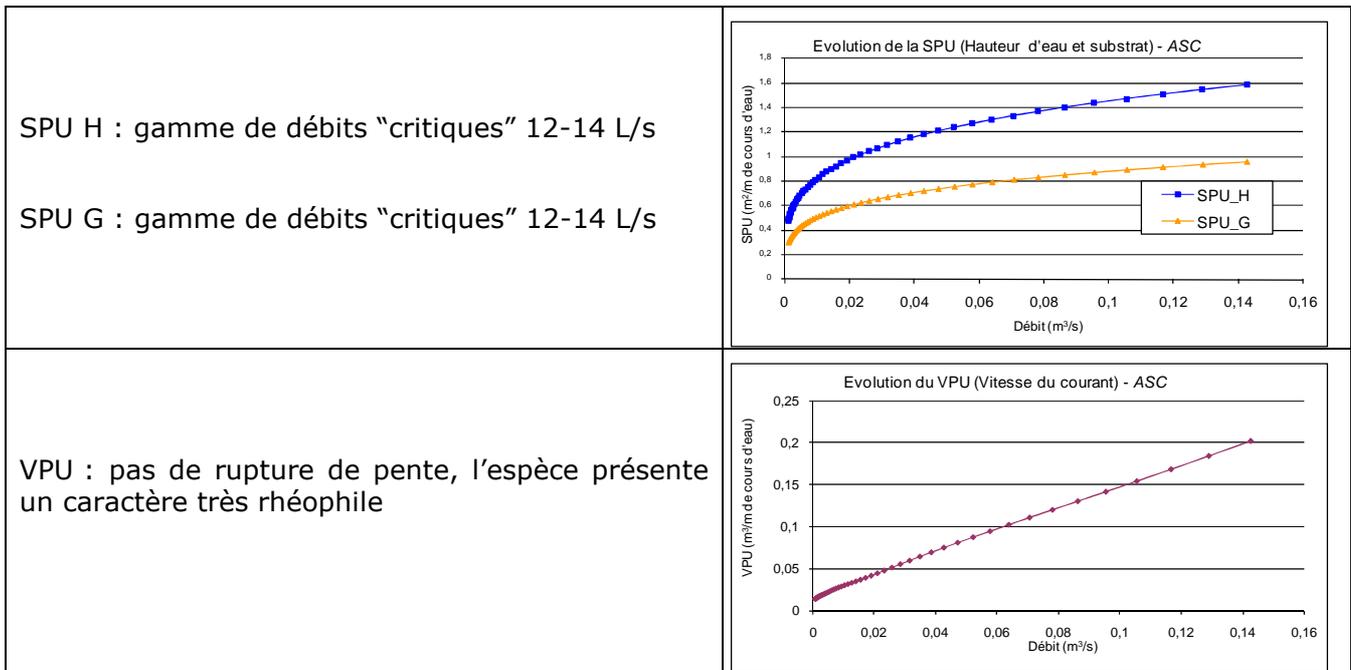
du courant

**V** : caractère limitant à faible débit (VHA ≈10%) qui devient moins limitant avec l'augmentation du débit (jusqu'à 40%).

**G** : paramètre moyennement limitant (VHA ≈30%)

**H** : paramètre peu limitant (VHA ≈50%)





### Discussion

Les résultats sont similaires entre les espèces, ce qui n'occasionne pas de difficulté dans le choix des intervalles à considérer.

Valeurs seuils de débit en dessous desquelles la perte d'habitat est significative

#### Aval proche

<i>Sicydium</i> sp.	au moins 14 l/s
<i>Macrobrachium faustinum</i>	entre 12 et 14 l/s
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	au moins 13 l/s
<i>Atya innocous</i>	entre 10 et 12 l/s
<i>Atya scabra</i>	au moins 14 l/s

DMB au niveau de la station

**12-14 l/s**

Débit Minimum Biologique

#### Prise Urion

<b>DMB au niveau de la prise</b>	<b>% Module à la prise d'eau</b>
<b>12-14 l/s</b>	<b>16-18 %</b>

**A l'issue de la modélisation effectuée avec ces cinq espèces sur la station Urion aval proche, le DMB est donné entre 14 l/s soit entre 18% du module en théorie.**

La modélisation n'étant pas possible sur la station aval éloigné du fait de la présence du pompage, le DMB pour la prise Urion est déterminé uniquement à partir des résultats de la station aval proche.

## 3.5. Rivière Duclos – Prise Duclos

Cette prise se caractérise par sa forte hauteur de chute, l'absence de plan incliné et un affouillement important entre le lit et le captage. Ces éléments lui confèrent une très faible franchissabilité. La prise d'eau est édifiée sur un affleurement rocheux, à une soixantaine de mètres en aval d'une cascade naturelle d'environ 5 à 6 mètres de hauteur. Il peut être supposé qu'à l'emplacement de la prise se trouvait à l'origine un écoulement de type toboggan sur de la roche mère, donc des conditions de remontée difficile déjà à l'état naturel.

Données générales		Éléments techniques		
Côte (NGM)	235	Largeur Lit mineur rivière (m)	2,3	
Usage	AEP	Emprise transversale	Totale	
Débit prélevé (m <sup>3</sup> /j)	8640 (avec Dumauzé)	Emprise longitudinale (m)	8	
Débit réservé (l/s)	54	Plan incliné	absence	
Matériaux	Béton	Grille	Plaque perforée	
Echelle ou Passe à poissons/crevettes	Non	Hauteur totale Ht (m)	4	
Etat	Moyen	Hauteur verticale Hv (m)	4	
Environnement	Chute naturelle à l'amont proche avec zone de baignade	Hauteur noyée Hn (m)	0	
		Largeur transversale (m)	Ouvrage	10
			Plan incliné	7,5
		Largeur longitudinale (m)	Grille	7,5
			Ouvrage	1,5
		Plan incliné	0	
Grille	-			

**Vue d'ensemble**



**Vue rapprochée**



La rivière Duclos est l'un des deux affluents qui forme la rivière Case Navire, débouchant au niveau du bourg de Schoëlcher. Elle prend sa source au niveau des pitons du Carbet. Le secteur étudié présente une pente moyenne, avec des faciès d'écoulements en alternance rapide et plat lotique. Les berges sont abruptes et recouvertes d'une végétation dense. Sur certaines zones, l'écoulement se fait sur de la roche mère : c'est le cas au niveau de l'emplacement de la prise d'eau. Une chute d'eau naturelle d'environ 5 mètres de haut est présente en amont de la prise d'eau, et une seconde beaucoup plus haute se trouve à environ un kilomètre en amont. Il s'agit donc d'un secteur comportant naturellement des obstacles à la migration des espèces.

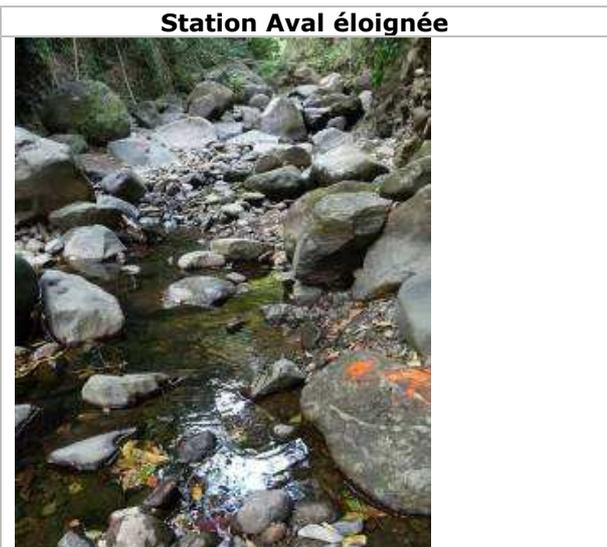
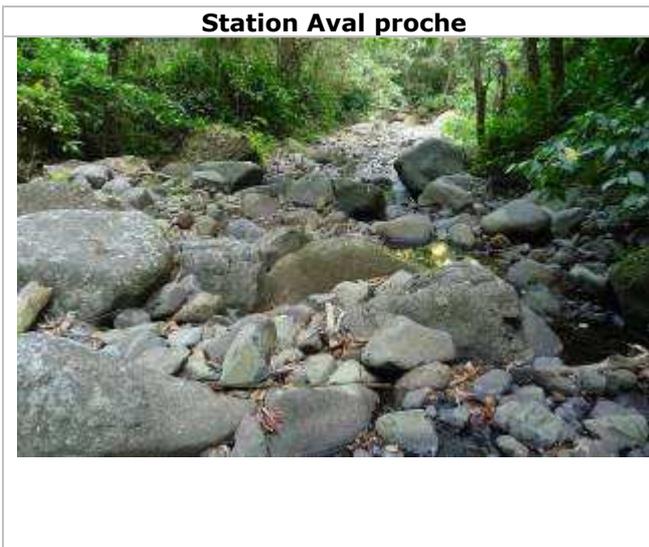
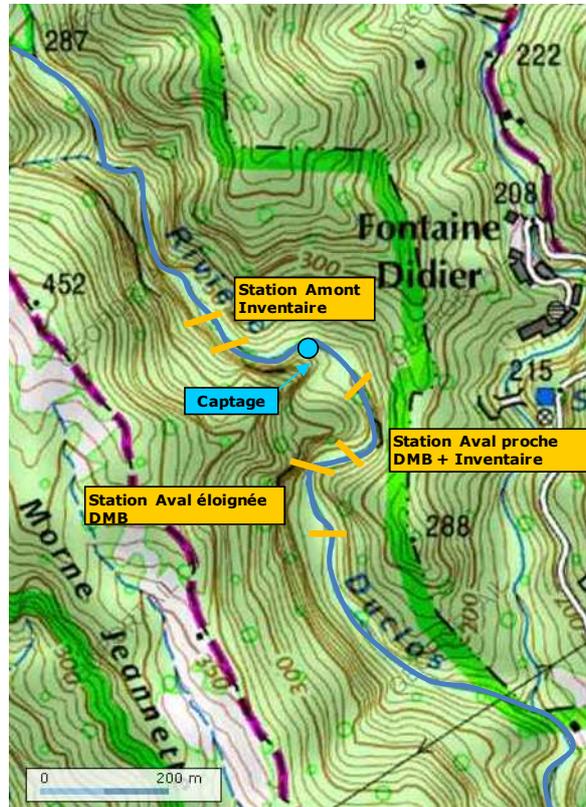
### Les stations

La station aval proche débute à environ 40 mètres en aval de la prise et s'étend vers l'aval sur 235 mètres. Elle comprend des zones de gros blocs formant des faciès cascades de grande taille mais espacés, avec présence d'embâcles formés de troncs. La station se termine en aval de la sortie du tunnel, sur une zone d'alternance plat lotique et petites cascades.

Aucun apport d'eau n'est à signaler entre la station aval proche et la station aval éloigné.

Cette seconde station débute à environ 150 mètres de la station amont et mesure 180 mètres de long.

**Rivière Duclos – Prise Duclos**



		<b>Aval proche</b>	<b>Aval éloignée</b>
--	--	--------------------	----------------------

<b>Coordonnées géographiques (wgs84 –UTM 20)</b>	Limite Amont	705105 - 1621530	705063 - 1621376
	Limité Aval		
	Longeur (m)	235	180
Basses eaux	N transects/ N points	21/115	21/102
Hautes eaux	N transects/ N points	21/111	24/95

Les valeurs de superficie de bassin versant calculées sont les suivantes (valeur SBV donnée par la DIREN et différence de SBV aux stations calculées par Asconit Consultants):

<b>Situation</b>	<b>SBV (km<sup>2</sup>)</b>
Captage	4,35
Aval éloigné	4,49

Il n'y a pas d'affluent entre les deux stations, la différence de superficie de bassin versant entre le captage et la station aval éloigné est donc imputable à la longueur de linéaire de cours d'eau entre ces deux points, qui est d'environ 430 m.

### Débits

Le module naturel estimé (DIREN, méthode des isolames d'eau) ainsi que le débit nominal et le débit prélevé à la prise (dossiers de Périmètres de protection, CG) sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 11 : Prise Duclos - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG).**

<b>Superficie BV (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Module (l/s)</b>	<b>Débit nominal (m<sup>3</sup>/j)</b>	<b>Débit prélevé (m<sup>3</sup>/j)</b>
4,3	539	8640*	

\*Le débit nominal est une valeur combinée pour les prises Duclos et Dumauzé. Il n'y a pas de valeur distincte pour chacune des prises.

Les débits mesurés lors des campagnes d'intervention sont présentés dans le tableau suivant. Chaque débit est une moyenne de deux mesures. Les mesures de basses eaux au niveau de ce cours d'eau ont été difficiles du fait de la présence de sous-écoulements importants et d'un très faible débit. Les débits des stations aval proche et éloigné sont équivalents aux deux campagnes du fait de l'absence d'affluents entre les deux. Les mesures hautes eaux n'ont pas été réalisées le même jour, d'où l'absence de logique amont/aval des valeurs.

**Tableau 12. Prise Duclos –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.**

	<b>Aval proche</b>	<b>Aval éloigné</b>
Débit moyen basses eaux (m <sup>3</sup> /s)	0,0035	0,004
Débit moyen hautes eaux (m <sup>3</sup> /s)	0,06	0,038
Rapport	17,14	9,5
% module du débit hautes eaux	11%	17%

### 3.5.1. Duclos - Station aval proche

Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval proche sont reportées dans le tableau suivant.

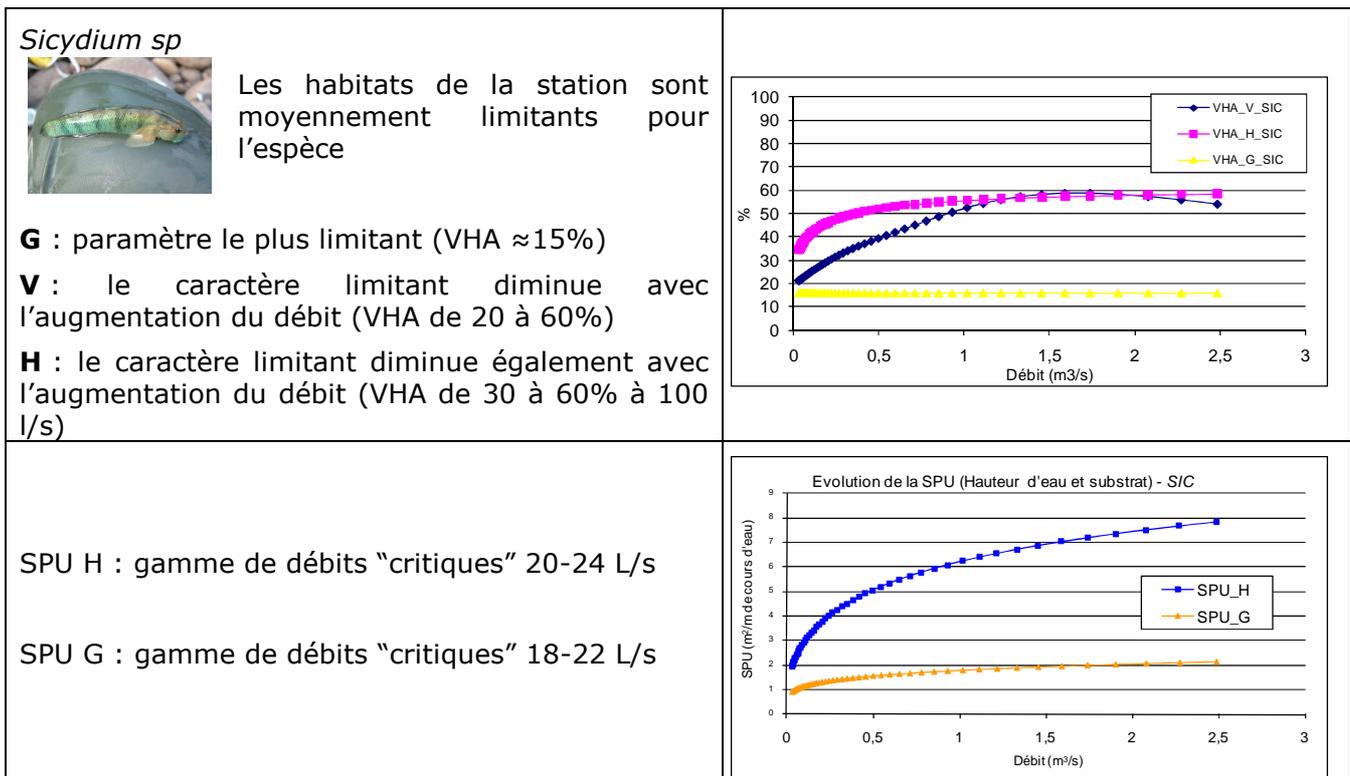
Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval pr.

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
	0,0035	0,2	2,23
	0,06	0,23	4,83
Taille du substrat (m)			
0,103			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			
0,003-2,6			

#### Résultats de la modélisation

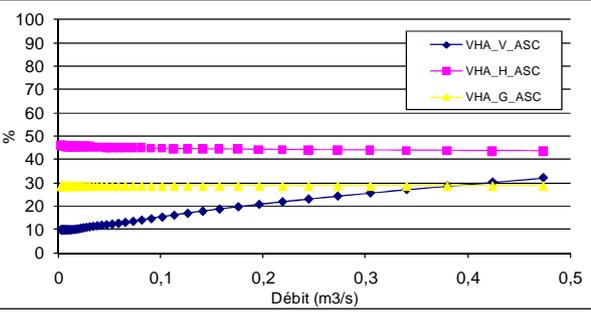
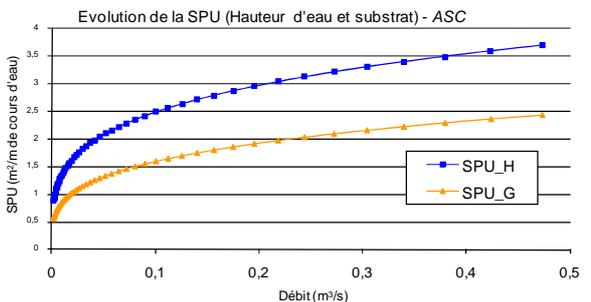
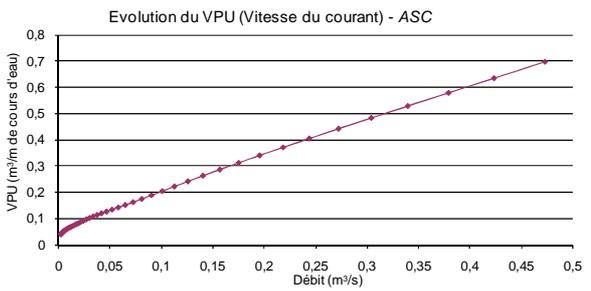
La modélisation est réalisée pour des débits mesurés dont la valeur est environ 10 fois inférieure à la valeur du module à la prise. De plus, les hauteurs moyennes entre les deux périodes de mesures sont quasiment égales.

Les courbes résultant de la modélisation sont données à titre indicatif mais ne permettent pas de faire ressortir un intervalle de débits pour la prise.



<p>VPU : pas de rupture de pente. Habitat d'autant plus favorable que la vitesse est élevée</p>	
<p><i>Macrobrachium faustinum</i></p>  <p>Les habitats de la station sont relativement favorables pour cette espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 20%)</p> <p><b>H</b> : la VHA est constante sur l'intervalle (VHA ≈ 50%)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 100 à 60%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 21-26 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 19-23 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 21-24 L/s</p>	
<p><i>Macrobrachium heterochirus</i></p>  <p>Les habitats de la station sont passablement limitants pour cette espèce.</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 30%)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant diminue avec l'augmentation du débit (VHA de 20 à 40%).</p> <p><b>H</b> : le paramètre à un VHA moyenne (VHA ≈ 50%) et constante sur l'intervalle</p>	

<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 21-24 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 19-24 L/s</p>	
<p>VPU : pas de rupture de pente</p>	
<p><i>Atya innocous</i></p>  <p>Les habitats de la station sont limitants pour l'espèce, sauf en ce qui concerne la vitesse.</p> <p><b>H</b> : VHA (VHA ≈20%) constante sur l'intervalle</p> <p><b>G</b> : paramètre limitant (VHA ≈20%)</p> <p><b>V</b> : caractère limitant diminue avec l'augmentation du débit (VHA de 60% à 75%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 20-26 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 19-24 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 23-30 l/s</p>	

<p><b><i>Atya scabra</i></b></p>  <p>Les habitats de la station sont passablement limitants pour cette espèce</p> <p><b>V</b> : caractère limitant à faible débit (VHA <math>\approx</math>10%) qui devient moins limitant avec l'augmentation du débit (VHA jusqu'à 30%).</p> <p><b>G</b> : paramètre moyennement limitant (VHA <math>\approx</math>30%)</p> <p><b>H</b> : paramètre dont la VHA est constante sur l'intervalle (VHA <math>\approx</math>45%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 21-27 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 21-27 L/s</p>	<p>Evolution de la SPU (Hauteur d'eau et substrat) - ASC</p> 
<p>VPU : pas de rupture de pente, l'espèce présente un caractère très rhéophile</p>	<p>Evolution du VPU (Vitesse du courant) - ASC</p> 

### Discussion

Les valeurs de débits issues des courbes correspondent à un pourcentage du module entre 4 et 6%. Ces valeurs basses ne sont pas cohérentes et les mauvaises conditions de modélisation justifient largement ce résultat.

## 3.5.2. Duclos - Station aval éloigné

Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval éloignée sont reportées dans le tableau suivant.

Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval el.

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
14/02/10	0,004	0,24	1,57
27/09/10	0,038	0,22	3,1
Taille du substrat (m)			
0,09			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			

La modélisation n'est pas possible étant donné que la hauteur moyenne de basses eaux est supérieure à celle de hautes eaux. Cette anomalie est souvent rencontrée et fait partie des adaptations qui sont apportées au modèle. Dans cette situation, une nouvelle campagne de mesures doit normalement être organisée. Dans le cas présent, le délai de rendu de l'étude n'a pas permis la reprise des mesures.

### ***3.5.1. Conclusion pour la prise Duclos***

Une intervention à un débit supérieur au débit de hautes eaux mesuré en septembre, soit supérieur à 60 l/s, serait nécessaire pour obtenir une gamme de modélisation qui évite une extrapolation trop importante. Ainsi, les valeurs mesurées seraient plus proches du module.

Dans les conditions actuelles de l'étude, le limnimètre de Case-Navire pont Schœlcher est le seul à pouvoir apporter une information du niveau d'eau sur la rivière. Il n'y a pas d'information spécifique à chacun des bras (Duclos et Dumauzé) du cours d'eau.

## 3.6. Rivière Dumauzé – Prise Dumauzé

Cette prise se caractérise également par sa forte hauteur de chute, l'absence de plan incliné et un affouillement important entre le lit et le captage. Ces éléments lui confèrent une très faible franchissabilité. De surcroît, le lit à l'aval de la prise ne présente pas d'écoulement continu en période de carême mais uniquement des flaques isolées. Deux captages sont présents à l'amont de celui-ci : un sur la même rivière au niveau d'Absalon et un sur l'affluent Absalon.

Données générales		Eléments techniques		
Côte (NGM)	220	Largeur Lit mineur rivière (m)	n.d. <sup>4</sup>	
Usage	AEP	Emprise transversale	Totale	
Débit prélevé (m <sup>3</sup> /j)	8640 (avec Duclos)	Emprise longitudinale (m)	1,2	
Débit réservé (l/s)	53	Plan incliné	absence	
Matériaux	Béton	Grille	Plaque perforée	
Echelle ou Passe à poissons/crevettes	Non	Hauteur totale Ht (m)	4	
Etat	Moyen	Hauteur verticale Hv (m)	4	
Environnement	Sentier de randonnée	Hauteur noyée Hn (m)	0	
		Largeur transversale (m)	Ouvrage	15
			Plan incliné	14
			Grille	14
		Largeur longitudinale (m)	Ouvrage	1,5
			Plan incliné	0
Grille	-			

Vue d'ensemble



Vue rapprochée



La rivière Dumauzé est le second affluent qui forme la rivière Case Navire, elle coule parallèlement à la rivière Duclos. Il s'agit d'une rivière exploitée en plusieurs endroits, avec deux captages à l'amont de celui étudié et la présence de l'usine Didier qui prélève au niveau de la nappe en aval du captage. La portion de cours d'eau à l'aval de la prise est sévèrement asséchée en période de basses eaux, ne laissant que des flaques disjointes. Compte tenu de l'environnement du site, les stations ont été raccourcies par rapport à la normale pour pouvoir être positionnées entre le captage

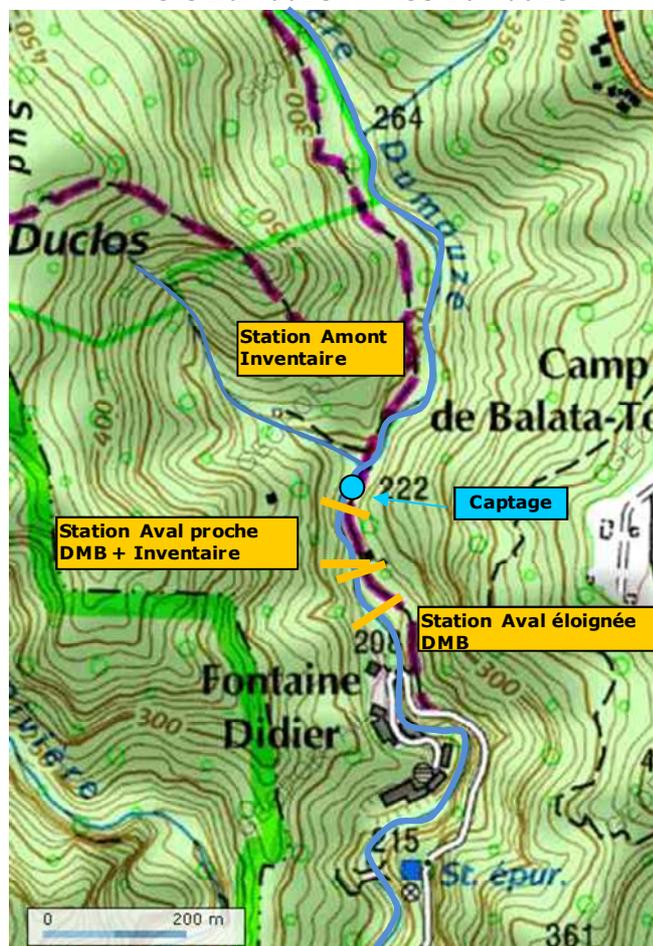
<sup>4</sup> Mesures pas encore effectuées pour les basses eaux

et le pont menant à l'usine.

### Les stations

La station aval proche débute à l'aval direct du captage et s'étend sur 90 m vers l'aval. Vu le peu de linéaire disponible pour les mesures, la station aval éloigné succède directement à la première station.

**Rivière Dumauzé – Prise Dumauzé**



		<b>Aval proche</b>	<b>Aval éloignée</b>
<b>Coordonnées géographiques (wgs84 –UTM 20)</b>	Limite Amont	705105 - 1621530	705063 - 1621376
	Limité Aval		
	Longueur (m)	90	90
Basses eaux	N transects/ N points	21/132	20/135
Hautes eaux	N transects/ N points	20/137	21/133

Les valeurs de superficie de bassin versant calculées sont les suivantes (valeur SBV donnée par la DIREN et différence de SBV aux stations calculées par Asconit Consultants):

<b>Situation</b>	<b>SBV (km<sup>2</sup>)</b>
Captage	4,60
Aval éloigné	4,75

## Débits

Le module naturel estimé (DIREN, méthode des isolames d'eau) ainsi que le débit nominal et le débit prélevé à la prise (dossiers de Périmètres de protection, CG) sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 13 : Prise Dumauzé - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG).**

Superficie BV (km <sup>2</sup> )	Module (l/s)	Débit nominal (m <sup>3</sup> /j)	Débit prélevé (m <sup>3</sup> /j)
4,61	529	8640*	

\*Le débit nominal est une valeur combinée pour les prises Duclos et Dumauzé. Il n'y a pas de valeur distincte pour chacune des prises.

Les débits mesurés lors des campagnes d'intervention sont présentés dans le tableau suivant. Compte tenu de la difficulté à trouver un emplacement pour réaliser les mesures de débit, chaque valeur est issue d'une seule mesure sauf pour les basses eaux de l'aval éloigné où trois mesures ont pu être faites.

**Tableau 14. Prise Dumauzé –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.**

	Aval proche	Aval éloigné
Débit (moyen) basses eaux (m <sup>3</sup> /s)	0,177	0,044
Débit hautes eaux (m <sup>3</sup> /s)	0,722	0,177
Rapport	4,1	4
% module du débit hautes eaux	136	33

Les mesures n'ont pas été réalisées le même jour aux deux stations, ce qui explique le décalage entre les valeurs. La valeur hautes eaux de la station aval proche inclut le module dans l'intervalle des débits.

### 3.6.1. Dumauzé - Station aval proche

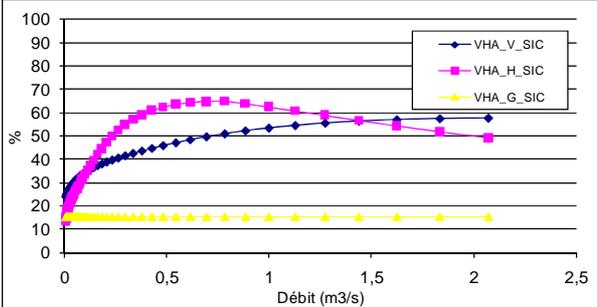
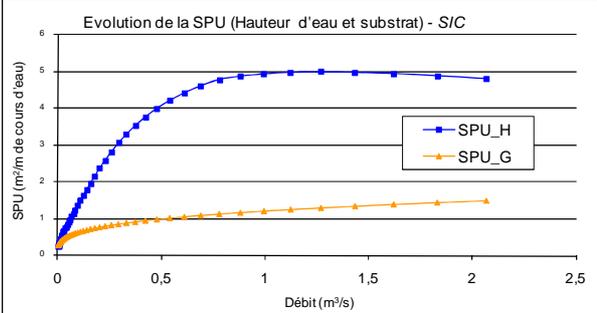
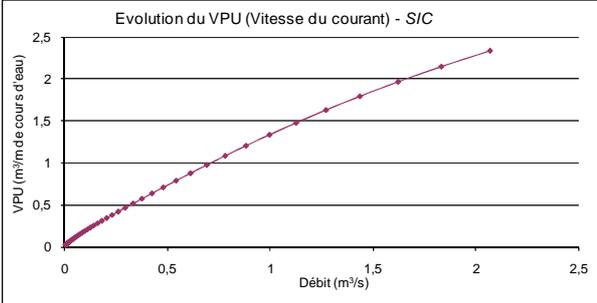
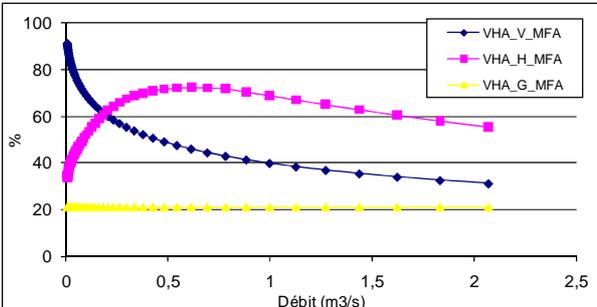
Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval proche sont reportées dans le tableau suivant.

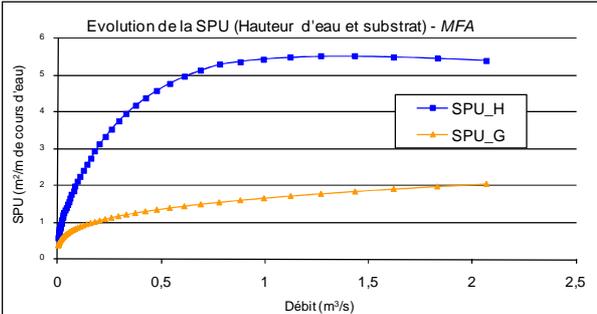
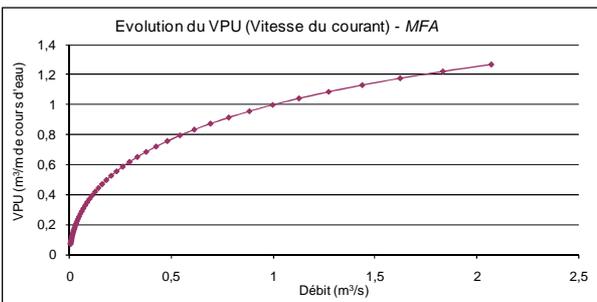
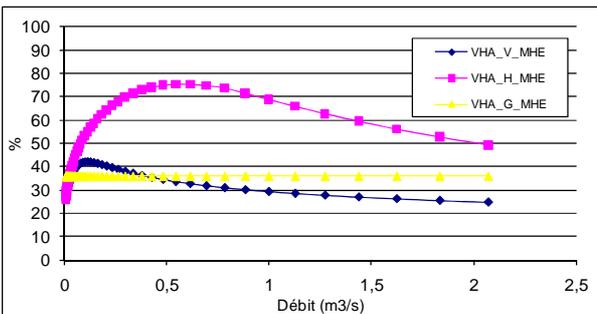
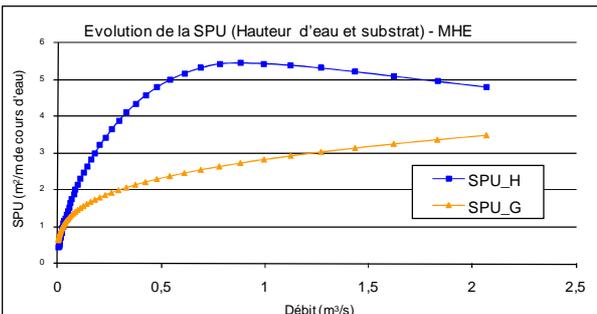
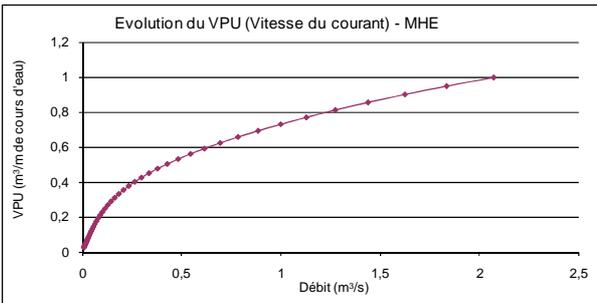
**Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval pr.**

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
Fév. 2010	0,177	0,17	4,80
Juil. 2010	0,722	0,28	7,19
Taille du substrat (m)			
0,100			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			
0,005-2,2			

## Résultats de la modélisation

L'intervalle de modélisation défini étant très large, avec une limite haute bien au-delà du module, de nombreuses courbes VHA ont une allure décroissante en fin d'intervalle. Cette tendance ne se voit pas lorsque l'intervalle choisit est plus court.

<p><i>Sicydium sp</i></p>  <p>Les habitats de la station sont moyennement limitants pour l'espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈15%)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant diminue avec l'augmentation du débit (VHA de 20 à 60%)</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant diminue également avec l'augmentation du débit (VHA de 10 à 65% à 500 l/s)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 60-70 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 70-90 L/s</p>	<p>Evolution de la SPU (Hauteur d'eau et substrat) - SIC</p> 
<p>VPU : pas de rupture de pente. Habitat d'autant plus favorable que la vitesse est élevée</p>	<p>Evolution du VPU (Vitesse du courant) - SIC</p> 
<p><i>Macrobrachium faustinum</i></p>  <p>Les habitats de la station sont relativement favorable pour cette espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈20%)</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant diminue avec l'augmentation du débit (VHA de 30 à 70% à 400 l/s)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 95 à 30%)</p>	

<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 68-77 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 60-70 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 120-140 L/s</p>	
<p><i>Macrobrachium heterochirus</i></p>  <p>Les habitats de la station sont passablement limitants pour cette espèce.</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 35%)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant croît avec l'augmentation du débit (VHA de 40 à 25%).</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant décroît avec l'augmentation du débit (VHA de 20 à 75% à 400 l/s)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 125-140 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 60-70 L/s</p>	
<p>VPU : faible rupture de pente à débit relativement élevé (230-260 l/s)</p>	

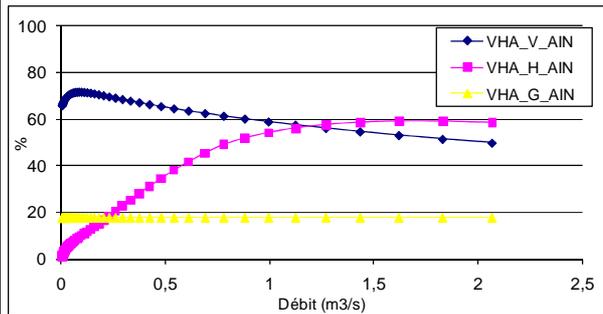
*Atya innocous*

La station présente des habitats limitants pour l'espèce, sauf en ce qui concerne la vitesse.

**H** : caractère limitant décroît avec l'augmentation du débit (VHA de 0 à 60%)

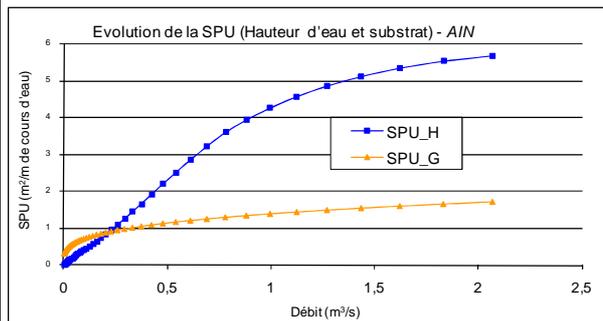
**G** : paramètre limitant (VHA  $\approx$  20%)

**V** : caractère peu limitant à faible débit (VHA  $\approx$  65%) et la valeur d'habitat diminue légèrement avec l'augmentation du débit (VHA  $\approx$  50%)

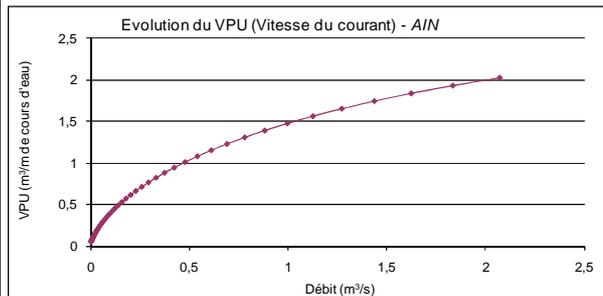


SPU H : gamme de débits "critiques" 60-80 L/s

SPU G : gamme de débits "critiques" 70-90 L/s



VPU : rupture de pente faiblement marquée à débit élevé (180-200 l/s)

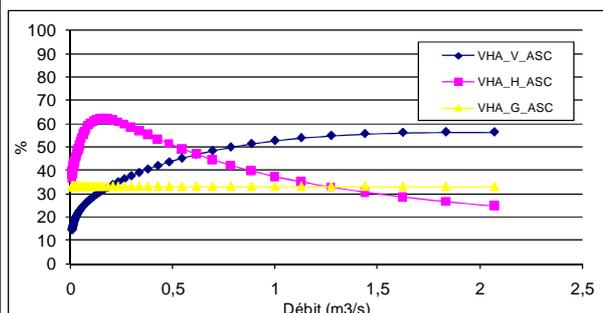
*Atya scabra*

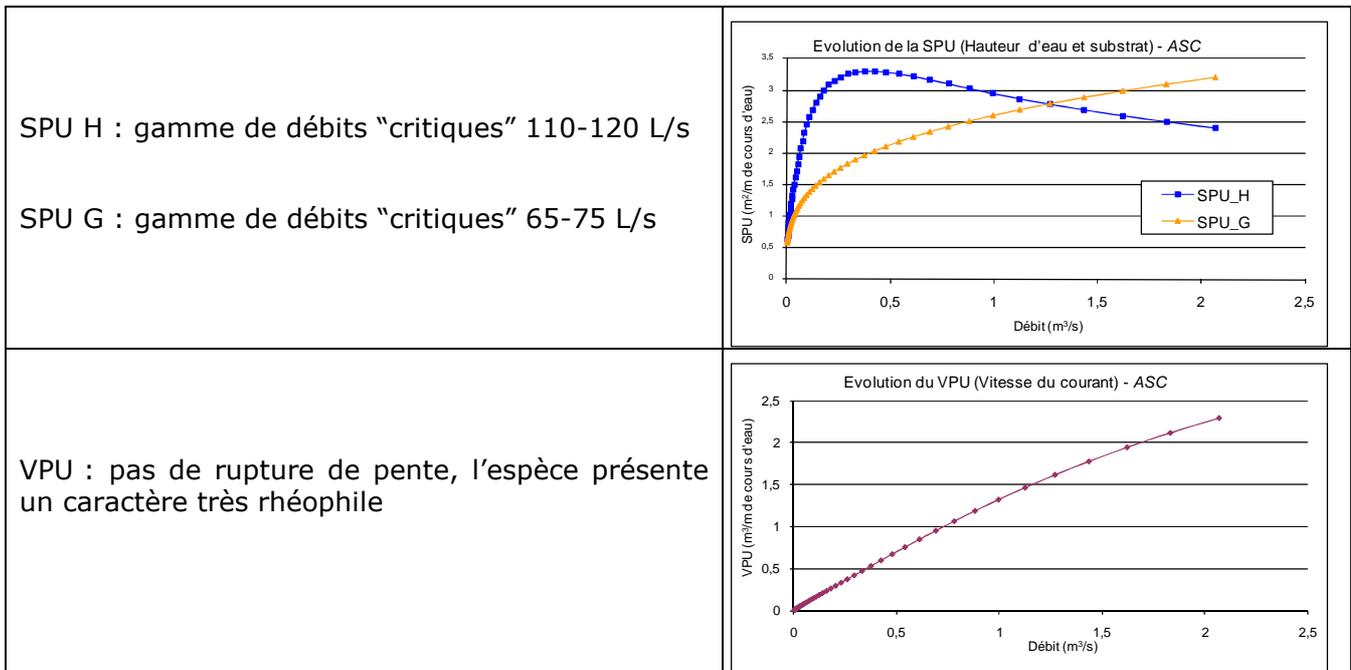
Les habitats de la station sont passablement limitants pour cette espèce

**V** : caractère limitant à faible débit (VHA  $\approx$  10%) qui devient moins limitant avec l'augmentation du débit (VHA jusqu'à 60%).

**G** : paramètre moyennement limitant (VHA  $\approx$  30%)

**H** : paramètre limitant à faible débit (VHA  $\approx$  30%), qui devient moins limitant autour de 0,1 l/s (VHA  $\approx$  65%) et redevient limitant avec l'augmentation du débit (VHA  $\approx$  25%)





### Discussion

Les allures des courbes VHA ne correspondent pas à ce qui est couramment rencontré, révélant ainsi la singularité de la station.

Etant donné les disparités des intervalles obtenus entre les espèces, ce ne sera pas la plus forte valeur qui sera retenue (260 l/s pour MHE) mais une valeur commune au moins à deux espèces, soit 140 l/s. La valeur basse de l'intervalle est choisie de façon à limiter la fourchette en restant dans des valeurs élevées.

Valeurs seuils de débit en dessous desquelles la perte d'habitat est significative

#### Aval proche

<i>Sicydium</i> sp.	au moins 90 l/s
<i>Macrobrachium faustinum</i>	entre 120 et 140 l/s
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	au moins 140 l/s
<i>Atya innocous</i>	entre 180 et 200 l/s
<i>Atya scabra</i>	au moins 120 l/s

DMB au niveau de la station

**120-140 l/s**

Débit Minimum Biologique

#### Prise Dumauzé

<b>DMB au niveau de la prise</b>	<b>% Module à la prise d'eau</b>
<b>120-140 l/s</b>	<b>23-26 %</b>

La fiabilité des courbes est incertaine et il est jugé préférable de ne pas utiliser ces résultats pour la détermination du DMB.

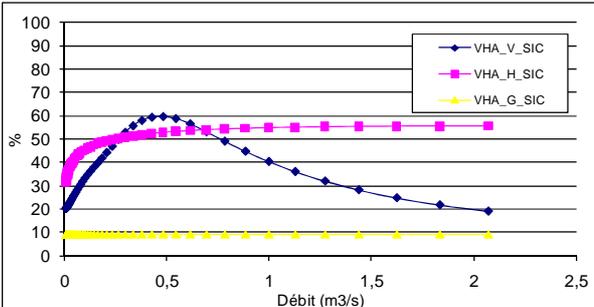
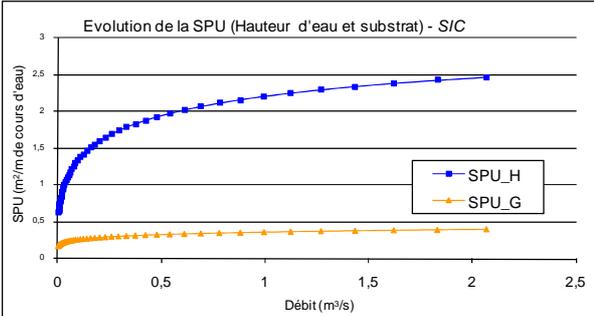
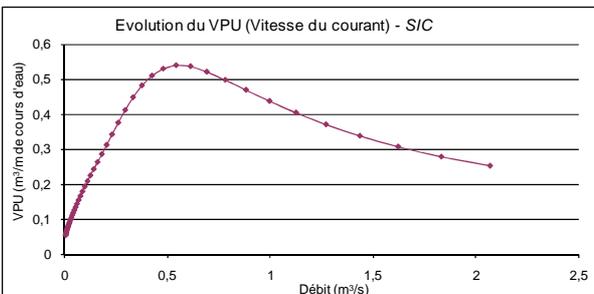
## 3.6.2. Dumauzé - Station aval éloigné

Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval éloigné sont reportées dans le tableau suivant.

Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval el.

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
Fév. 2010	0,044	0,18	2,65
Juil. 2010	0,177	0,21	3,19
Taille du substrat (m)			
0,072			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			
0,005–2,2			

### Résultats de la modélisation

<p><i>Sicydium sp</i></p>  <p>Les habitats de la station sont moyennement limitants pour l'espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 10%)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant diminue avec l'augmentation du débit (VHA de 20 à 60%)</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant diminue également avec l'augmentation du débit (VHA de 30 à 55% à 500 l/s)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 70-90 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 60-80 L/s</p>	<p>Evolution de la SPU (Hauteur d'eau et substrat) - SIC</p> 
<p>VPU : la rupture de pente intervient à un débit très élevé (612 l/s). Habitat d'autant plus favorable que la vitesse est élevée</p>	<p>Evolution du VPU (Vitesse du courant) - SIC</p> 

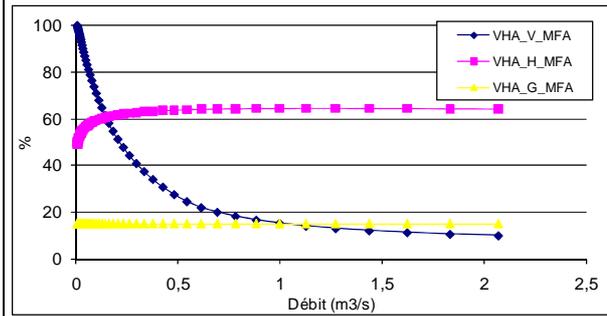
*Macrobrachium faustinum*

Les habitats de la station sont relativement favorables pour cette espèce

**G** : paramètre le plus limitant (VHA  $\approx$  15%)

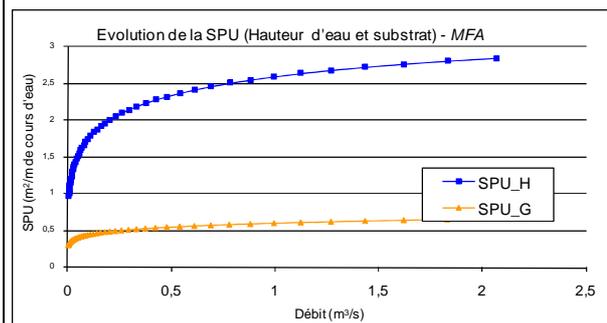
**H** : le caractère limitant diminue avec l'augmentation du débit (VHA de 50 à 70% à 100 l/s)

**V** : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 100 à 10%)

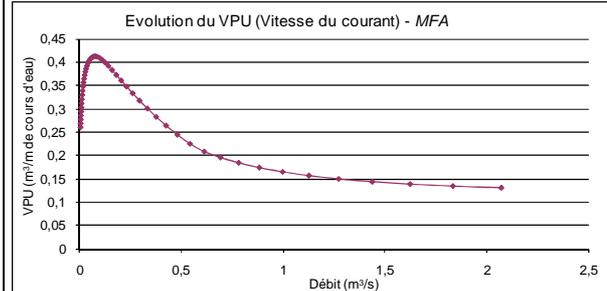


SPU H : gamme de débits "critiques" 70-90 L/s

SPU G : gamme de débits "critiques" 70-80 L/s



VPU : 70-90 L/s

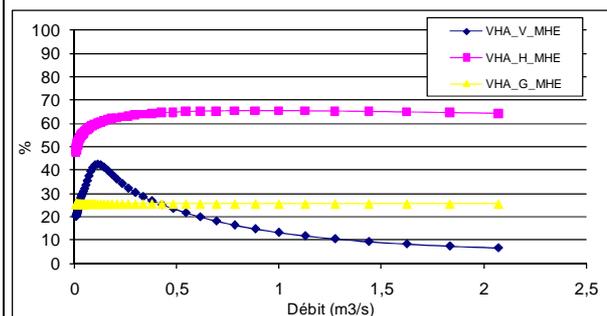
*Macrobrachium heterochirus*

La station présente des habitats limitants pour cette espèce, sauf en ce qui concerne pour la hauteur

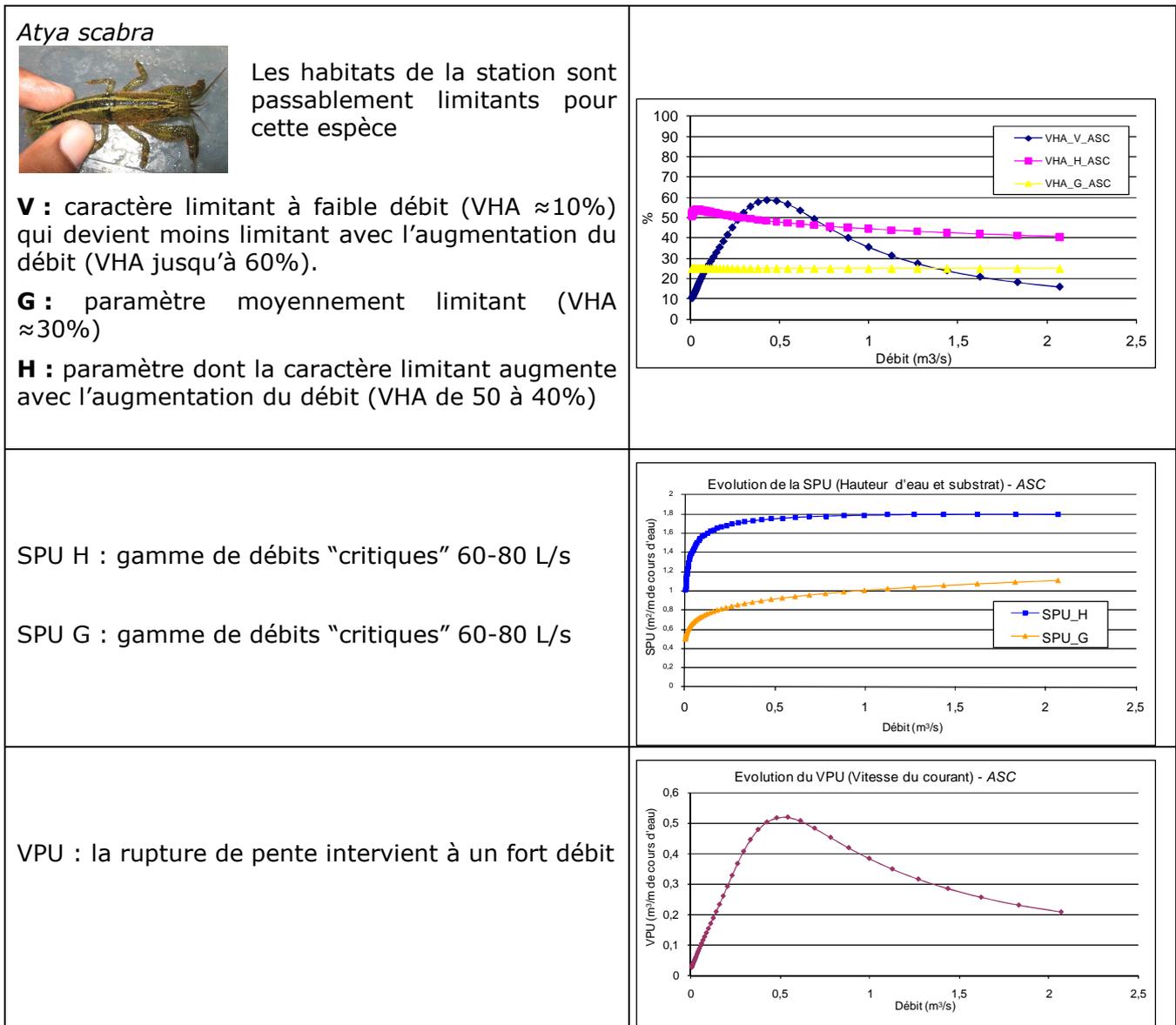
**G** : paramètre le plus limitant (VHA  $\approx$  25%)

**V** : le caractère est limitant à faible (VHA  $\approx$  20%) et à fort débit (VHA  $\approx$  10%), mais pas autour de 100 l/s

**H** : le caractère limitant décroît avec l'augmentation du débit (VHA de 45 à 70% à 100 l/s)



<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 70-80 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 70-80 L/s</p>	
<p>VPU : faible rupture de pente à débit relativement élevé (160 l/s)</p>	
<p><i>Atya innocous</i></p>  <p>Les habitats de la station sont limitants pour l'espèce, sauf en ce qui concerne la vitesse.</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈10%)</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant décroît avec l'augmentation du débit (VHA de 10 à 40%)</p> <p><b>V</b> : caractère peu limitant à faible débit (VHA ≈60%) qui augmente jusqu'à environ 100 l/s puis décroît avec l'augmentation du débit (VHA ≈10%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 90-110 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 70-80 L/s</p>	
<p>VPU : 120-130 l/s</p>	



### Discussion

Les courbes ne présentent pas de difficultés de lecture particulière. La limite haute de l'intervalle est fixé par l'espèce *Atya innocous*, mais les valeurs sont similaires entre les espèces.

Valeurs seuils de débit en dessous desquelles la perte d'habitat est significative

#### Aval éloigné

<i>Sicydium</i> sp.	au moins 90 l/s
<i>Macrobrachium faustinum</i>	entre 70 et 90 l/s
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	au moins 80 l/s
<i>Atya innocous</i>	entre 90 et 110 l/s
<i>Atya scabra</i>	au moins 80 l/s

DMB au niveau de la station

**90-110 l/s**

Aucun affluent ne se trouve entre le captage et la station aval éloignée, mais étant donné que les

mesures aux deux stations n'ont pas été réalisées le même jour, il n'est pas possible de comparer les débits mesurés. Ainsi, dans le doute, la différence de superficie de bassin versant sera appliquée aux résultats de la station aval éloignée. Le DMB à la prise devient donc :

Débit Minimum Biologique	
Prise Dumauzé	
DMB au niveau de la prise	% Module à la prise d'eau
<b>87-107 l/s</b>	<b>16-20 %</b>

A l'issue de la modélisation effectuée avec ces cinq espèces sur la station Dumauzé aval éloigné, le DMB est donné entre 87 et 107 l/s soit entre 16-20% du module en théorie.

### 3.6.3. Choix des résultats pour la prise Dumauzé

Le tableau suivant récapitule les conditions d'application du modèle et les résultats pour chaque station :

	Aval proche	Aval éloigné
Rapport entre les deux mesures de débits	<b>4,1</b>	4
Rapport entre les deux mesures de hauteur d'eau	<b>1,7</b>	1,2
Rapport entre les deux mesures de largeur en eau	<b>1,5</b>	1,2
% du module à la prise	23-26%	16-20%

Bien que les rapports soient plus importants pour la station aval proche, les courbes résultant de la modélisation pour cette station n'ont pas donné de résultats cohérents. L'allure des courbes étant atypique, il est choisi de ne pas les utiliser en priorité.

Ce sont donc les résultats de la modélisation pour la station aval éloigné qui sont utilisés. Cette station est jointive à la station aval proche, étant donné la faible longueur de linéaire disponible pour placer les deux stations. Malgré cela, la différence de surface de bassin versant entre le captage et cette station a été appliquée puisqu'on n'a pu vérifier la logique de débits mesurés entre les deux stations (mesures à des jours différents).

**En conclusion, il est choisi de fixer le débit minimum biologique du captage Dumauzé de la rivière Dumauzé à 110 l/s soit 20 % du module.**

Ces résultats sont à prendre avec précaution dans la mesure où les débits mesurés intègrent peu (aval proche) ou pas (aval éloigné) la valeur de module.

## 3.7. Rivière Blanche – Prise ODYSSI

La prise se situe en limite de zone forestière. Les pressions venant de l'amont sont faibles et le débit de la rivière est naturel à ce niveau. Quelques centaines de mètres à l'aval de la prise se trouve un premier gué et ceux-ci se succèdent ensuite de manière régulière, créant une pression pour la mobilité des espèces.

Données générales		Eléments techniques		
Côte (NGM)	311	Largeur Lit mineur rivière (m)	3,3 <sup>5</sup>	
Usage	AEP	Emprise transversale	Totale	
Débit prélevé (m3/j)	19 580	Emprise longitudinale (m)	1,2	
Débit réservé (l/s)	-	Plan incliné	absence	
Matériaux	Béton	Grille	fentes	
Echelle ou Passe à poissons/crevettes	Non	Hauteur totale Ht (m)	1,5	
Etat	Moyen	Hauteur verticale Hv (m)	1	
Environnement	Sentier de randonnée	Hauteur noyée Hn (m)	0,5	
		Largeur transversale (m)	Ouvrage	18
			Plan incliné	-
		Largeur longitudinale (m)	Grille	18
			Ouvrage	1,5
		Plan incliné	0	
Grille	-			

**Vue d'ensemble**



**Vue rapprochée**



La prise ODYSSI est la prise la plus en amont sur la rivière Blanche, à la limite du parc naturel régional. La zone en amont est indemne de pressions anthropiques. La rivière Blanche, affluent majeur de la rivière Lézarde, subit un nombre grandissant de pressions vers l'aval, entre les prélèvements d'eau (pompages agricoles, prises d'eau), les seuils (gués, ponts) et les rejets divers (assainissement, agricole,...). Le secteur étudié se situe dans le tronçon intermédiaire du cours d'eau, ce qui signifie un lit mouillé d'une largeur moyenne de 7 m, une pente moyenne de l'ordre de 4% et des faciès d'écoulement de types rapides et plats. Les berges sont moyennement à faiblement pentues en fonction des zones (entre 0 et 50%). Une végétation dense arbore les deux rives. Toutefois, étant donné l'aménagement du site à proximité, la berge en rive gauche est

<sup>5</sup> Largeur mouillée moyenne relevée en basses eaux

régulièrement entretenue.

La prise d'eau est associée à un dessableur situé en rive gauche. Ce dernier peut rejeter de l'eau à la rivière en deux points. Un affluent arrive également au niveau des installations, créant un apport d'eau supplémentaire à l'aval du captage.

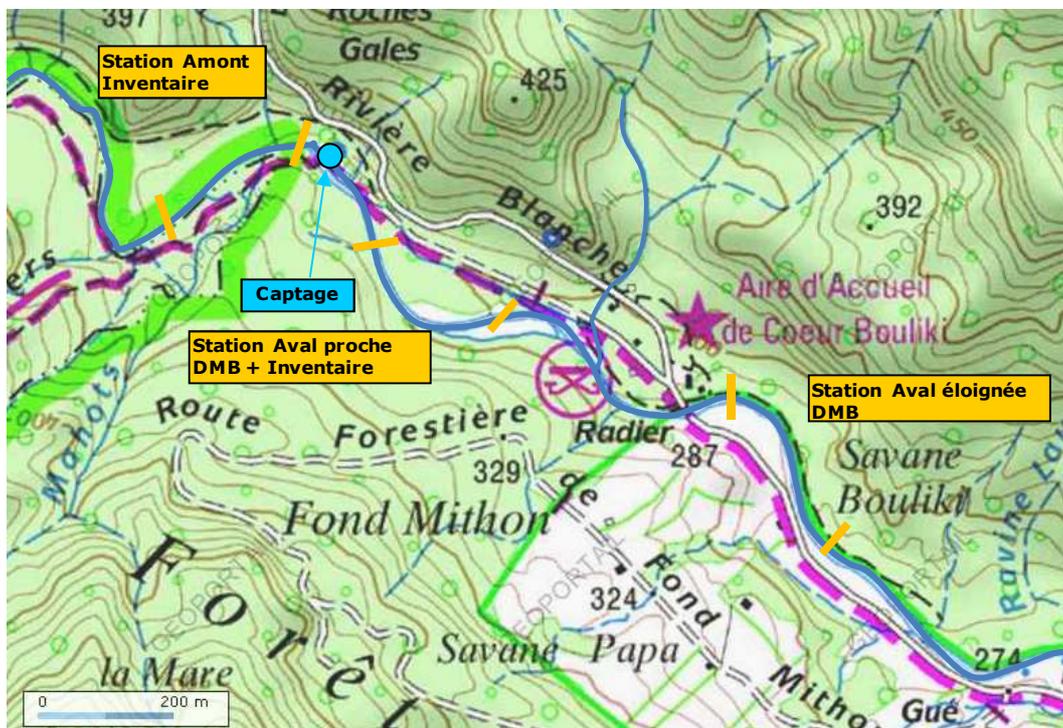
### Les stations

La station aval proche a donc été positionnée en aval de ces apports afin de n'avoir aucune variation de débit au sein de la station. D'une longueur de 300 mètres, elle s'étend jusqu'au commencement de la pelouse en rive gauche et de l'aire de baignade qui la jouxte.

Environ 300 mètres séparent cette station de la station aval éloignée, au sein desquels se retrouvent un affluent majeur en rive gauche, un petit affluent en rive droite et un gué d'une hauteur de seuil de 50 cm.

La station aval éloignée débute à l'aval du gué et mesure 210 mètres. Elle ne comporte aucun apport d'eau. La berge en rive droite est plate et la rive occupée par des herbacées sert de pâturage. En rive gauche la berge est pentue.

### Rivière Blanche –Prise ODYSSEI



Station Aval proche



		<b>Aval proche</b>	<b>Aval éloignée</b>
<b>Coordonnées géographiques (wgs84 –UTM 20)</b>	Limite Amont	707504 - 1626227	708037 - 1626018
	Limité Aval		
	Longueur (m)	300	210
Basses eaux	N transects/ N points	21/174	19/134
Hautes eaux	N transects/ N points	17/82	21/96

Les valeurs de superficie de bassin versant calculées sont les suivantes (valeur SBV donnée par la DIREN et différence de SBV aux stations calculées par Asconit Consultants):

<b>Situation</b>	<b>SBV (km<sup>2</sup>)</b>
Captage	10,29
Aval proche	10,48
Aval éloigné	11,45

Etant donné la présence d'un petit affluent entre la prise d'eau et la station aval proche, la superficie à la station aval proche est également donnée. La superficie à la station aval éloignée est bien plus élevée du fait de la présence d'un affluent majeur entre les deux stations. De ce fait, il sera préférable de tenir compte avant tout des résultats issus des courbes de la station aval proche.

### Débits

Le module naturel estimé (DIREN, méthode des isolames d'eau) ainsi que le débit nominal et le débit prélevé à la prise (dossiers de Périmètres de protection, CG) sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 15 : Prise Blanche ODYSSEI - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG).**

<b>Superficie BV (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Module (l/s)</b>	<b>Débit nominal (m<sup>3</sup>/j)</b>	<b>Débit prélevé (m<sup>3</sup>/j)</b>
10,3	1250	25 000	19 580

Les débits mesurés lors des campagnes d'intervention sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de la station aval proche correspondent à une seule mesure par campagne, alors que ceux de la station aval éloignée correspondent à une moyenne de deux mesures.

**Tableau 16. Prise Blanche ODYSSEI –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.**

	<b>Aval proche</b>	<b>Aval éloigné</b>
Débit (moyen) basses eaux (m <sup>3</sup> /s)	0,100	0,141
Débit hautes eaux (m <sup>3</sup> /s)	0,866	1,692
Rapport	8,6	12
% module du débit hautes eaux	69	135

Les débits aval proche- aval éloigné sont cohérents entre eux avec une valeur plus élevée à l'aval éloigné du fait de l'apport des affluents. La différence de débit entre les deux stations est plus prononcée en hautes eaux.

La gamme de débit de la station aval éloigné inclut la valeur du module.

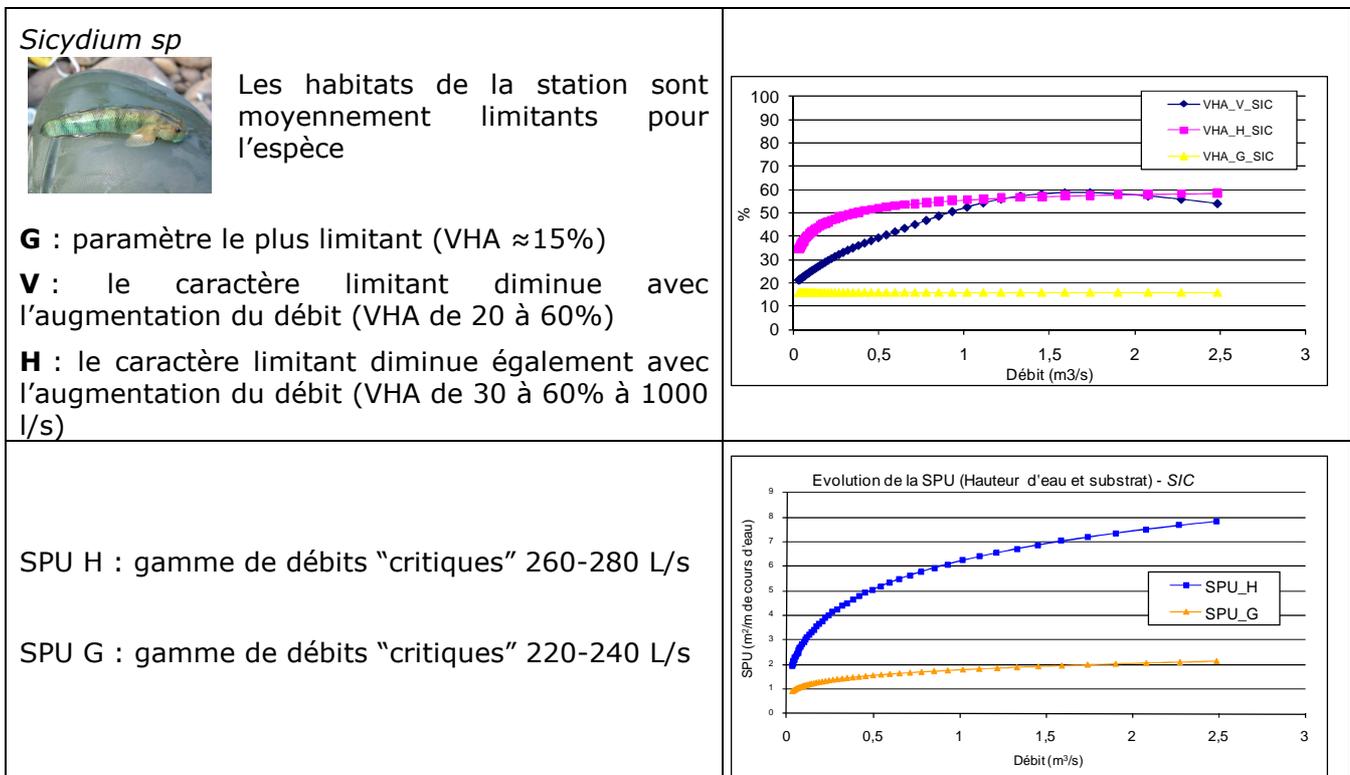
### 3.7.1. Blanche ODYSSI - Station aval proche

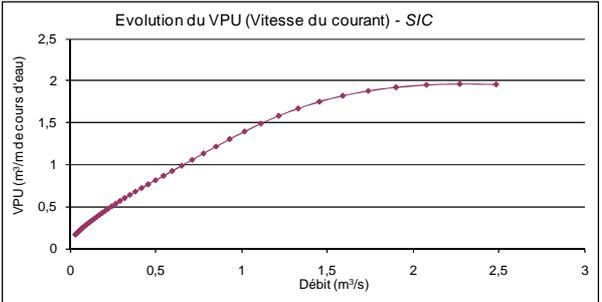
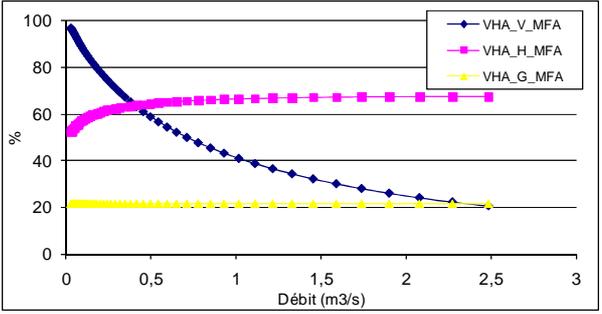
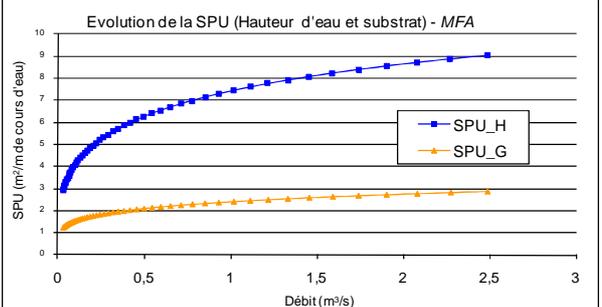
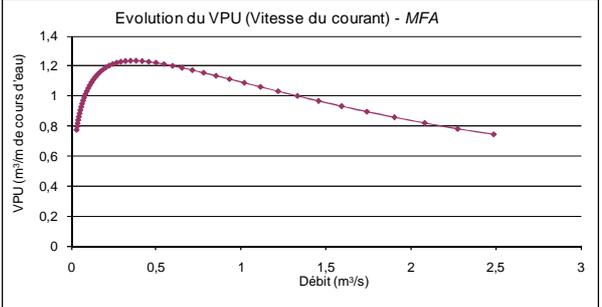
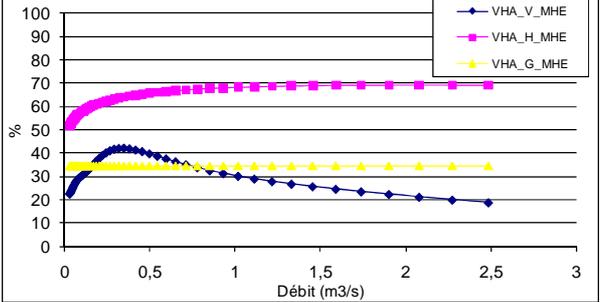
Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval proche sont reportées dans le tableau suivant.

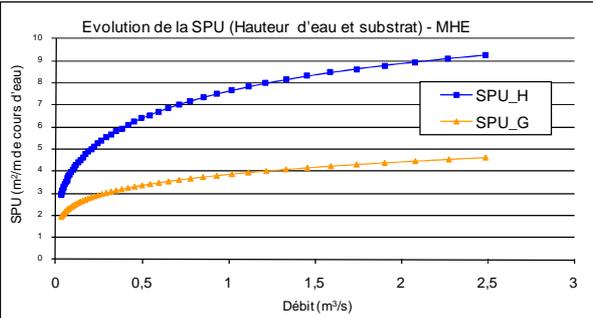
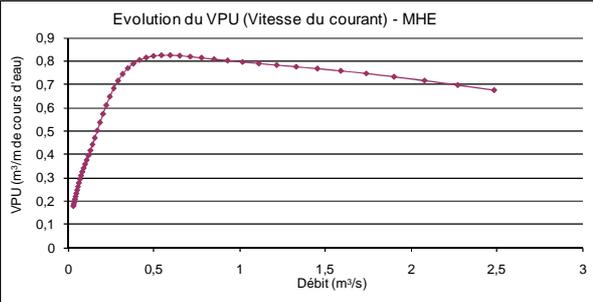
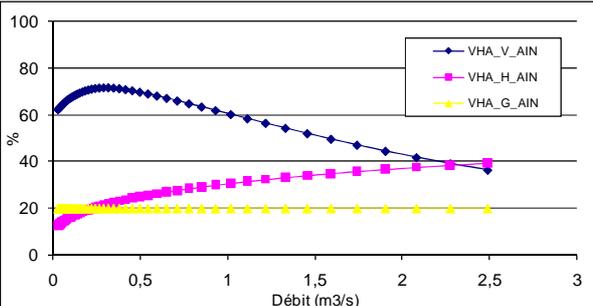
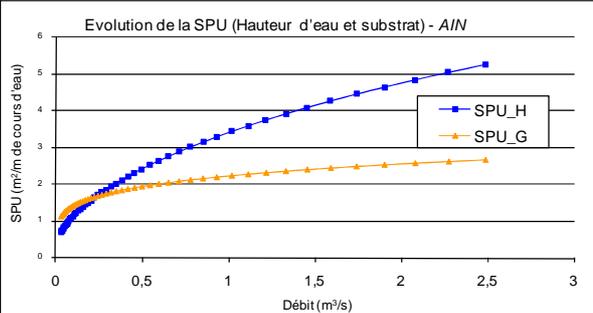
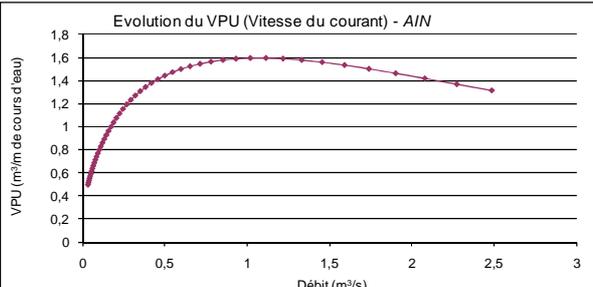
Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval pr.

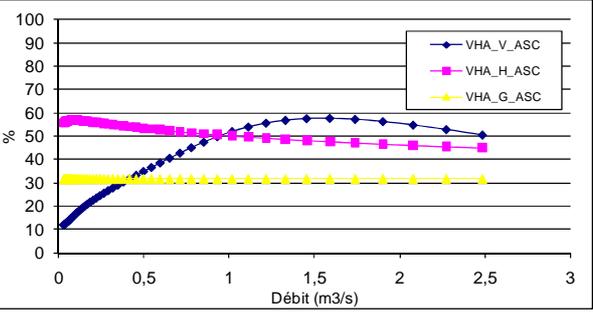
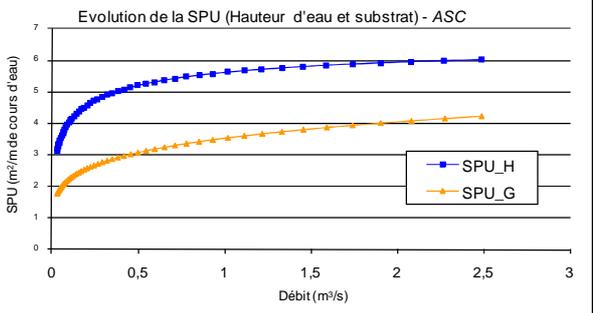
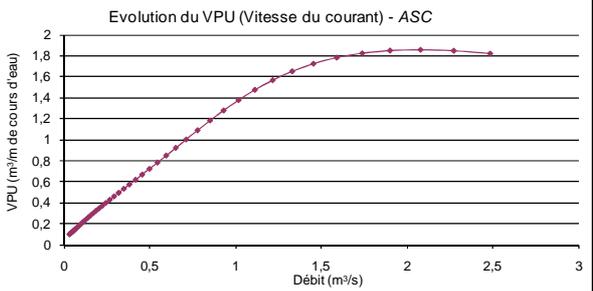
Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
Fév. 2010	0,010	0,17	7,07
Juil. 2010	0,866	0,23	10,86
Taille du substrat (m)			
0,047			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			
0,03-2,6			

#### Résultats de la modélisation



<p>VPU : pas de rupture de pente. Habitat d'autant plus favorable que la vitesse est élevée</p>	
<p><i>Macrobrachium faustinum</i></p>  <p>Les habitats de la station sont relativement favorables pour cette espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA <math>\approx</math> 20%)</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant diminue avec l'augmentation du débit (VHA de 50 à 70% à 400 l/s)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 100 à 20%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 220-240 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 220-240 L/s</p>	
<p>VPU : 260-280 L/s</p>	
<p><i>Macrobrachium heterochirus</i></p>  <p>La station offre des habitats moyennement limitants pour cette espèce.</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA <math>\approx</math> 30%)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant décroît jusqu'à environ 300 l/s (VHA de 20 à 45%) puis augmente à nouveau sur le reste de l'intervalle de modélisation</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant décroît avec</p>	

<p>l'augmentation du débit (VHA de 50 à 70% à 500 l/s)</p> <p>SPU H : gamme de débits "critiques" 220-240 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 220-240 L/s</p>	
<p>VPU : la rupture de pente intervient à un débit relativement élevé (490 l/s)</p>	
<p><i>Atya innocous</i></p>  <p>Les habitats de la station sont limitants pour l'espèce, sauf en ce qui concerne la vitesse.</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈20%)</p> <p><b>H</b> : caractère limitant décroît avec l'augmentation du débit (VHA de 10 à 40%)</p> <p><b>V</b> : caractère peu limitant à faible débit (VHA ≈65%) et la valeur d'habitat diminue progressivement avec l'augmentation du débit (VHA ≈30%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 270-290 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 220-240 L/s</p>	
<p>VPU : 320-350 l/s</p>	

<p><i>Atya scabra</i></p>  <p>La station offre des habitats passablement limitants pour cette espèce</p> <p><b>V</b> : caractère limitant à faible débit (VHA <math>\approx</math> 10%) qui devient moins limitant avec l'augmentation du débit (VHA jusqu'à 60%).</p> <p><b>G</b> : paramètre moyennement limitant (VHA <math>\approx</math> 30%)</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 60 à 45%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 220-240 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 200-220 L/s</p>	
<p>VPU : pas de rupture de pente, l'espèce présente un caractère très rhéophile</p>	

### Discussion

La valeur supérieure retenue pour le DMB est donnée par l'espèce *Atya innocous*, dont l'intervalle pour la vitesse est 320-350 l/s. Pour ne pas s'écarter trop des valeurs données pour les autres espèces, il est choisis de conserver 320 l/s pour la limite haute.

Valeurs seuils de débit en dessous desquelles la perte d'habitat est significative

#### Aval proche

<i>Sicydium</i> sp.	au moins 280 l/s
<i>Macrobrachium faustinum</i>	entre 260 et 280 l/s
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	au moins 240 l/s
<i>Atya innocous</i>	entre 320 et 350 l/s
<i>Atya scabra</i>	au moins 240 l/s

DMB au niveau de la station

**260-320 l/s**

Il faut tenir compte de l'arrivée d'un petit affluent entre le captage et la station aval proche, qui va induire une différence de débit entre la captage et la station. Le DMB au niveau de la prise sera donc légèrement inférieur à celui retrouvé au niveau de la station.

Débit Minimum Biologique	
Prise Blanche ODYSSI	
DMB au niveau de la prise	% Module à la prise d'eau
<b>255 - 315 l/s</b>	<b>20-25 %</b>

A l'issue de la modélisation effectuée avec ces cinq espèces sur la station Blanche ODYSSI aval proche, le DMB est donné entre 255 et 315 l/s soit 20-25% du module en théorie.

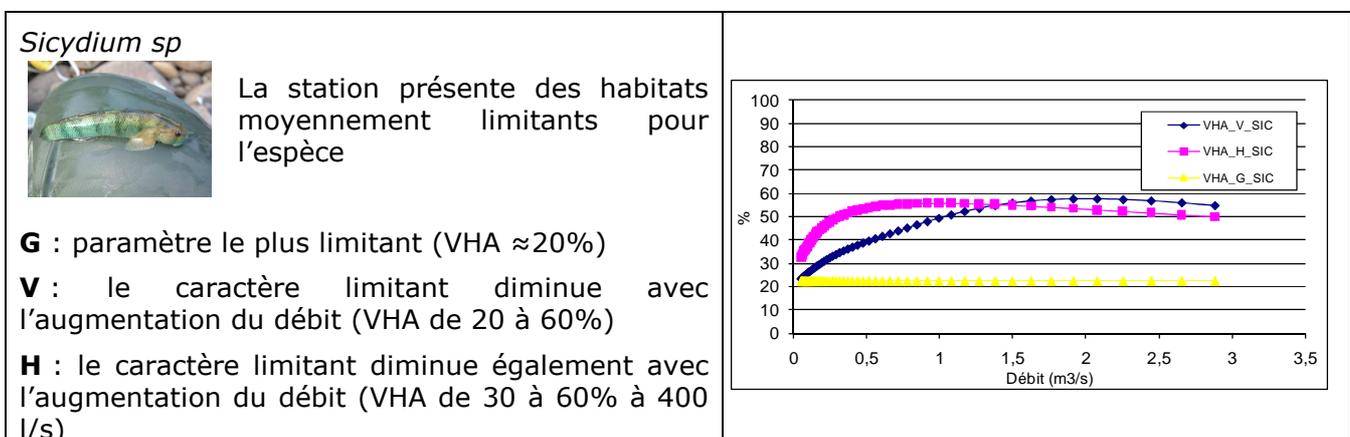
### 3.7.2. Blanche ODYSSI - Station aval éloigné

Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval éloigné sont reportées dans le tableau suivant.

**Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval el.**

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
Fév. 2010	0,141	0,18	6,82
Juil. 2010	1,692	0,35	10,21
Taille du substrat (m)			
0,200			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			
0,03–3			

#### Résultats de la modélisation



<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 400-430 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 320-340 L/s</p>	
<p>VPU : pas de rupture de pente. Habitat d'autant plus favorable que la vitesse est élevée</p>	
<p><i>Macrobrachium faustinum</i></p>  <p>Les habitats de la station sont relativement favorables pour cette espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈25%)</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant diminue avec l'augmentation du débit (VHA de 50 à 70% à 400 l/s)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 95 à 20%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 370-400 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 340-370 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 370-400 L/s</p>	

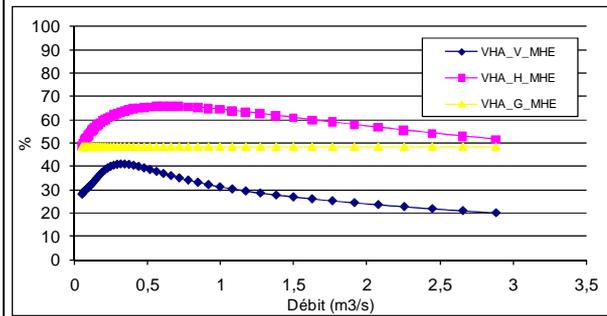
*Macrobrachium heterochirus*

Les habitats présents sur la station sont moyennement limitants pour cette espèce.

**V** : le caractère le plus limitant, qui décroît jusqu'à environ 300 l/s (VHA de 30 à 40%) puis augmente à nouveau sur le reste de l'intervalle de modélisation

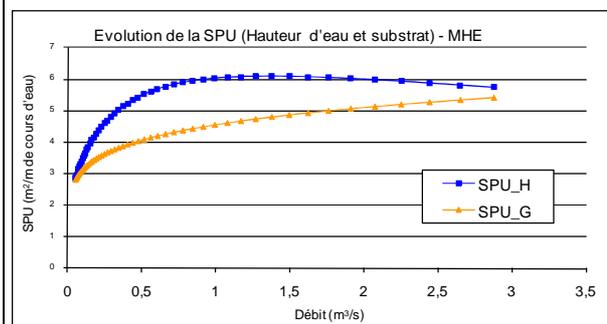
**G** : paramètre moyennement limitant (VHA  $\approx$  50%)

**H** : le caractère limitant décroît avec l'augmentation du débit (VHA de 50 à 70% à 500 l/s), puis augmente sur le reste de l'intervalle

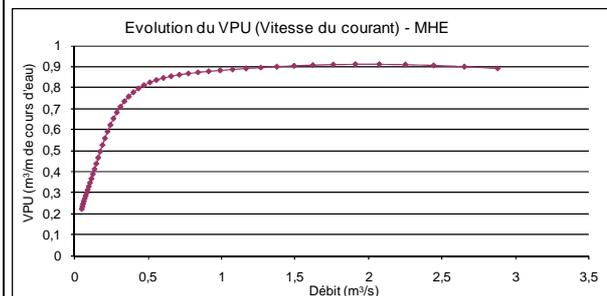


SPU H : gamme de débits "critiques" 370-400 L/s

SPU G : gamme de débits "critiques" 260-290 L/s



VPU : la rupture de pente intervient à un débit relativement élevé (510 l/s)

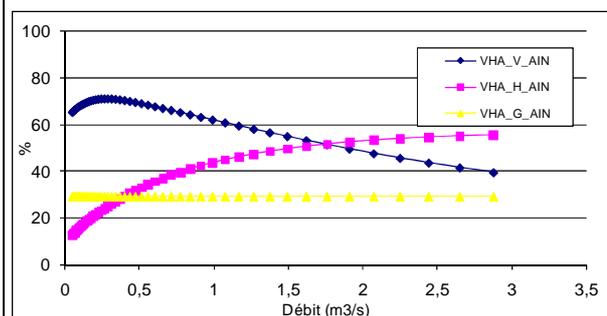
*Atya innocous*

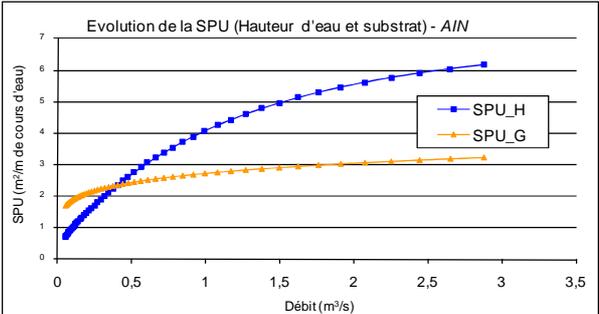
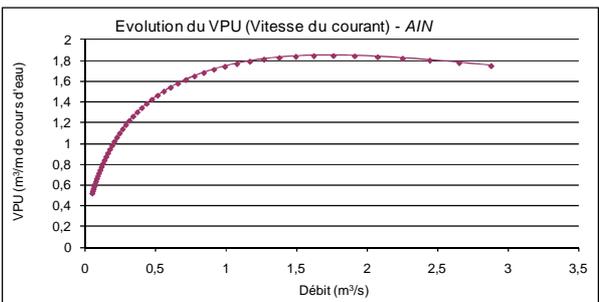
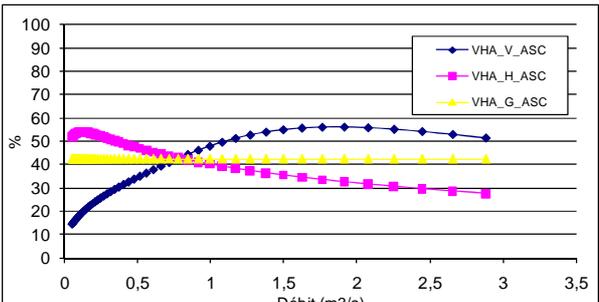
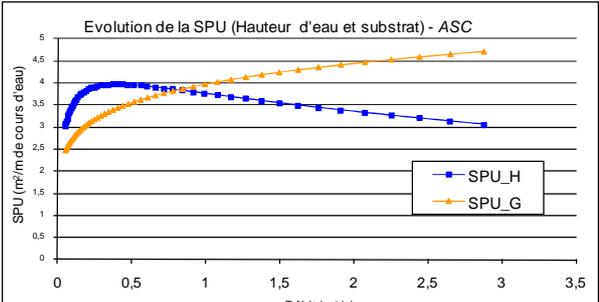
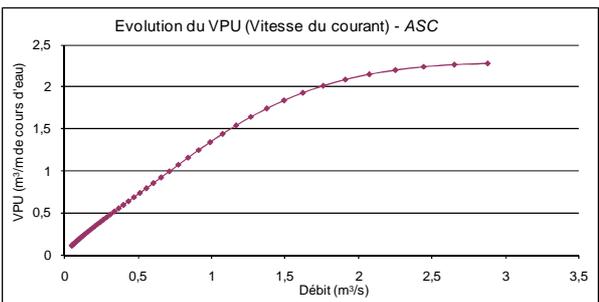
Les habitats de la station sont limitants pour l'espèce, sauf en ce qui concerne la vitesse.

**G** : paramètre le plus limitant (VHA  $\approx$  30%)

**H** : caractère limitant décroît avec l'augmentation du débit (VHA de 10 à 60%)

**V** : caractère peu limitant à faible débit (VHA  $\approx$  65%) et la valeur d'habitat diminue progressivement avec l'augmentation du débit (VHA  $\approx$  40%)



<p>SPU H : rupture à très faible débit</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 300-330 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 370-400 l/s</p>	
<p><i>Atya scabra</i></p>  <p>La station offre des habitats assez limitants pour cette espèce</p> <p><b>V</b> : caractère limitant à faible débit (VHA ≈10%) qui devient moins limitant avec l'augmentation du débit (VHA jusqu'à 60%).</p> <p><b>G</b> : paramètre moyennement limitant (VHA ≈40%)</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 50 à 25%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 220-240 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 240-260 L/s</p>	
<p>VPU : pas de rupture de pente, l'espèce présente un caractère très rhéophile</p>	

## Discussion

Les intervalles obtenus pour les différentes espèces sont similaires et n'impliquent pas de difficultés d'interprétation. Seule la courbe de VPU hauteur d'eau pour *Atya innocous* présente une allure atypique qui n'a pas permis de faire une lecture de valeurs.

Valeurs seuils de débit en dessous desquelles la perte d'habitat est significative

### Aval éloigné

<i>Sicydium</i> sp.	au moins 430 l/s
<i>Macrobrachium faustinum</i>	entre 370 et 400 l/s
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	au moins 400 l/s
<i>Atya innocous</i>	entre 370 et 400 l/s
<i>Atya scabra</i>	au moins 260 l/s

DMB au niveau de la station

**370-400 l/s**

Quelques affluents dont un majeur séparent la station aval éloignée du captage, ce qui entraîne une modification de débit non négligeable entre ces deux points. Le facteur de correction à appliquer est de  $10,29 \text{ km}^2 / 11,45 \text{ km}^2 = 0,90$ .

Débit Minimum Biologique

### Prise Blanche ODYSSI

DMB au niveau de la prise	% Module à la prise d'eau
<b>330-360 l/s</b>	<b>27-29 %</b>

Ces valeurs sont très éloignées de celles obtenues pour la station aval proche, et représentent un pourcentage du module particulièrement élevé.

L'utilisation de cette station aval éloigné est délicate dans la mesure où l'apport de l'affluent est estimé simplement par rapport à la superficie de son bassin versant. Son apport réel n'est pas connu et peut être sous-estimé dans les évaluations de surface. Il en résulterait alors une surestimation des valeurs de DMB émises.

### 3.7.3. Choix des résultats pour la prise Blanche ODYSSI

Le tableau suivant récapitule les conditions d'application du modèle et les résultats pour chaque station :

	Aval proche	Aval éloigné
Rapport entre les deux mesures de débits	8,7	<b>12</b>
Rapport entre les deux mesures de hauteur d'eau	1,4	<b>1,9</b>
Rapport entre les deux mesures de largeur en eau	1,5	1,5
% du module à la prise	20-25 %	27-29 %

Les rapports entre les deux périodes de mesures sont supérieurs à la station aval éloignée pour les paramètres débits et hauteur d'eau alors que pour la largeur en eau, le rapport est équivalent.

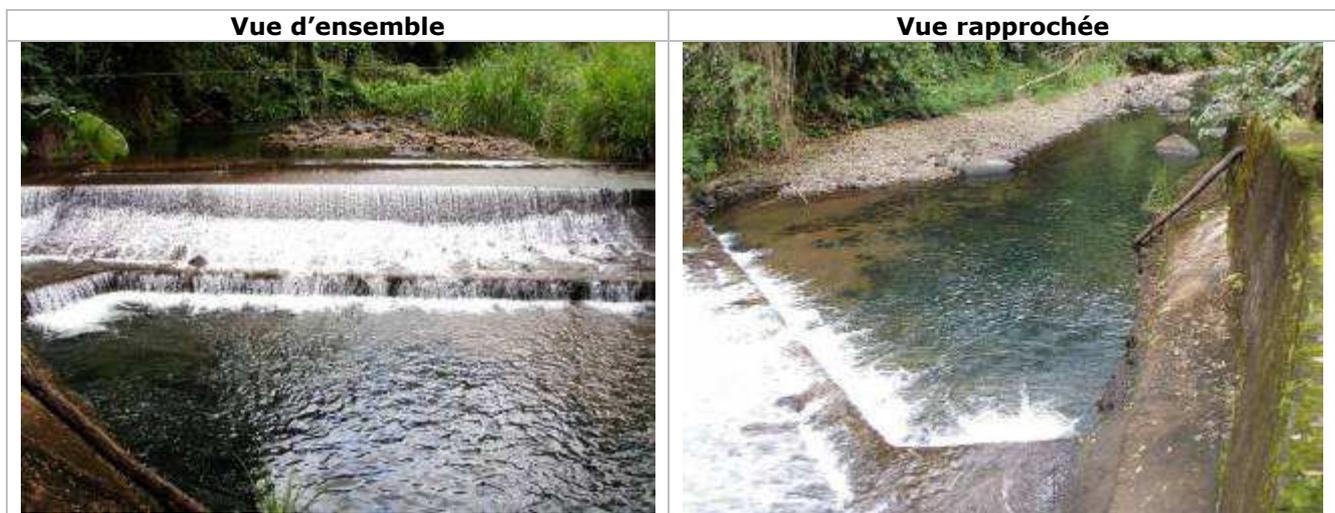
Dans le contexte hydrologique relatif aux deux stations, les résultats de la station aval proche sont privilégiés. En effet, une distance importante ainsi que quelques affluents séparent les deux stations, remettant en cause l'efficacité de la « correction » des résultats par le seul biais de la différence de superficie.

**En conclusion, il est choisi de fixer le débit minimum biologique du captage Blanche ODYSSI de la rivière Blanche à 320 l/s soit 25 % du module.**

## 3.8. Rivière Blanche – Prise SICSM

Le captage d'eau du SICSM est situé à environ 7 km en aval de la prise ODYSSI. La capacité de prélèvement de la ressource est donc dépendante de l'action de la prise en amont. Une forte pression s'exerce en termes de continuité longitudinale pour les espèces du fait de la présence de nombreux gués formant pour la plupart des seuils importants surtout en période de carême.

Données générales		Éléments techniques		
Côte (NGM)	152	Largeur Lit mineur rivière (m)	15,5 <sup>6</sup>	
Usage	AEP	Emprise transversale	Totale	
Débit prélevé (m <sup>3</sup> /j)	23 000	Emprise longitudinale (m)	10	
Débit réservé (l/s)	-	Plan incliné	Présence	
Matériaux	Béton	Grille	Fentes	
Echelle ou Passe à poissons/crevettes	Non	Hauteur totale Ht (m)	4	
Etat	Moyen	Hauteur verticale Hv (m)	1	
Environnement	Nombreux gués à l'aval, occupation des rives agricole et habitations	Hauteur noyée Hn (m)	0,5	
		Largeur transversale (m)	Ouvrage	19
			Plan incliné	18
		Largeur longitudinale (m)	Grille	18
			Ouvrage	8
		Grille	4	
		-		



La rivière Blanche au niveau de la prise du SICSM présente un écoulement beaucoup plus lent avec une alternance régulière de plats lenticules/mouilles et de radiers/rapides. Le substrat dominant est de type pierre-galet. La rivière présente des méandres importants sur le secteur étudié. La prise d'eau se situe à l'extrémité de ce qui est appelé la « route des gués », résumant ainsi les pressions sur le milieu présentes en aval de l'ouvrage. En période de carême, la plus forte contrainte est celle de la continuité de l'habitat car les gués constituent des obstacles majeurs et la quantité d'eau qui y transite est parfois très faible.

La morphologie de la rivière à l'aval de la prise est fortement impactée par la présence du captage et du gué. Il en résulte un écoulement particulièrement lent et une homogénéisation des faciès qui

<sup>6</sup> Largeur mouillée moyenne relevée en basses eaux

ne sont pas représentatifs de la rivière dans ce secteur. Nous avons fait ainsi le choix de placer la station en aval du pont où le cours d'eau retrouve une dynamique dans les écoulements. Par ailleurs, le méandre qui encercle la station de traitement présente une longueur suffisante, ainsi qu'une alternance de faciès acceptable. Ainsi, l'on trouve entre le captage et la station dans l'ordre : un gué d'une hauteur totale d'environ 4 m, avec 3 m en plan incliné et 1 m en hauteur verticale ; une buse provenant de la station de traitement qui émet probablement des rejets périodiques ; un seuil de pont bétonné sans hauteur de chute. La station débute à l'aval du pont et se termine à l'amont du gué en sortie de méandre. Deux tuyaux de rejet sont présents en rive gauche au sein de la station, mais aucun écoulement n'a été signalé durant les mesures de carême.

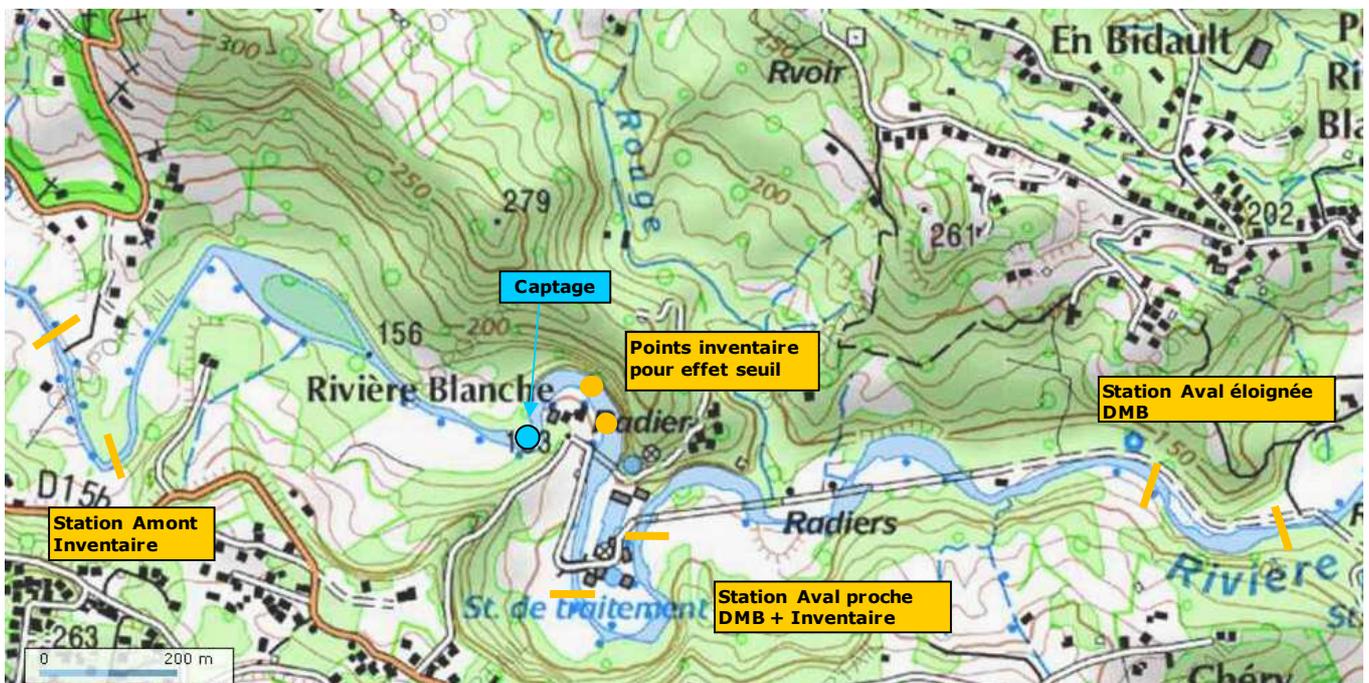
Entre la station proche et la station éloignée, il faut noter la présence de quatre gués, d'un affluent majeur (rivière Rouge) et d'un rejet issu de la station de traitement qui émet de façon discontinue mais à très fort débit.

### Les stations

La station aval proche débute à l'aval de ce rejet et mesure 270 mètres.

La station aval éloignée, longue de 240 mètres, est similaire à la station aval proche en termes d'hydromorphologie.

### **Rivière Blanche –Prise SICSM**



Station Aval proche	Station Aval éloignée
	n.d.
Gué amont	Gué Aval
	

		Aval proche	Aval éloignée
<b>Coordonnées géographiques (wgs84 -UTM 20)</b>	Limite Amont	711557 - 1623865	712396 - 1624043
	Limité Aval		
	Longeur (m)	270	240
Basses eaux	N transects/ N points	21/60	21/88
Hautes eaux	N transects/ N points	21/91	16/106

Les valeurs de superficie de bassin versant calculées sont les suivantes (valeur SBV donnée par la DIREN et différence de SBV aux stations calculées par Asconit Consultants):

Situation	SBV (km <sup>2</sup> )
Captage	16,9
Aval proche	17,5
Aval éloigné	22,7

La station aval éloignée est ici très éloignée du captage, avec de nombreux éléments dont il faut tenir compte entre les stations dont les affluents, les gués et le rejet de la station de traitement. Il est donc préférable d'éviter d'utiliser cette station pour la détermination du DMB. Cependant, d'un point de vue hydromorphologique, la station est exploitable si nécessaire.

## Débits

Le module naturel estimé (DIREN, moyenne de la méthode des isolames d'eau et de la méthode de reconstitution du débit naturel en ajoutant les volumes prélevés au débit résiduel mesuré) ainsi que le débit nominal et le débit prélevé à la prise (dossiers de Périmètres de protection, CG) sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 17 : Prise Blanche SICSM - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG).**

Superficie BV (km <sup>2</sup> )	Module (l/s)	Débit nominal (m <sup>3</sup> /j)	Débit prélevé (m <sup>3</sup> /j)
17	1900	37 920	23 000

Les débits mesurés lors des campagnes d'intervention sont présentés dans le tableau suivant. Les débits mesurés correspondent à une seule mesure. La seconde mesure réalisée à chacune des stations a été jugée peu fiable étant donnée le faible écoulement, et écartée des résultats. A la seconde campagne, la station aval proche fait l'objet d'une seule mesure alors que le débit de la station aval éloigné résulte d'une moyenne de deux valeurs.

**Tableau 18. Prise Blanche SICSM –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.**

	Aval proche	Aval éloigné
Débit (moyen) basses eaux (m <sup>3</sup> /s)	0,138	0,144
Débit hautes eaux (m <sup>3</sup> /s)	1,189	1,940
Rapport	8,6	13,5
% module du débit hautes eaux	63	102

Les débits aval proche- aval éloigné sont cohérents entre eux avec une valeur plus élevée à l'aval éloigné du fait de l'apport des affluents. La différence de débit entre les deux stations est plus prononcée en hautes eaux.

La gamme de débit de la station aval éloigné inclut la valeur du module, bien que ce ne soit pas réellement le cas puisque ramené au captage le débit hautes eaux est amoindri.

### 3.8.1. Blanche SICSM - Station aval proche

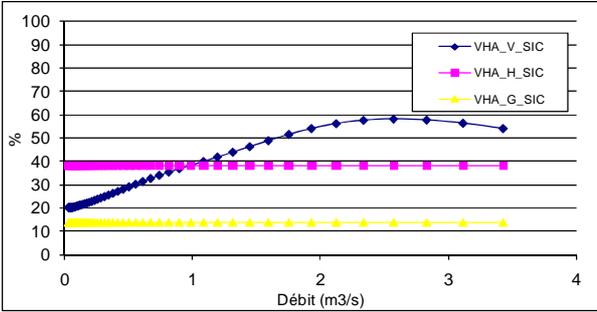
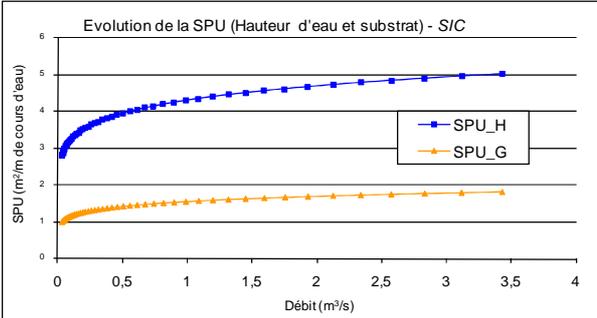
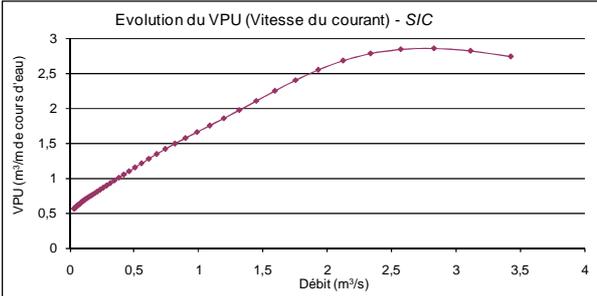
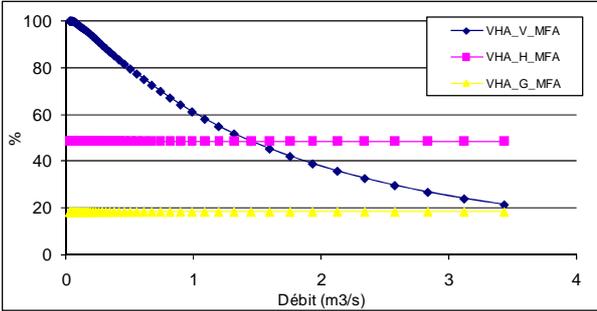
Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval proche sont reportées dans le tableau suivant.

**Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval pr.**

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
Fév. 2010	0,138	0,38	8,85
Juil. 2010	1,189	0,38	11,56
Taille du substrat (m)			
0,125			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			
0,03-3,6			

Résultats de la modélisation

La modélisation sur cette station a comme point faible l'égalité des valeurs de hauteurs d'eau mesurées aux deux campagnes. La courbe VHA-H ne présente donc pas d'évolution sur l'intervalle de modélisation.

<p><i>Sicydium sp</i></p>  <p>La station présente des habitats relativement limitants pour l'espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 10%)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant diminue avec l'augmentation du débit (VHA de 20 à 60%)</p> <p><b>H</b> : paramètre le moins limitant (VHA de 40%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 210-230 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 220-240 L/s</p>	<p>Evolution de la SPU (Hauteur d'eau et substrat) - SIC</p> 
<p>VPU : pas de rupture de pente. Habitat d'autant plus favorable que la vitesse est élevée</p>	<p>Evolution du VPU (Vitesse du courant) - SIC</p> 
<p><i>Macrobrachium faustinum</i></p>  <p>Les habitats de la station sont relativement favorables pour cette espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 20%)</p> <p><b>H</b> : paramètre moyennement limitant (VHA ≈ 50% l/s)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 100 à 20%)</p>	

<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 240-260 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 260-280 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 260-280 L/s</p>	
<p><i>Macrobrachium heterochirus</i></p>  <p>La station offre des habitats relativement limitants pour cette espèce.</p> <p><b>V</b> : paramètre le plus limitant, dont les valeurs d'habitat augmentent jusqu'à environ 800 l/s (VHA de 20 à 40%) pour rediminuer sur le reste de l'intervalle de modélisation</p> <p><b>G</b> : paramètre limitant (VHA ≈ 30%)</p> <p><b>H</b> : paramètre le moins limitant (VHA ≈ 45%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 220-240 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 190-210 L/s</p>	
<p>VPU : la rupture de pente intervient à un débit relativement élevé (850 l/s)</p>	

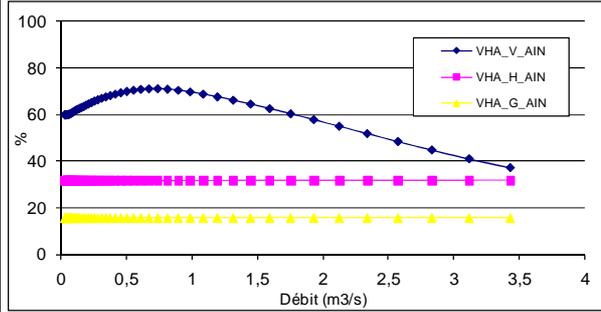
*Atya innocous*

Les habitats de la station sont limitants pour l'espèce, sauf en ce qui concerne la vitesse.

**G** : paramètre le plus limitant (VHA  $\approx$  20%)

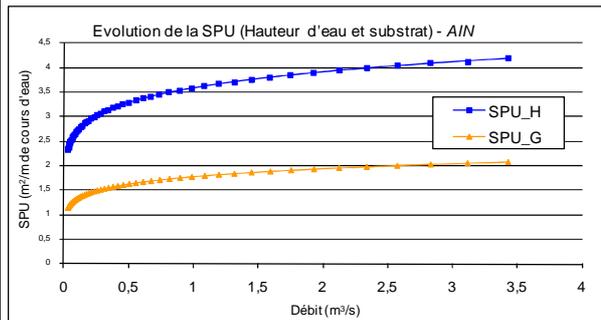
**H** : caractère constant sur l'intervalle (VHA  $\approx$  30%)

**V** : caractère peu limitant à faible débit (VHA  $\approx$  65%) et la valeur d'habitat diminue progressivement avec l'augmentation du débit (VHA  $\approx$  40%)

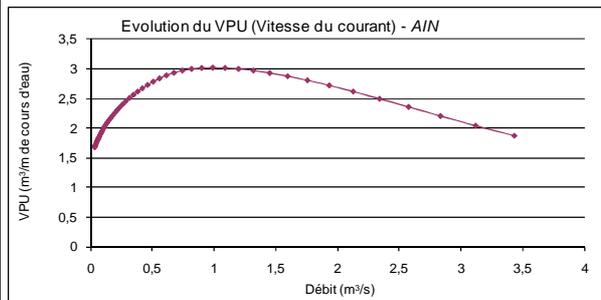


SPU H : gamme de débits "critiques" 230-250 l/s

SPU G : gamme de débits "critiques" 260-280 L/s



VPU : la rupture de pente intervient à un débit élevé (890 l/s)

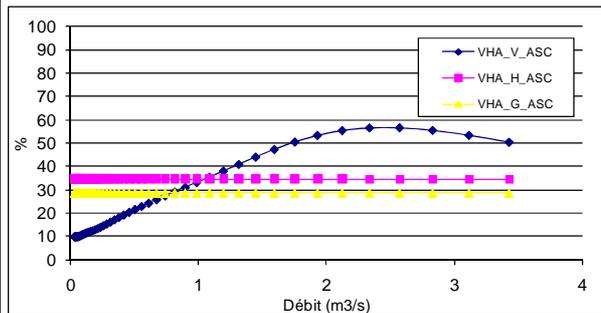
*Atya scabra*

Les habitats de la station sont assez limitants pour cette espèce

**V** : caractère limitant à faible débit (VHA  $\approx$  10%) qui devient moins limitant avec l'augmentation du débit (jusqu'à 60%).

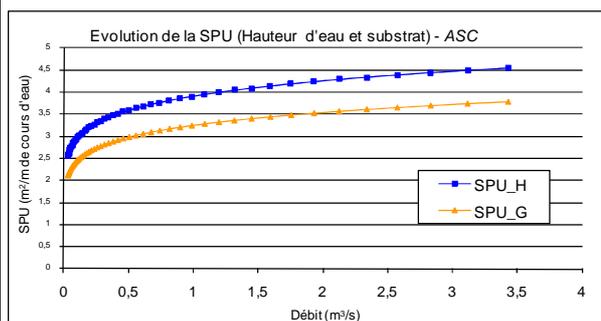
**G** : paramètre moyennement limitant (VHA  $\approx$  30%)

**H** : paramètre constant sur l'intervalle de modélisation (VHA  $\approx$  35%)

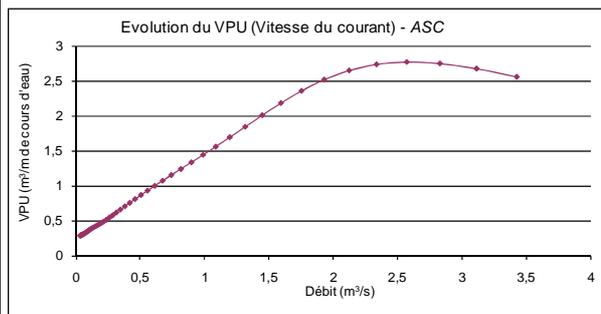


SPU H : gamme de débits "critiques" 190-210 L/s

SPU G : gamme de débits "critiques" 200-220 L/s



VPU : pas de rupture de pente, l'espèce présente un caractère très rhéophile



### Discussion

La modélisation est peu rigoureuse du fait de l'égalité des hauteurs d'eau aux deux périodes de mesures, malgré le fait que les deux autres paramètres (débit et largeur) présentent des différences notables entre les deux périodes. Les intervalles obtenus pour les différentes espèces sont similaires et n'impliquent pas de difficultés d'interprétation. Pour cette station, *Atya innocous* ne présente pas de rupture de pente pour les vitesses ce qui porte à quatre le nombre d'espèces dont l'habitat est limité par la vitesse.

Valeurs seuils de débit en dessous desquelles la perte d'habitat est significative

#### Aval proche

<i>Sicydium</i> sp.	au moins 240 l/s
<i>Macrobrachium faustinum</i>	entre 260 et 280 l/s
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	au moins 240 l/s
<i>Atya innocous</i>	au moins 280 l/s
<i>Atya scabra</i>	au moins 220 l/s

DMB au niveau de la station

**220-280 l/s**

Débit Minimum Biologique

#### Prise Blanche SICSM

DMB au niveau de la prise	% Module à la prise d'eau
<b>220-280 l/s</b>	<b>12-15 %</b>

La modélisation réalisée à partir des paramètres mesurés sur cette station est peu fiable. Les valeurs de DMB obtenues sont entre 220 et 280 l/s soit entre 12-15% du module en théorie.

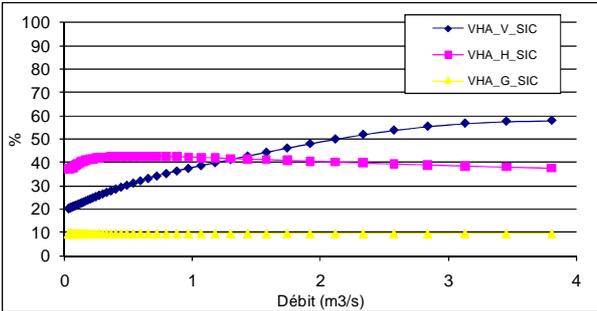
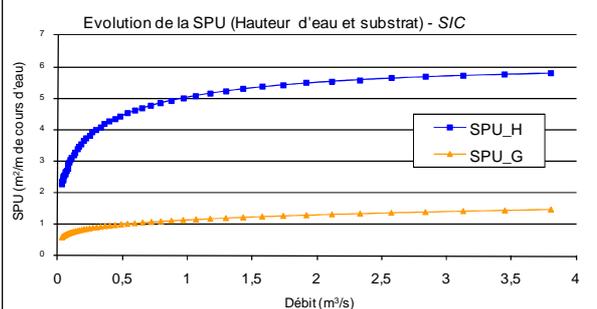
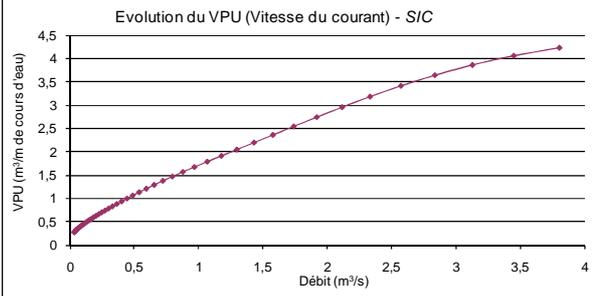
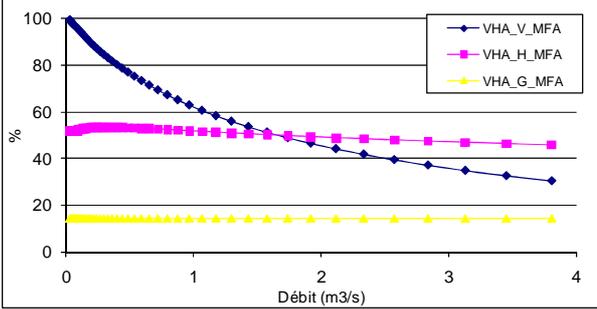
## 3.8.2. Blanche SICSM - Station aval éloigné

Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval éloigné sont reportées dans le tableau suivant.

**Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval el.**

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
Fév. 2010	0,144	0,27	8,24
Juil. 2010	1,940	0,42	13,55
Taille du substrat (m)			
0,077			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			
0,03–4			

Résultats de la modélisation

<p><i>Sicydium sp</i></p>  <p>Les habitats de la station sont relativement limitants pour l'espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 10%)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant diminue avec l'augmentation du débit (VHA de 20 à 60%)</p> <p><b>H</b> : paramètre le moins limitant (VHA ≈ 40%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 320-360 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 270-300 L/s</p>	<p>Evolution de la SPU (Hauteur d'eau et substrat) - SIC</p> 
<p>VPU : pas de rupture de pente. Habitat d'autant plus favorable que la vitesse est élevée</p>	<p>Evolution du VPU (Vitesse du courant) - SIC</p> 
<p><i>Macrobrachium faustinum</i></p>  <p>La station présente des habitat relativement favorable pour cette espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 15%)</p> <p><b>H</b> : paramètre moyennement limitant (VHA ≈ 50% l/s)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 100 à 30%)</p>	

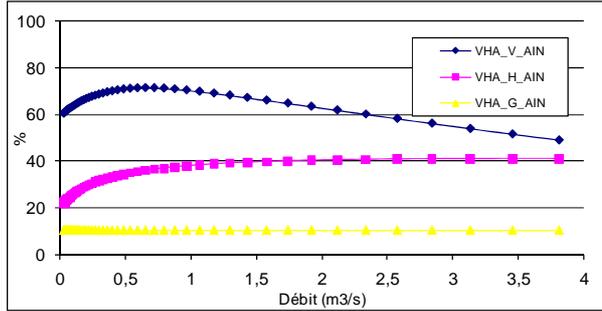
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 320-350 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 300-320 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 300-320 L/s</p>	
<p><i>Macrobrachium heterochirus</i></p>  <p>Les habitats de la station sont relativement limitants pour cette espèce.</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 25%)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant diminue jusqu'à environ 800 l/s (VHA de 20 à 40%) pour augmenter sur le reste de l'intervalle de modélisation</p> <p><b>H</b> : paramètre le moins limitant (VHA ≈ 50%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 260-280 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 220-240 L/s</p>	
<p>VPU : la rupture de pente intervient à un débit relativement élevé (970 l/s)</p>	

*Atya innocous*



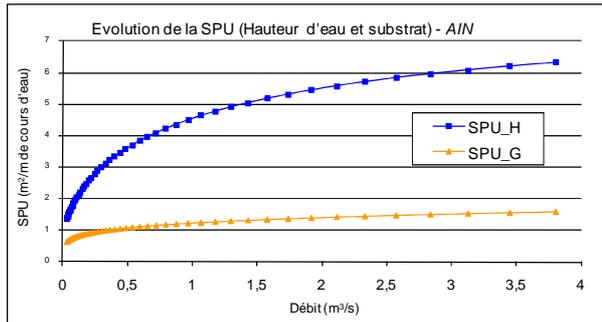
Les habitats de la station sont limitants pour l'espèce, sauf en ce qui concerne la vitesse.

- G** : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 10%)
- H** : le caractère limitant diminue sur l'intervalle (VHA de 20 à 40%)
- V** : caractère peu limitant à faible débit (VHA ≈ 65%) et la valeur d'habitat diminue progressivement avec l'augmentation du débit (VHA ≈ 50%)

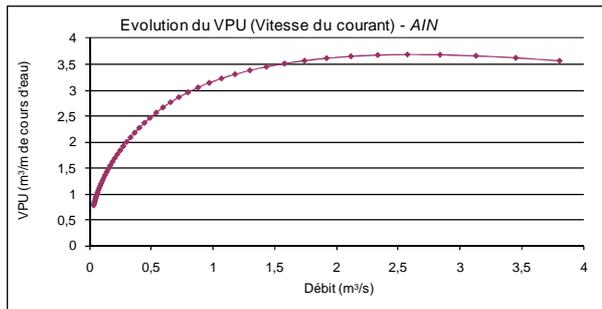


SPU H : gamme de débits "critiques" 360-400 l/s

SPU G : gamme de débits "critiques" 330-360 L/s



VPU : gamme de débits "critiques" 330-360 l/s

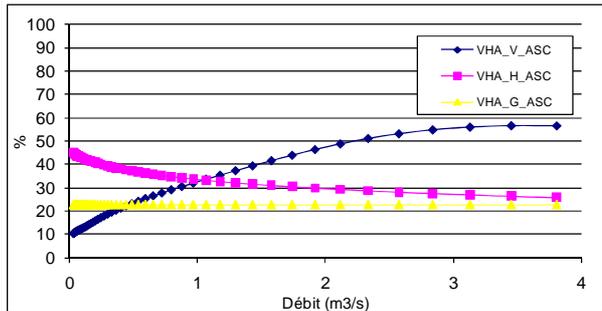


*Atya scabra*



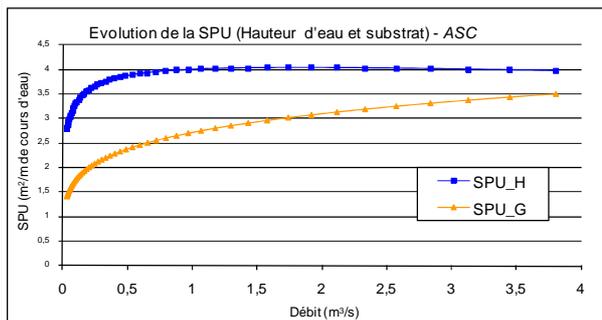
La station offre des habitats assez limitants pour cette espèce

- V** : caractère limitant à faible débit (VHA ≈ 10%) qui devient moins limitant avec l'augmentation du débit (VHA jusqu'à 60%).
- G** : paramètre limitant (VHA ≈ 20%)
- H** : le caractère limitant augmente sur l'intervalle de modélisation (VHA de 50 à 20%)

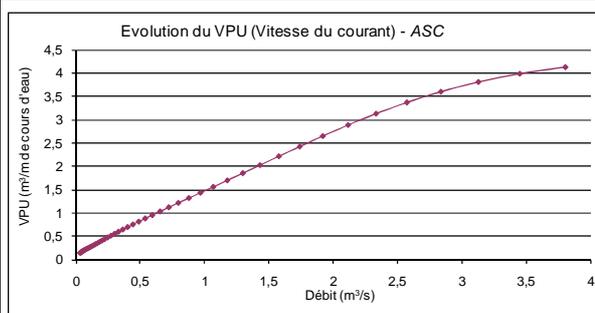


SPU H : gamme de débits "critiques" 200-220 L/s

SPU G : gamme de débits "critiques" 220-240 L/s



VPU : pas de rupture de pente, l'espèce présente un caractère très rhéophile



### Discussion

La valeur haute de l'intervalle est donnée par *Atya innocous*, mais les exigences du poisson *Sicydium sp.* sont également élevées.

Valeurs seuils de débit en dessous desquelles la perte d'habitat est significative

#### Aval éloigné

<i>Sicydium sp.</i>	au moins 360 l/s
<i>Macrobrachium faustinum</i>	entre 320 et 350 l/s
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	au moins 280 l/s
<i>Atya innocous</i>	entre 360 et 400 l/s
<i>Atya scabra</i>	au moins 240 l/s

DMB au niveau de la station

**320 - 400 l/s**

Quelques affluents ainsi que des gués sont présents entre les deux stations. La différence de débit induite par les affluents est rectifiée par l'application de la différence de superficie de bassins versants au droit des stations. Cette différence est de  $16,9 \text{ m}^2 / 22,6 \text{ m}^2 = 0,75$ .

A ce facteur s'ajoute la présence d'un paramètre incontrôlé qui consiste en un rejet discontinu en provenance de la station de traitement. Ce rejet peut induire un biais dans la mesure où l'on ne sait pas s'il était actif ou non au moment des mesures.

Débit Minimum Biologique

#### Prise Blanche SICSM

DMB au niveau de la prise	% Module à la prise d'eau
<b>240-300 l/s</b>	<b>13-16 %</b>

A l'issue de la modélisation effectuée avec ces cinq espèces sur la station Blanche SICSM aval éloigné, le DMB est également donné entre 240 et 300 l/s soit entre 13-16% du module en théorie.

La présence de nombreux gués à l'aval de la prise, ainsi que des pressions liées à l'existence de pompes pourront influencer la valeur définitive du DMB.

### 3.8.3. Choix des résultats pour la prise Blanche SICSM

Le tableau suivant récapitule les conditions d'application du modèle et les résultats pour chaque station :

	Aval proche	Aval éloigné
Rapport entre les deux mesures de débits	8,6	<b>13,5</b>
Rapport entre les deux mesures de hauteur d'eau	1	<b>1,6</b>
Rapport entre les deux mesures de largeur en eau	1,3	<b>1,6</b>
% du module à la prise	12-15 %	13-16 %

Les deux stations ont des résultats qui aboutissent aux mêmes intervalles de débit pour la définition du DMB. Cependant, la logique veut que l'on choisisse la station aval éloigné qui présente des meilleurs critères de modélisation : pour les trois paramètres, les rapports entre les deux mesures sont plus élevés. D'un autre côté, il est toujours préférable si possible de choisir la station aval proche, afin de s'assurer que les caractéristiques hydromorphologiques du cours d'eau soient bien ceux influencés par la prise. Surtout que dans le cas présent, les nombreux affluents ajoutent de l'incertitude au facteur de « correction » lié aux différences de superficie de bassin versant entre la prise et la station aval éloigné.

La qualité de la modélisation l'emporte sur les caractéristiques hydromorphologiques.

**En conclusion, il est choisi de fixer le débit minimum biologique du captage Blanche SICSM de la rivière Blanche à 300 l/s soit 16 % du module, dans la mesure où cette valeur permet de conserver une lame d'eau suffisante à la surface du gué.**

Ces valeurs seront validées dans la mesure où elles permettent d'obtenir une lame d'eau suffisante à la surface des gués qui se trouve entre le captage et le premier affluent. Sans quoi, elles devront être revues à la hausse afin d'assurer la continuité écologique des habitats.

## 3.9. Rivière Galion – Prise confluence

Cette prise d'eau a la particularité de ne pas perturber de façon majeure le lit du cours d'eau, puisqu'il s'agit d'un pompage. Une fosse a toutefois été creusée à l'endroit des crépines afin d'assurer la présence d'eau en permanence. Cette fosse se situe à l'aval immédiat de la confluence entre le bras Verrier et le bras Gommier.

Données générales		Eléments techniques	
Côte (NGM)	290	Largeur Lit mineur rivière (m)	3,8 <sup>7</sup>
Usage	AEP		
Débit prélevé (m <sup>3</sup> /j)	1920		
Débit réservé (l/s)	-		
Matériaux	Crepine et pompes		
Echelle ou Passe à poissons/crevettes	Pas applicable		
Etat	Bon		
Environnement	Zone agricole		

**Vue d'ensemble**



**Vue rapprochée**



La rivière du Galion est globalement très sinueuse et débouche en Baie du Galion, au sud de la presqu'île de la Caravelle, dans une zone de mangrove. La rivière traverse sur tout son cours des terres à vocation agricole. Au niveau du secteur étudié, le lit est de faible largeur mais la rivière n'est pas pour autant de type torrentiel puisqu'elle présente une alternance de faciès mouille et rapide, avec des berges moyennement pentues. Le substrat est dominé par des blocs de taille moyenne. Le captage consiste en un pompage effectué au niveau d'une mouille, il n'y a donc pas d'obstacle présent. En aval du pompage se trouve un rejet provenant de la station de traitement de l'eau.

<sup>7</sup> Largeur mouillée moyenne relevée en basses eaux

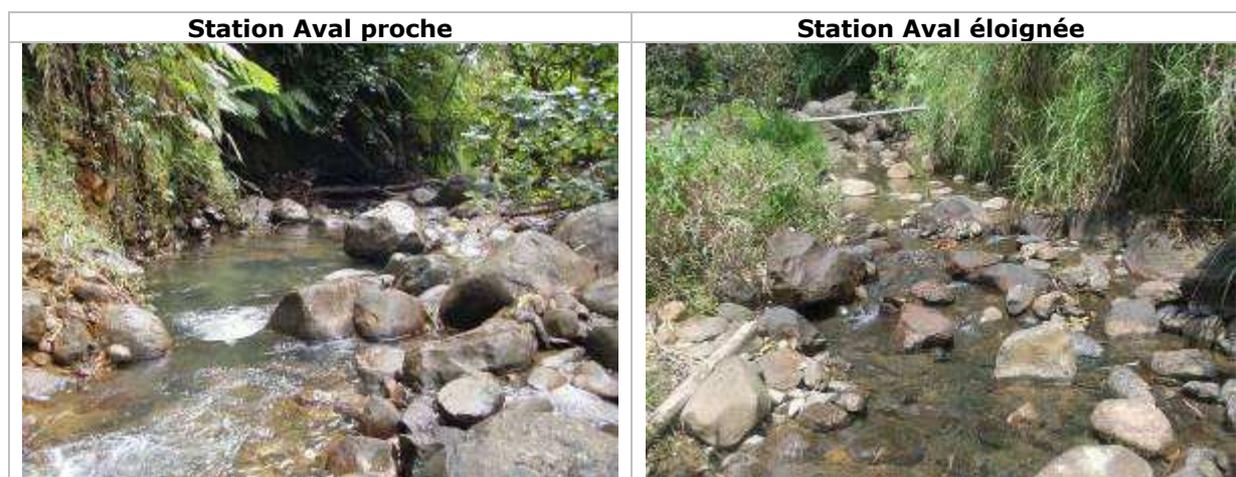
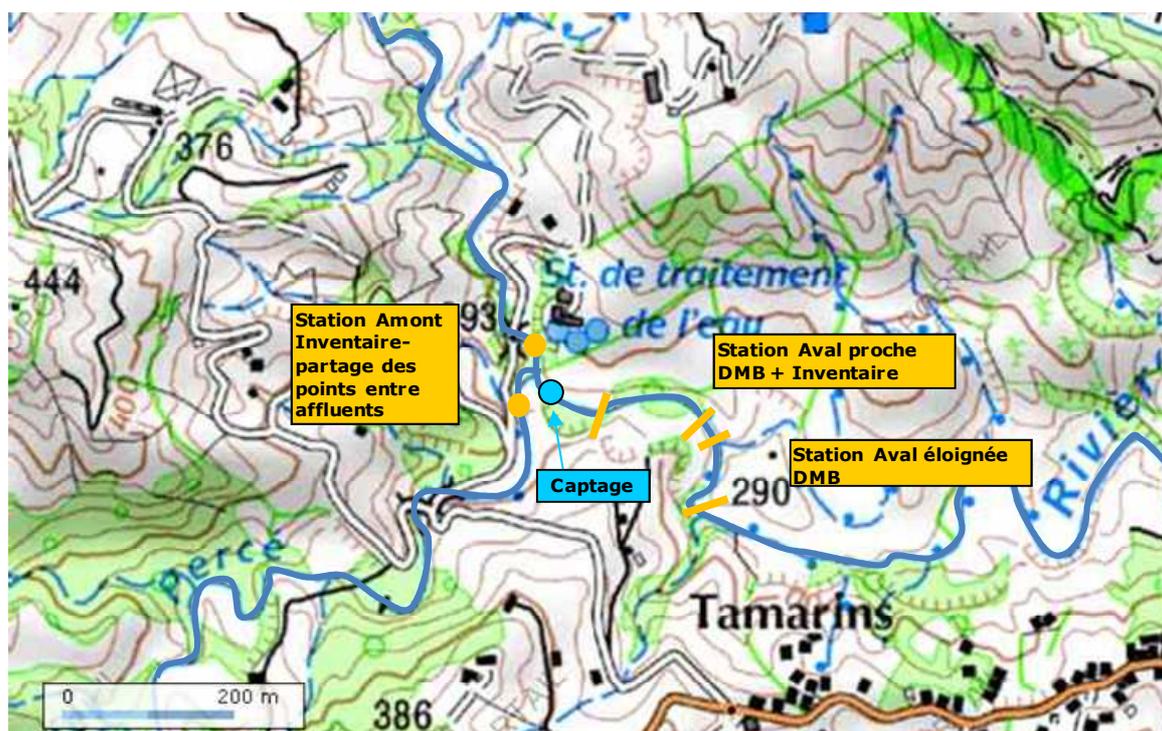
## Les stations

La station aval proche débute à l'aval de ce rejet et mesure 160 mètres. La particularité de cette station est un engorgement qu'on ne retrouve pas sur la station éloignée.

La station aval éloignée est relativement proche et est positionnée à environ 50 mètres à l'aval de la première. Son hydromorphologie est similaire, quoique les mouilles soient plus marquées dans la première station.

Il est à noter que lors de ces mesures, le débit était extrêmement faible, ce qui est à l'origine certainement du fort développement/émulsion algale au sein des deux stations.

### Rivière Galion –Prise confluence



		<b>Aval proche</b>	<b>Aval éloignée</b>
<b>Coordonnées géographiques (wgs84 –UTM 20)</b>	Limite Amont	711491 - 1629714	711616 - 1629655
	Limité Aval	-	-
	Longeur (m)	160	100
Basses eaux	N transects/ N points	21/ 153	24/ 146
Hautes eaux	N transects/ N points	21/ 122	22/ 133

Les valeurs de superficie de bassin versant calculées sont les suivantes (valeur SBV donnée par la DIREN et différence de SBV aux stations calculées par Asconit Consultants):

<b>Situation</b>	<b>SBV (km<sup>2</sup>)</b>
Captage	3,4
Aval éloigné	3,5

La présence d'un affluent entre les deux stations exige que l'on tienne compte des différences de superficie de bassin versant entre les deux stations, puisque les débits qui s'appliquent aux deux stations ne seront donc pas les mêmes.

### Débits

Le module naturel estimé (DIREN, méthode des isolames d'eau) ainsi que le débit nominal et le débit prélevé à la prise (dossiers de Périmètres de protection, CG) sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 19 : Prise Confluence - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG).**

<b>Superficie BV (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Module (l/s)</b>	<b>Débit nominal (m3/j)</b>	<b>Débit prélevé (m3/j)</b>
3,4	400	2352	1920

Les débits mesurés lors des campagnes d'intervention sont présentés dans le tableau suivant. Le débit de basses eaux a été mesuré une seule fois par station, du fait du manque d'emplacement pour réaliser une seconde mesure convenable (gros blocs). Par contre, le débit hautes eaux est une moyenne de deux mesures. Le débit est plus important à la station aval éloignée, avec une différence plus marquée à la campagne de hautes eaux. Ceci intègre bien l'apport du petit affluent situé en rive gauche entre les deux stations.

**Tableau 20. Prise Confluence –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.**

	<b>Aval proche</b>	<b>Aval éloigné</b>
Débit moyen basses eaux (m3/s)	0,01	0,02
Débit moyen hautes eaux (m3/s)	0,160	0,190
Rapport	14,5	11
% module du débit hautes eaux	40%	48%

Le rapport entre les débits aux deux campagnes est très important, étant donné le très faible débit mesuré en basses eaux.

L'intervalle de débit ne comprend pas la valeur du module, puisque les débits mesurés en hautes eaux ne représentent que 40 à 48 % de la valeur du module. Les variables physiques mesurées correspondent donc à un cours d'eau en situation hydrologique basse par rapport à la normale.

### 3.9.1. Rivière du Galion – station aval proche

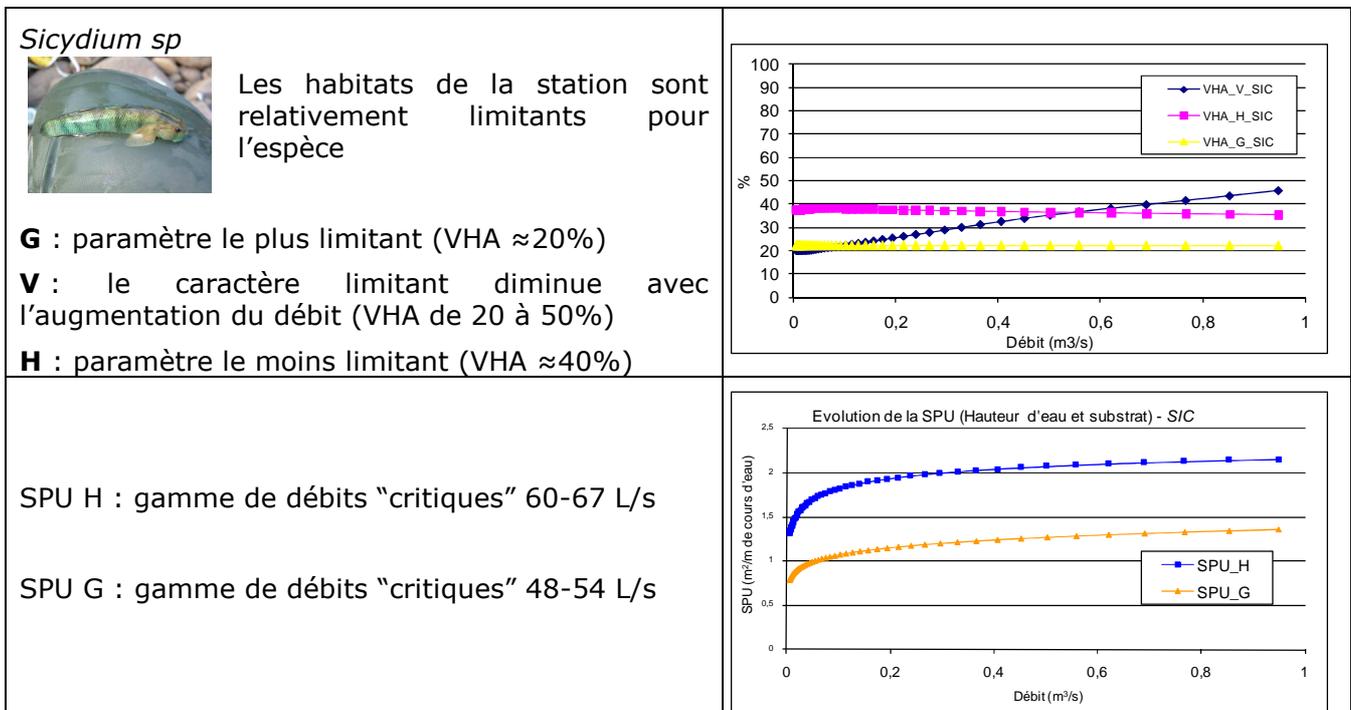
Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval proche sont reportées dans le tableau suivant.

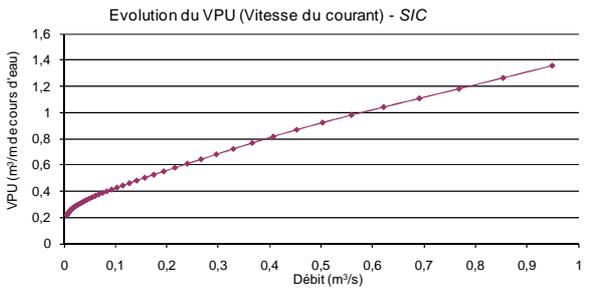
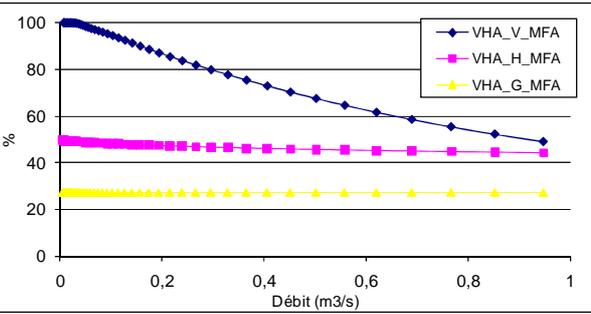
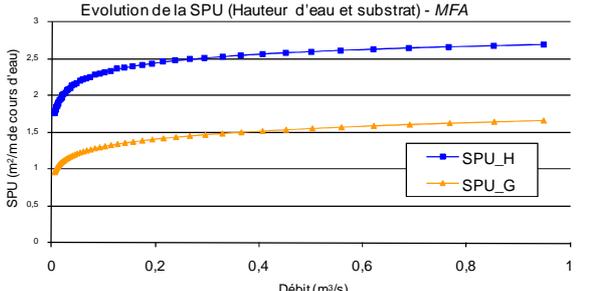
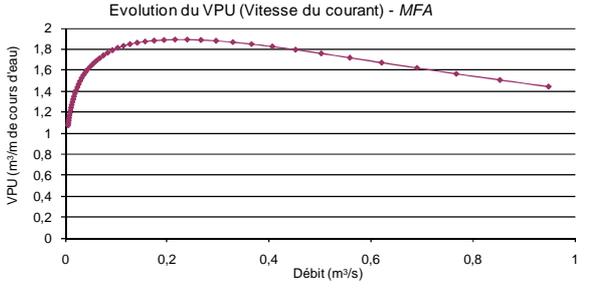
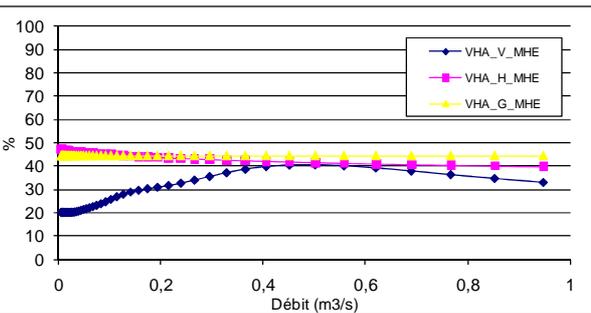
Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval pr.

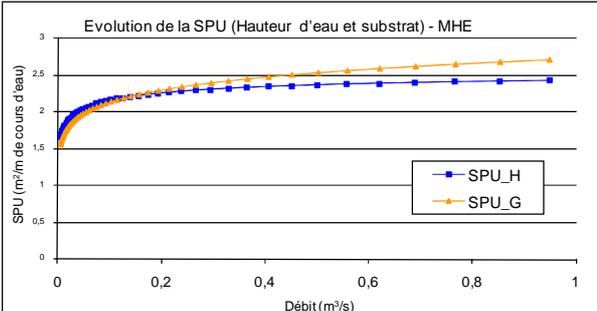
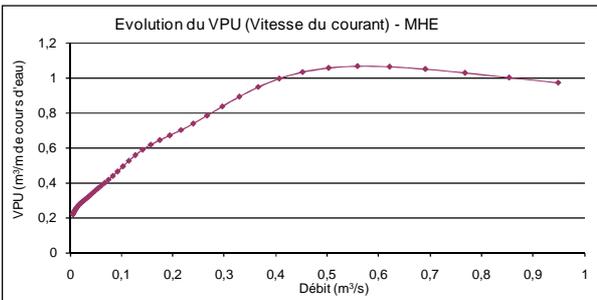
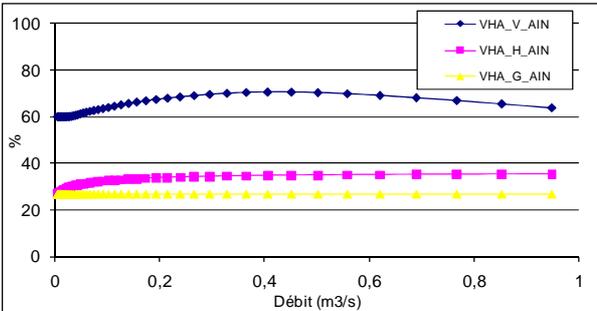
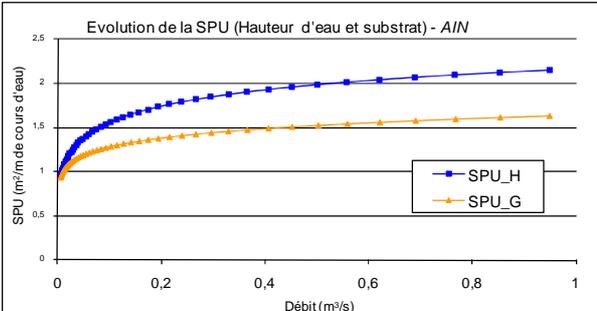
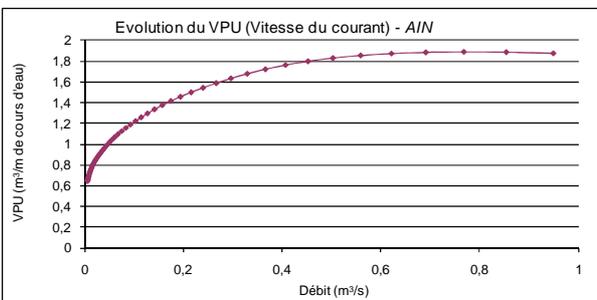
Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
Fév. 2010	0,010	0,33	3,80
Juil. 2010	0,160	0,41	5,05
Taille du substrat (m)			
0,153			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			
0,005-1			

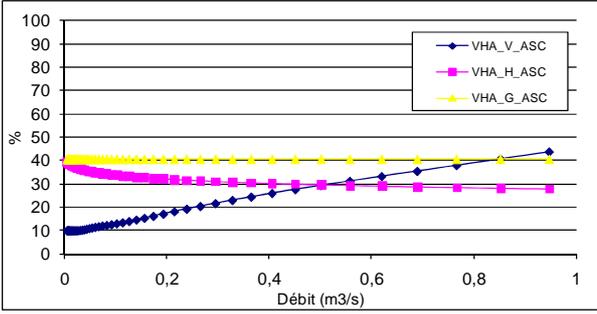
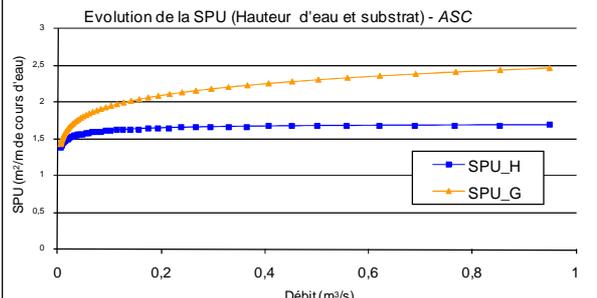
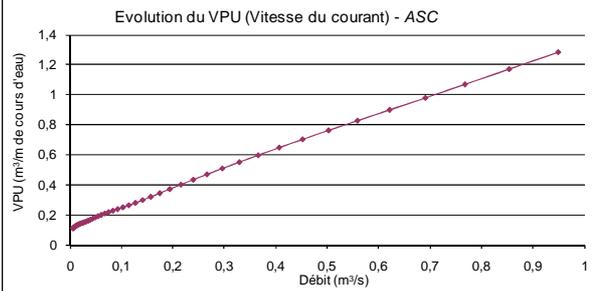
#### Résultats de la modélisation

Malgré la différence qui existe entre les deux valeurs de hauteurs moyennes, les courbes de valeur d'habitat pour la hauteur d'eau montre pas ou peu d'évolution sur l'intervalle de modélisation.



<p>VPU : rupture de pente peu marquée à faible débit (48-60 l/s)</p>	
<p><i>Macrobrachium faustinum</i></p>  <p>La station présente des habitats relativement favorables pour cette espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA <math>\approx</math> 25%)</p> <p><b>H</b> : paramètre moyennement limitant (VHA <math>\approx</math> 50% l/s)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 100 à 50%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 54-60 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 44-48 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 43-48 L/s</p>	
<p><i>Macrobrachium heterochirus</i></p>  <p>Les habitats de la station sont moyennement limitants pour cette espèce.</p> <p><b>V</b> : paramètre le plus limitant. Le caractère limitant diminue jusqu'à environ 500 l/s (VHA de 20 à 40%)</p> <p><b>G</b> : paramètre le moyennement limitant (VHA <math>\approx</math> 45%)</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant augmente légèrement sur l'intervalle de modélisation (VHA de 50 à 40%)</p>	

<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 35-40 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 35-45 L/s</p>	
<p>VPU : une première rupture peu perceptible intervient à bas débit (23 l/s) et une seconde à débit élevé</p>	
<p><i>Atya innocous</i></p>  <p>La station offre des habitats assez limitants pour l'espèce, sauf en ce qui concerne la vitesse.</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈25%)</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant diminue légèrement sur l'intervalle (VHA de 20 à 35%)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant diminue légèrement sur l'intervalle (VHA de 60 à 70%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 67-74 l/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 39-44 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 40-43 l/s</p>	

<p><i>Atya scabra</i></p>  <p>Les habitats de la station sont assez limitants pour cette espèce</p> <p><b>V</b> : caractère limitant à faible débit (VHA <math>\approx</math> 10%) qui devient moins limitant avec l'augmentation du débit (VHA jusqu'à 50%).</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant augmente sur l'intervalle de modélisation (VHA de 40 à 25%)</p> <p><b>G</b> : paramètre le moins limitant (VHA <math>\approx</math> 40%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 35-40 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 35-45 L/s</p>	<p>Evolution de la SPU (Hauteur d'eau et substrat) - ASC</p> 
<p>VPU : pas de rupture de pente, l'espèce présente un caractère très rhéophile</p>	<p>Evolution du VPU (Vitesse du courant) - ASC</p> 

## Discussion

Valeurs seuils de débit en dessous desquelles la perte d'habitat est significative

### Aval proche

<i>Sicydium</i> sp.	entre 60 et 67 l/s
<i>Macrobrachium faustinum</i>	entre 56 et 60 l/s
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	entre 35 et 40 l/s
<i>Atya innocous</i>	entre 67 et 74 l/s
<i>Atya scabra</i>	au moins 40 l/s

DMB au niveau de la station

**54 - 74 l/s**

Débit Minimum Biologique	
Prise Confluence Galion	
DMB au niveau de la prise	% Module à la prise d'eau
<b>54-74 l/s</b>	<b>14-19 %</b>

A l'issue de la modélisation effectuée avec ces cinq espèces, le DMB est donné entre 54-74 l/s soit entre 14-19% du module en théorie.

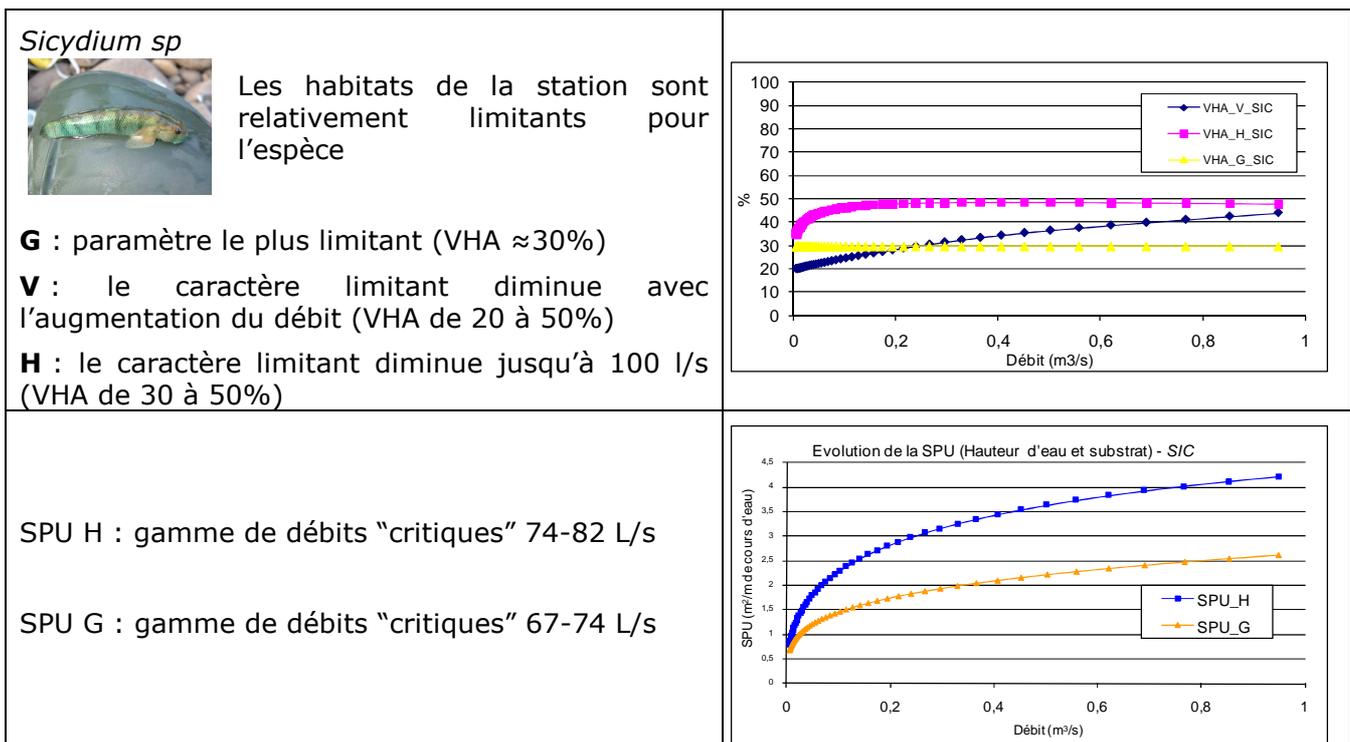
### 3.9.2. Confluence - Station aval éloigné

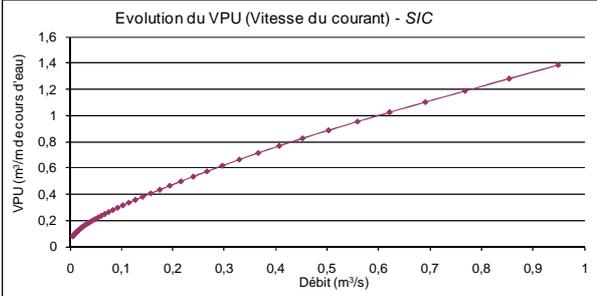
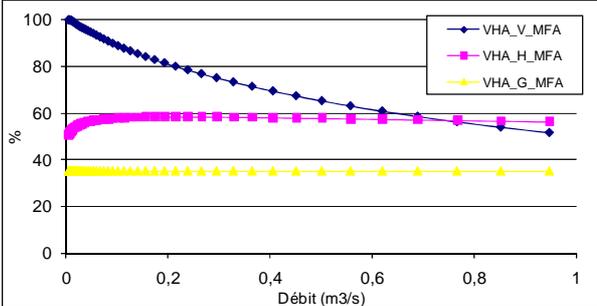
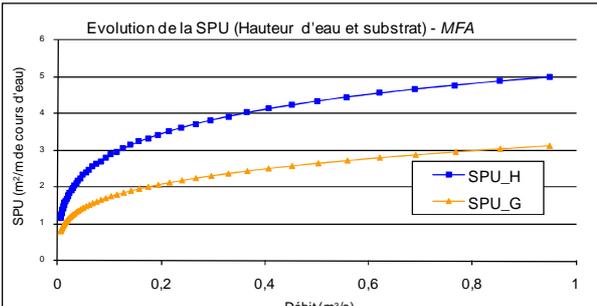
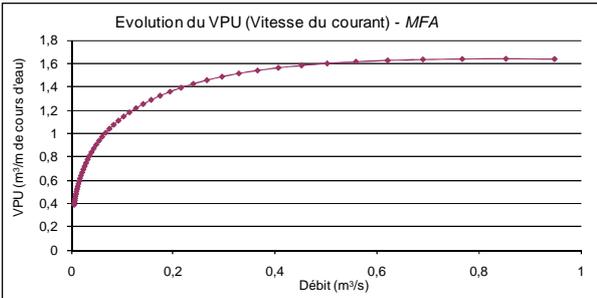
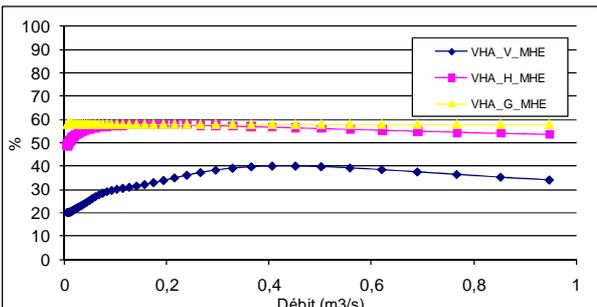
Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval éloigné sont reportées dans le tableau suivant.

Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval el.

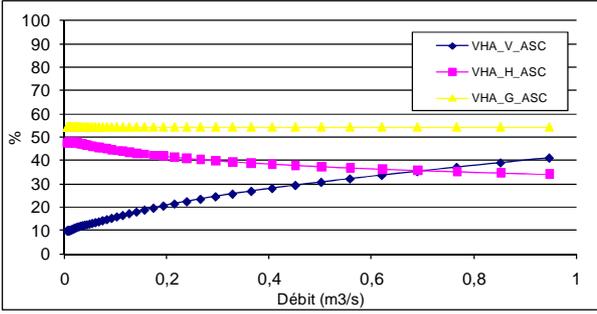
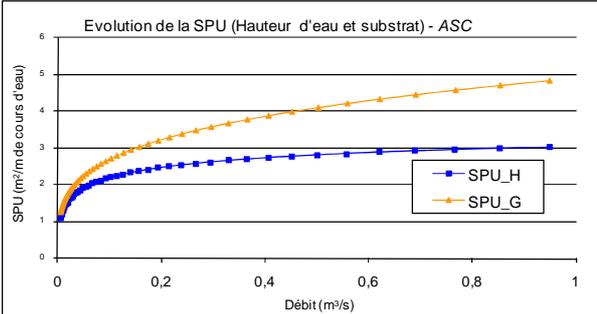
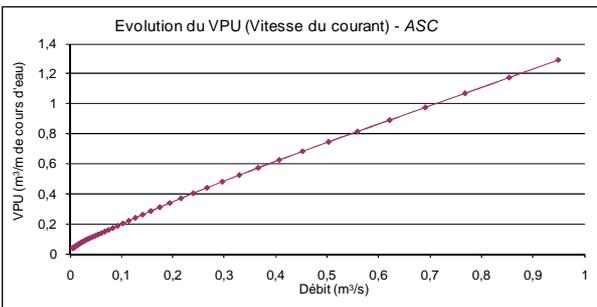
Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
Fév. 2010	0,020	0,20	3,13
Juil. 2010	0,190	0,28	5,83
Taille du substrat (m)			
0,191			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			
0,005-1			

#### Résultats de la modélisation



<p>VPU : rupture de pente peu marquée (60-75 l/s)</p>	
<p><i>Macrobrachium faustinum</i></p>  <p>Les habitats de la station sont relativement favorables pour cette espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA <math>\approx</math> 35%)</p> <p><b>H</b> : paramètre moyennement limitant (VHA <math>\approx</math> 60% l/s)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 100 à 50%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 74-82 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 60-67 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 60-67 L/s</p>	
<p><i>Macrobrachium heterochirus</i></p>  <p>La station offre des habitats moyennement limitants pour cette espèce.</p> <p><b>V</b> : paramètre le plus limitant. Le caractère limitant diminue jusqu'à environ 300 l/s (VHA de 20 à 40%)</p> <p><b>G</b> : paramètre peu limitant (VHA <math>\approx</math> 60%)</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant diminue légèrement sur l'intervalle de modélisation (VHA de 50 à 60%)</p>	

<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 80-90 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 80-90 L/s</p>	
<p>VPU : il n'y a pas de rupture de pente</p>	
<p><i>Atya innocous</i></p>  <p>Les habitats de la station sont assez limitants pour l'espèce, sauf en ce qui concerne la vitesse.</p> <p><b>H</b> : paramètre le plus limitant. Le caractère limitant diminue sur l'intervalle (VHA de 20 à 45%)</p> <p><b>G</b> : paramètre moyennement limitant (VHA ≈ 35%)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant diminue légèrement sur l'intervalle (VHA de 60 à 70%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 74-82 l/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 67-74 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 74-83 l/s</p>	

<p><i>Atya scabra</i></p>  <p>La station présente des habitats assez limitants pour cette espèce</p> <p><b>V</b> : caractère limitant à faible débit (VHA <math>\approx</math> 10%) qui devient moins limitant avec l'augmentation du débit (VHA jusqu'à 40%).</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant augmente sur l'intervalle de modélisation (VHA de 50 à 35%)</p> <p><b>G</b> : paramètre le moins limitant (VHA <math>\approx</math> 55%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 40-60 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 50-60 L/s</p>	<p>Evolution de la SPU (Hauteur d'eau et substrat) - ASC</p> 
<p>VPU : pas de rupture de pente, l'espèce présente un caractère très rhéophile</p>	<p>Evolution du VPU (Vitesse du courant) - ASC</p> 

### Discussion

La valeur haute de l'intervalle est donnée par *M.heterochirus*, sachant que cette espèce ainsi que *A.scabra* ont un habitat lié à la vitesse d'autant plus favorable que le débit est élevé.

Valeurs seuils de débit en dessous desquelles la perte d'habitat est significative

#### Aval éloigné

<i>Sicydium</i> sp.	entre 74 et 82 l/s
<i>Macrobrachium faustinum</i>	entre 74 et 82 l/s
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	au moins 90 l/s
<i>Atya innocous</i>	entre 74 et 83 l/s
<i>Atya scabra</i>	au moins 60 l/s

DMB au niveau de la station

**74 - 90 l/s**

Etant donné la présence d'un petit affluent entre les deux stations, le calcul de la différence de surface de bassin versant est appliqué. La différence reste néanmoins faible ( $3,47 \text{ m}^2/3,56 = 0,95$ ) ce qui donne une estimation relativement fiable.

Débit Minimum Biologique	
Prise Confluence Galion	
DMB au niveau de la prise	% Module à la prise d'eau
<b>72-88 l/s</b>	<b>18-22 %</b>

A l'issue de la modélisation effectuée avec ces cinq espèces sur la station Confluence aval éloigné, le DMB est également donné entre 72 et 88 l/s soit 18-22% du module en théorie.

### 3.9.3. Choix des résultats pour la prise Confluence

Le tableau suivant récapitule les conditions d'application du modèle et les résultats pour chaque station :

	Aval proche	Aval éloigné
Rapport entre les deux mesures de débits	<b>14,5</b>	11
Rapport entre les deux mesures de hauteur d'eau	1,3	<b>1,4</b>
Rapport entre les deux mesures de largeur en eau	1,3	<b>1,9</b>
% du module à la prise	14-19 %	18-22 %

Les rapports entre les débits sont bons pour les deux stations avec une différence considérable entre les deux périodes de mesures. Le problème vient plutôt des faibles débits lors des mesures basses eaux, et de débit hautes eaux en deçà du module. Le débit basses eaux étant légèrement plus élevé à la station aval éloigné, il semblerait de ce fait que cette station soit moins en limite de modélisation que la station aval proche.

Les rapports entre les deux mesures de largeur en eau et de hauteur d'eau sont plus importants pour la station aval éloignée.

Les arguments de modélisation sont donc en faveur des résultats provenant de la station aval éloignée. Cependant, les valeurs de cette station correspondent à des valeurs rapportées ce qui enlève de la précision aux résultats.

Somme toutes, ce sont les conditions d'application du modèle qui passent avant tout et ces conditions semblent être mieux réunies pour la station aval éloigné.

**En conclusion, il est choisi de fixer le débit minimum biologique du captage Confluence de la rivière Galion à 88 l/s soit 22 % du module.**

Ces résultats seront traités en partie 6.5. en reprenant le contexte d'un captage de type pompage.

## 3.10. Rivière du Lorrain – Prise Lorrain

La prise du Lorrain a l'avantage de présenter un plan incliné avec enrochements, assurant ainsi un passage facilité aux espèces. De plus, elle se situe sur une rivière dont l'écoulement est peu perturbé et caractérisé par un débit élevé. Il faut toutefois noter la présence d'un gué à seuil à l'aval de la prise d'eau.

Données générales		Éléments techniques	
Côte (NGM)	130	Largeur Lit mineur rivière (m)	15,4 <sup>8</sup>
Usage	AEP	Emprise transversale	Totale
Débit prélevé (m <sup>3</sup> /j)	2826	Emprise longitudinale (m)	
Débit réservé (l/s)	270	Plan incliné	présence
Matériaux	Béton	Grille	Plaque perforée
Echelle ou Passe à poissons/crevettes	oui	Hauteur totale Ht (m)	
Etat	Bon	Hauteur verticale Hv (m)	
Environnement	Agricole	Hauteur noyée Hn (m)	
		Largeur transversale (m)	Ouvrage
			Plan incliné
		Largeur longitudinale (m)	Grille
			Ouvrage
		Plan incliné	
Grille	0,6		

**Vue d'ensemble**



**Vue rapprochée**



La rivière du Lorrain, de par son large lit, se caractérise par un fort débit. Le captage se situe sur le tronçon aval du cours d'eau, à la limite de la zone impactée par la culture de la banane. La seule pression sur l'hydromorphologie consiste en un gué situé à un peu plus d'un kilomètre en aval du captage. Le tronçon en aval immédiat est relativement monotone sur sa partie rectiligne jusqu'au gué (large, substrat grossier, hauteur d'eau relativement faible par rapport à la taille du substrat). Le faciès dominant et quasi omniprésent sur la zone d'étude est le rapide. Sur la partie amont on retrouve un substrat de taille similaire à celui de l'aval en revanche on observe un rétrécissement (largeur de 4/5m) avec des écoulements de ce fait plus rapide.

<sup>8</sup> Largeur mouillée moyenne relevée en basses eaux

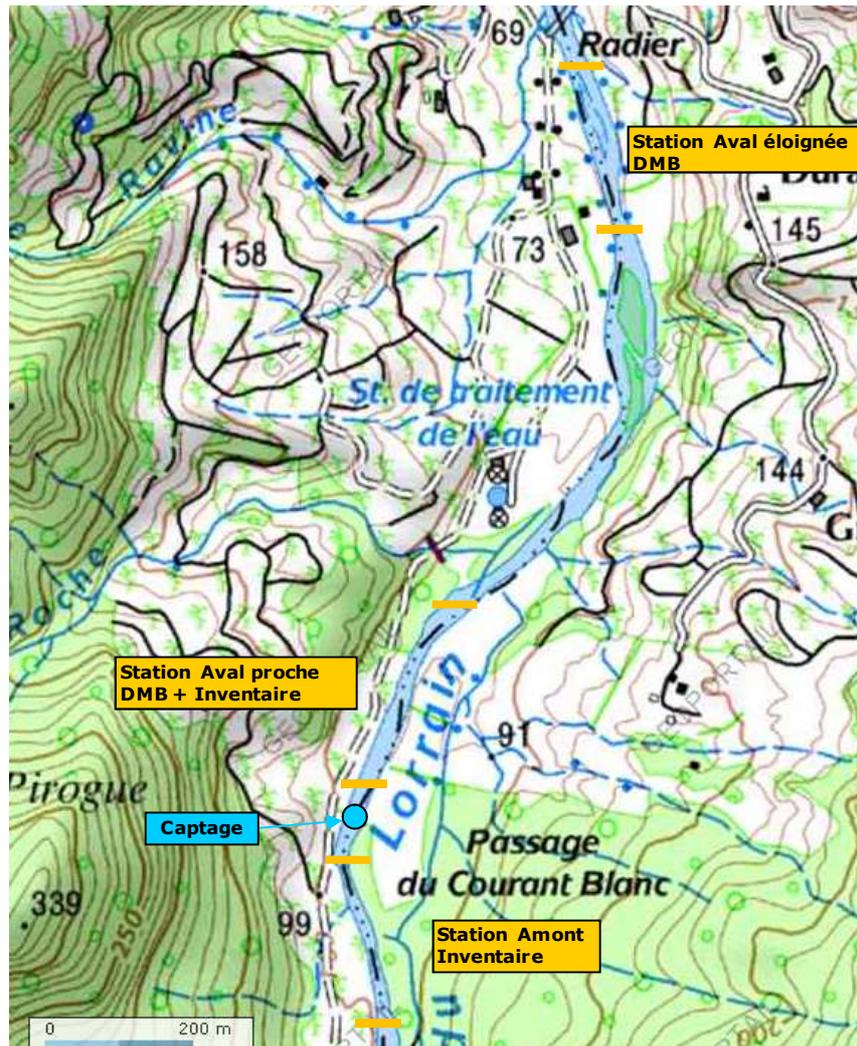
## Les stations

La station aval proche débute en limite de la zone d'influence de la prise et se termine juste avant la confluence de la ravine Grosse Roche. Au sein de la station se trouve un ancien seuil, qui crée une petite hauteur de chute en basse eaux et provoque une rupture dans la monotypie des faciès.

Une distance d'environ 600 mètres sépare la deuxième station de la première, du fait de la présence d'un affluent important en rive gauche et de trois ou quatre affluents en rive droite.

La station aval éloigné s'étend jusqu'à une centaine de mètres à l'amont du gué. La section amont de cette station commence à la confluence d'un second bras, qui était à sec en basses eaux. L'hydromorphologie de cette station est similaire à la station aval proche (largeur, substrat, une dominance du faciès rapide, tronçon rectiligne).

### Rivière du Lorrain –Prise Lorrain





		Aval proche	Aval éloignée
<b>Coordonnées géographiques (wgs84 –UTM 20)</b>	Limite Amont	709301 - 1635801	709620 - 1636521
	Limité Aval	-	-
	Longueur (m)	420	210
Basses eaux	N transects/ N points	21/91	15/95
Hautes eaux	N transects/ N points	20/99	16/102

Les valeurs de superficie de bassin versant calculées sont les suivantes (valeur SBV donnée par la DIREN et différence de SBV aux stations calculées par Asconit Consultants):

Situation	SBV (km <sup>2</sup> )
Captage	26,9
Aval éloigné	29,1

La présence de nombreux affluents entre les deux stations exige que l'on tienne particulièrement compte des différences de superficie de bassin versant entre les deux stations. Ces affluents représentent certainement un débit non négligeable qui se traduit par un facteur d'erreur important dans l'utilisation de la station aval éloignée, malgré le report à la superficie.

### Débits

Le module naturel estimé (DIREN, méthode des isolames d'eau) ainsi que le débit nominal et le débit prélevé à la prise (dossiers de Périmètres de protection, CG) sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 21 : Prise du Lorrain - Module naturel au droit du captage d'eau (DIREN) et capacité de la prise (CG).**

Superficie BV (km <sup>2</sup> )	Module (l/s)	Débit nominal (m <sup>3</sup> /j)	Débit prélevé (m <sup>3</sup> /j)
26,9	2758	4000	2826

Les débits mesurés lors des campagnes d'intervention sont présentés dans le tableau suivant. La station aval proche en basses eaux n'a fait l'objet que d'une seule mesure alors que les autres valeurs sont issues d'une moyenne de deux mesures.

**Tableau 22. Prise du Lorrain –Débits mesurés, rapport entre les débits et comparaison par rapport au module de la prise.**

	Aval proche	Aval éloigné
Débit moyen basses eaux (m <sup>3</sup> /s)	0,694	0,563
Débit moyen hautes eaux (m <sup>3</sup> /s)	2,323	2,602
Rapport	3,35	4,39
% module du débit hautes eaux	84%	94%

Un souci de cohérence est à souligner entre les débits basses eaux des deux stations, puisque le débit de l'aval est inférieur au débit de l'amont. A priori, le seul facteur explicatif de la différence serait une erreur de mesure de débit à l'aval proche, seule mesure qui n'a pas été réalisée en doublon et sur laquelle il n'y a donc pas de moyen de contrôle.

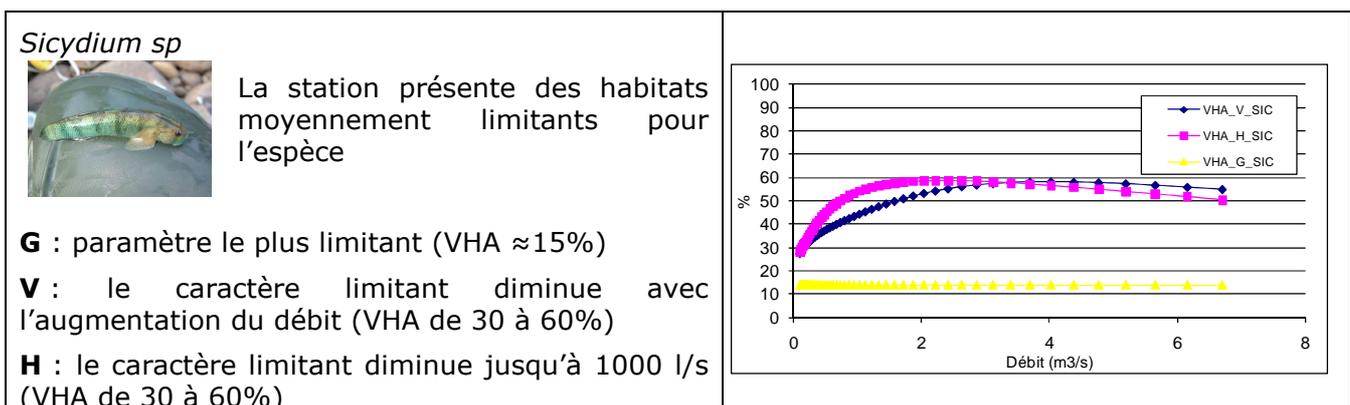
### 3.10.1. Lorrain - Station aval proche

Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval éloigné sont reportées dans le tableau suivant.

**Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval el.**

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
	0,694	0,20	13,84
	2,323	0,29	18,99
Taille du substrat (m)			
0,147			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			
0,1 -7			

#### Résultats de la modélisation



<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 1300-1400 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 620-676 L/s</p>	
<p>VPU : pas de rupture de pente</p>	
<p><i>Macrobrachium faustinum</i></p>  <p>Les habitats de la station sont relativement favorables pour cette espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈ 20%)</p> <p><b>H</b> : paramètre dont le caractère limitant diminue avec l'augmentation du débit (VHA de 45 à 70% l/s)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 90 à 20%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 1000-1100 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 570-620 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 620-670 L/s</p>	

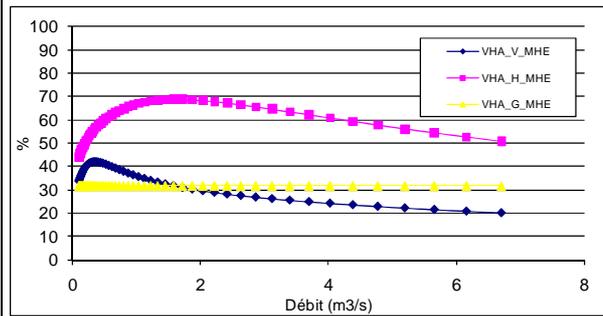
*Macrobrachium heterochirus*

Les habitat de la station sont moyennement limitants pour cette espèce.

**V** : paramètre le plus limitant. Le caractère limitant diminue en tout début d'intervalle, puis augmente (VHA de 40 à 20%)

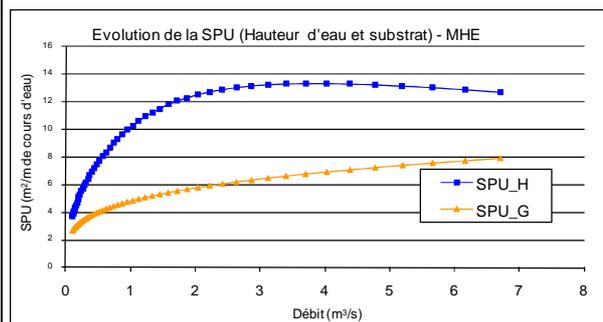
**G** : paramètre limitant (VHA  $\approx$  30%)

**H** : le caractère limitant diminue jusqu'à 1500 l/s puis augmente sur le reste de l'intervalle (VHA de 40 à 70%, puis 50%)

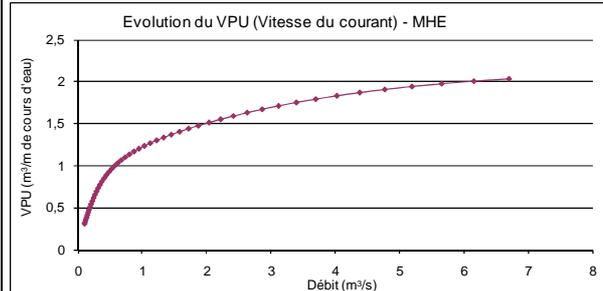


SPU H : gamme de débits "critiques" 950-1030 L/s

SPU G : gamme de débits "critiques" 620-730 L/s



VPU : gamme de débits "critiques" 800-870 l/s

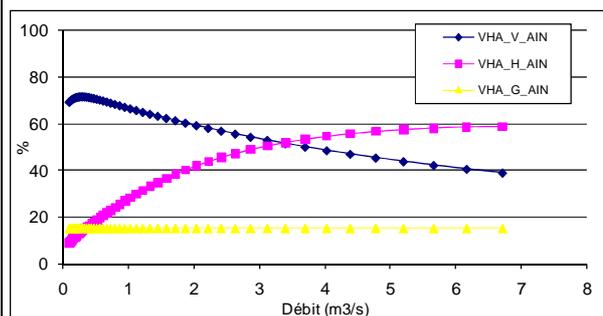
*Atya innocous*

La station offre des habitats assez limitants pour l'espèce, sauf en ce qui concerne la vitesse.

**H** : paramètre le plus limitant. Le caractère limitant diminue sur l'intervalle (VHA de 10 à 60%)

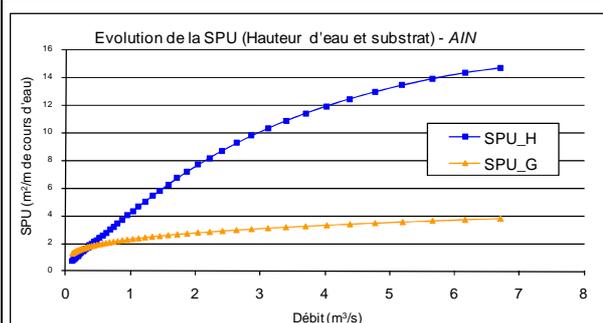
**G** : paramètre limitant (VHA  $\approx$  15%)

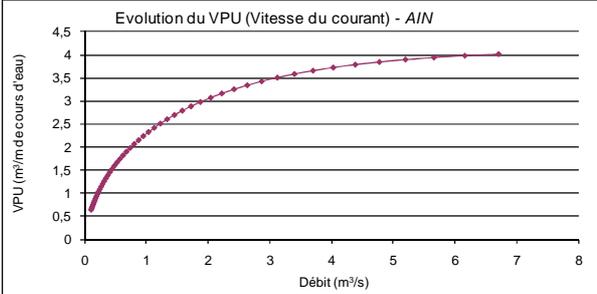
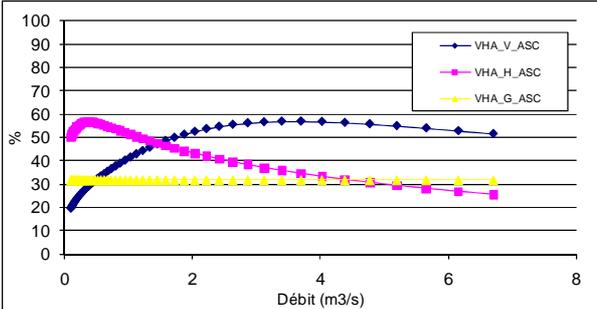
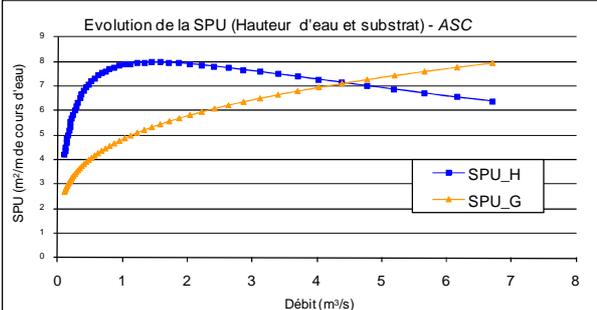
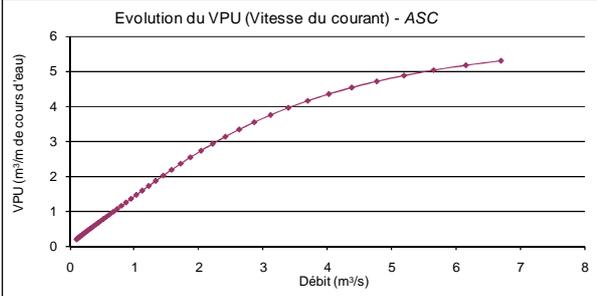
**V** : le caractère limitant augmente sur l'intervalle (VHA de 70 à 40%)



SPU H : l'allure de la courbe de permet pas de déterminer une rupture de pente

SPU G : gamme de débits "critiques" 600-730 L/s



<p>VPU : gamme de débits "critiques" 1030-1100 l/s</p>	
<p><i>Atya scabra</i></p>  <p>La station présente des habitats moyennement limitants pour cette espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA <math>\approx</math> 30%)</p> <p><b>V</b> : caractère limitant à faible débit (VHA <math>\approx</math> 20%) qui devient moins limitant avec l'augmentation du débit (VHA jusqu'à 60%).</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant augmente sur l'intervalle de modélisation (VHA de 50 à 25%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 520-570 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 620-670 L/s</p>	
<p>VPU : pas de rupture de pente, l'espèce présente un caractère très rhéophile</p>	

### Discussion

Les courbes SPU pour la hauteur d'eau obtenues pour les différentes espèces présentent le plus souvent des allures atypiques avec des ruptures de pentes à des débits très élevés. L'interprétation en terme de DMB est donc hasardeuse.

Valeurs seuils de débit en dessous desquelles la perte d'habitat est significative

#### Aval proche

<i>Sicydium</i> sp.	au moins 1300 l/s
<i>Macrobrachium faustinum</i>	entre 1000 et 1100 l/s
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	entre 950 et 1030 l/s
<i>Atya innocous</i>	entre 1030 et 1100 l/s
<i>Atya scabra</i>	au moins 670 l/s

DMB au niveau de la station

**1000-1100 l/s**

Débit Minimum Biologique

#### Prise Lorrain

DMB au niveau de la prise	% Module à la prise d'eau
<b>1000-1100 l/s</b>	<b>36-40 %</b>

A l'issue de la modélisation effectuée avec ces cinq espèces sur la station Lorrain aval proche, le DMB est donné entre 1000 et 1100 l/s soit 36-40% du module en théorie.

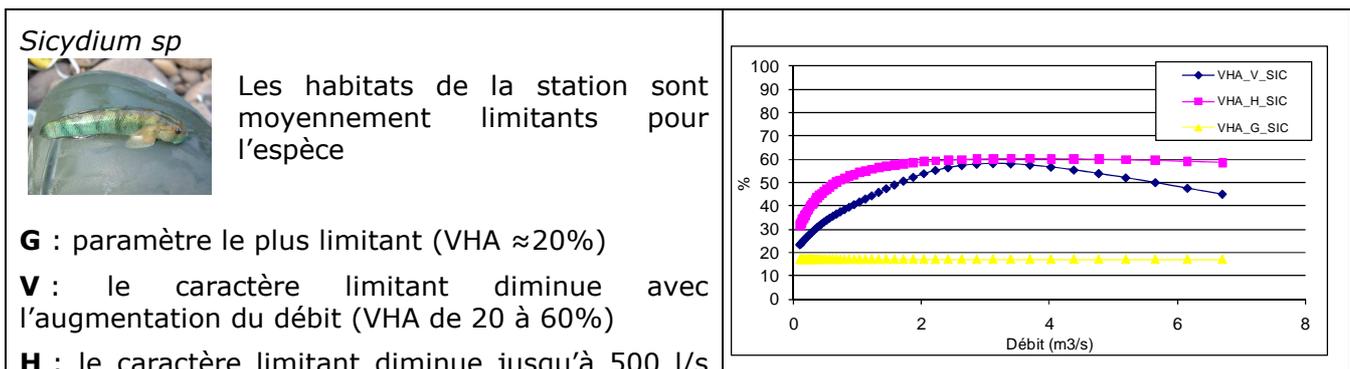
### 3.10.2. Lorrain - Station aval éloigné

Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain de la station aval éloigné sont reportées dans le tableau suivant.

#### Paramètres d'entrée du modèle Stahab – Station Aval el.

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)
	0,593	0,19	16,08
	2,602	0,27	20,42
Taille du substrat (m)			
0,155			
Gamme de modélisation (m <sup>3</sup> /s)			
0,1 -7			

#### Résultats de la modélisation



<p>(VHA de 30 à 60%)</p> <p>SPU H : gamme de débits "critiques" 870-950 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 620-730 L/s</p>	
<p>VPU : pas de rupture de pente</p>	
<p><i>Macrobrachium fastinum</i></p>  <p>La station offre des habitats relativement favorables pour cette espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈20%)</p> <p><b>H</b> : paramètre dont le caractère limitant diminue avec l'augmentation du débit (VHA de 45 à 70% l/s)</p> <p><b>V</b> : le caractère limitant augmente avec l'augmentation du débit (VHA de 90 à 20%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 800-850 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 670-730 L/s</p>	
<p>VPU : gamme de débits "critiques" 620-670 L/s</p>	

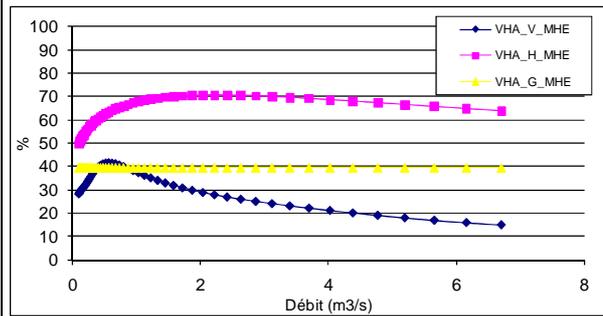
*Macrobrachium heterochirus*

Les habitats de la station sont moyennement limitants pour cette espèce.

**V** : paramètre le plus limitant. Le caractère limitant diminue en tout début d'intervalle, puis augmente (VHA de 40 à 15%)

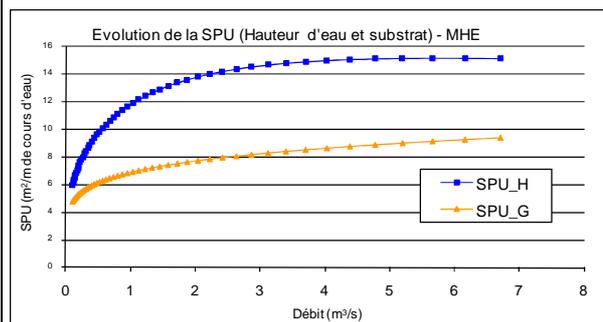
**G** : paramètre moyennement limitant (VHA  $\approx$  40%)

**H** : le caractère limitant diminue jusqu'à environ 1500 l/s (VHA de 50 à 70%)

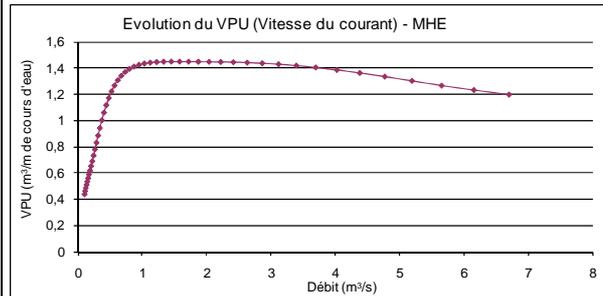


SPU H : gamme de débits "critiques" 730-800 L/s

SPU G : gamme de débits "critiques" 620-730 L/s



VPU : gamme de débits "critiques" 800 l/s

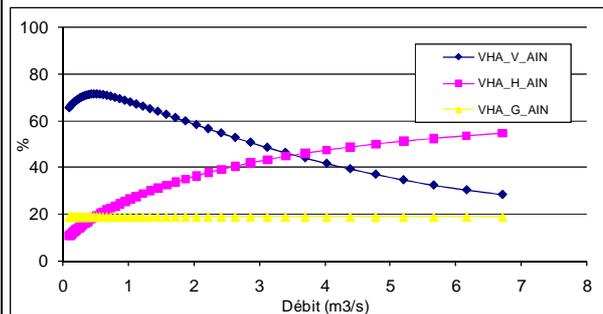
*Atya innocous*

Les habitats de la station sont assez limitants pour l'espèce, sauf en ce qui concerne la vitesse.

**G** : paramètre le plus limitant (VHA  $\approx$  20%)

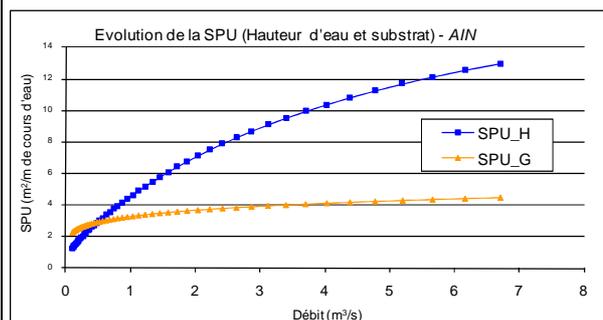
**H** : le caractère limitant diminue sur l'intervalle (VHA de 10 à 60%)

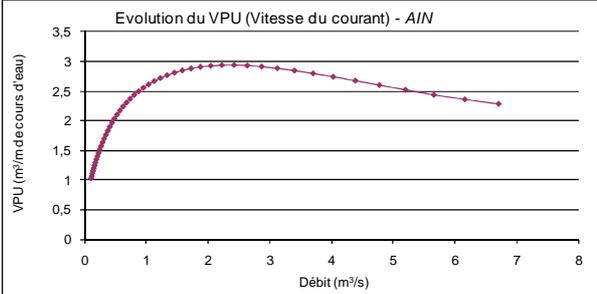
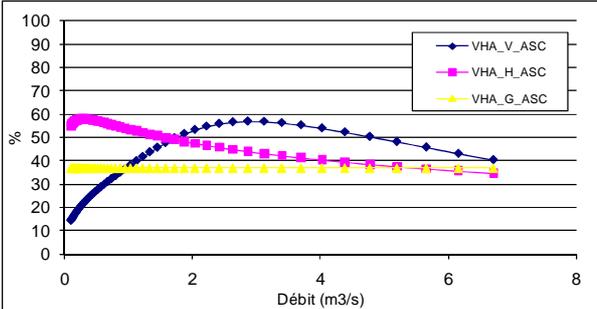
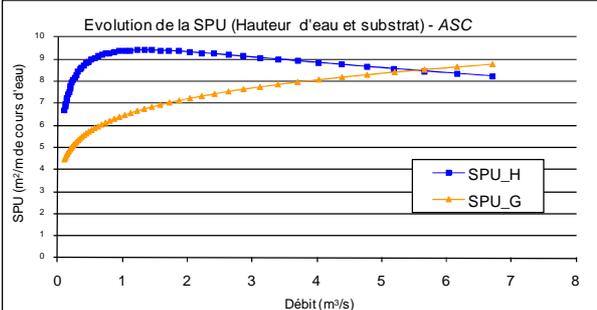
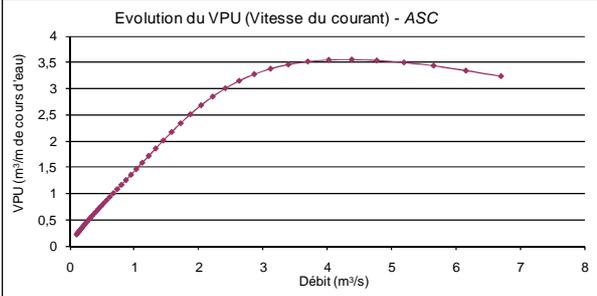
**V** : le caractère limitant augmente sur l'intervalle (VHA de 70 à 30%)



SPU H : l'allure de la courbe ne permet pas de déterminer une rupture de pente

SPU G : gamme de débits "critiques" 600-670 L/s



<p>VPU : gamme de débits "critiques" 800-850 l/s</p>	
<p><i>Atya scabra</i></p>  <p>Les habitats de la station sont moyennement limitants pour cette espèce</p> <p><b>G</b> : paramètre le plus limitant (VHA ≈40%)</p> <p><b>V</b> : caractère limitant à faible débit (VHA ≈15%) qui devient moins limitant avec l'augmentation du débit (VHA jusqu'à 60%).</p> <p><b>H</b> : le caractère limitant augmente sur l'intervalle de modélisation (VHA de 60 à 35%)</p>	
<p>SPU H : gamme de débits "critiques" 520-570 L/s</p> <p>SPU G : gamme de débits "critiques" 620-680 L/s</p>	
<p>VPU : pas de rupture de pente, l'espèce présente un caractère très rhéophile</p>	

### Discussion

L'espèce *Atya innocous* présente comme pour la première station une courbe SPU-H d'allure atypique ne permettant pas de lecture de valeur. Par contre contrairement à la première station, les autres espèces présentent pour la hauteur des résultats plus similaires aux résultats des autres paramètres.

Valeurs seuils de débit en dessous desquelles la perte d'habitat est significative

**Aval éloigné**

<i>Sicydium</i> sp.	au moins 950 l/s
<i>Macrobrachium faustinum</i>	entre 800 et 850 l/s
<i>Macrobrachium heterochirus</i>	au moins 800 l/s
<i>Atya innocous</i>	entre 800 et 850 l/s
<i>Atya scabra</i>	au moins 680 l/s

DMB au niveau de la station

**620-850 l/s**

La présence d'affluents, dont un majeur, entre la station aval éloigné et le captage oblige à appliquer la correction de surface de bassin versant sur les valeurs obtenues à la station aval éloigné. La différence est de  $26,9 \text{ km}^2 / 29,1 \text{ km}^2 = 0,92$ . La rivière du Lorrain étant une rivière à fort débit, l'apport de débit par les affluents présents entre les deux stations représente un pourcentage limité. Le taux d'erreur apporté par la correction est donc moindre, contrairement au cas de la prise rivière Blanche ODYSSI.

Débit Minimum Biologique

**Prise Lorrain**

DMB au niveau de la prise	% Module à la prise d'eau
<b>570 - 785 l/s</b>	<b>21-28 %</b>

A l'issue de la modélisation effectuée avec ces cinq espèces sur la station Lorrain aval éloigné, le DMB est donné entre 570 et 785 l/s soit 21-28% du module en théorie.

### 3.10.1. Choix des résultats pour la prise Lorrain

Le tableau suivant récapitule les conditions d'application du modèle et les résultats pour chaque station :

	Aval proche	Aval éloigné
Rapport entre les deux mesures de débits	3,35	<b>4,39</b>
Rapport entre les deux mesures de hauteur d'eau	<b>1,46</b>	1,41
Rapport entre les deux mesures de largeur en eau	<b>1,4</b>	1,3
% du module à la prise	36-40 %	21-28 %

Pour les deux stations, les rapports entre les débits des deux campagnes sont normalement suffisant pour permettre une bonne modélisation. Si l'on revient sur le fait que la mesure basses

eaux de la station aval proche est erronée et devrait être plus basse, alors le rapport serait équivalent pour les deux stations.

Pour les autres paramètres, la station aval proche est légèrement plus favorable.

Pourtant, les courbes issues de la modélisation sont atypiques en ce qui concerne le paramètre hauteur d'eau pour la station aval proche.

Les rapports entre les débits sont bons pour les deux stations avec une différence considérable entre les deux périodes de mesures. Le problème vient plutôt des faibles débits lors des mesures basses eaux, et de débit hautes eaux en deçà du module. Le débit basses eaux étant légèrement plus élevé à la station aval éloigné, il semblerait de ce fait que cette station soit moins en limite de modélisation que la station aval proche.

Les rapports entre les deux mesures de largeur en eau et de hauteur d'eau sont plus importants pour la station aval proche.

Malgré cela et compte tenu de l'allure atypique des courbes à la station aval proche, la station aval éloigné sera choisie. Cependant, les valeurs de cette station correspondent à des valeurs rapportées ce qui enlève de la précision aux résultats.

**En conclusion, il est choisi de fixer le débit minimum biologique du captage Lorrain de la rivière Lorrain à 785 l/s soit 28 % du module.**

# 4. Conclusions et préconisations

Les prises Morestin, Urion, Duclos, Dumauzé, Blanche ODYSSI, Blanche SICSM, Galion confluence et Lorrain ont été étudiées de manière à définir les Débits Minimums Biologiques (DMB) à conserver en aval du captage afin de garantir le maintien de la vie aquatique (Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques du 30 décembre 2006). Ces prises présentant des caractéristiques variées, leur étude a également permis de faire un point sur les différentes situations de captages qui peuvent être rencontrées au niveau de l'île afin d'élaborer un « Guide Méthodologique pour la définition des Débits Minimum Biologiques ».

## 4.1. Les règles de décision

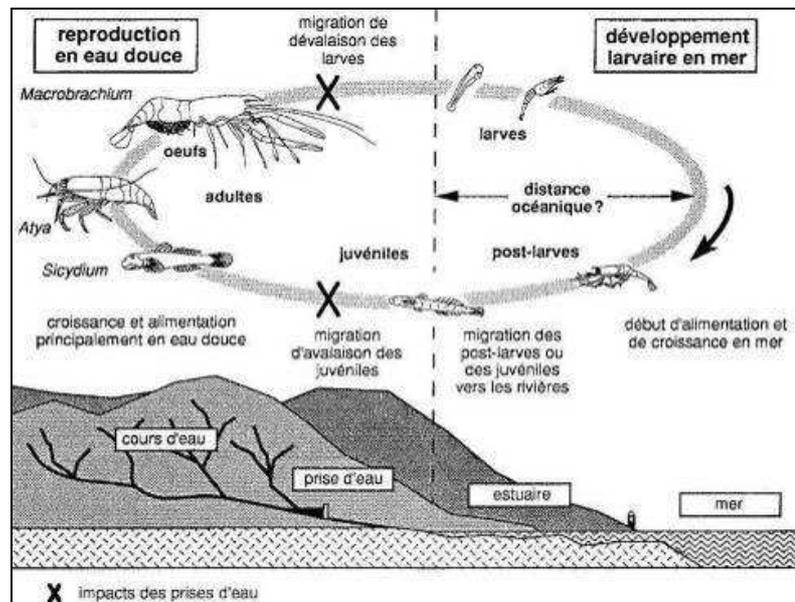
### 4.1.1. Rappel sur la biologie des espèces

En raison du caractère insulaire des zones tropicales étudiées (Guadeloupe, Martinique, Réunion..), toutes les espèces de poissons et de crustacés présentes dans les cours d'eau sont capables à divers degrés de supporter les eaux saumâtres. La majorité se caractérise par un cycle de vie **diadrome**, c'est-à-dire que l'espèce va coloniser à un moment de sa vie le milieu estuarien ou marin.

Les crevettes seraient **amphidromes** : les adultes vivent et se reproduisent en eau douce mais les larves grandissent en eau saumâtre ou salée. Les crevettes portent leurs œufs jusqu'à l'éclosion qui a lieu en eau douce. Les femelles ovigères de certaines espèces de crevettes (*Macrobrachium*) entreprendraient une migration de dévalaison pour rapprocher les larves à naître de leur milieu de croissance (estuaire). Dès l'éclosion, les larves effectuent leur migration de dévalaison très rapidement. Les cycles larvaires s'effectuent le plus souvent en zone estuarienne durant une période variable. Les juvéniles entament une migration vers l'amont notamment à l'occasion des périodes de crues qui créent un débit d'attrait favorable. C'est donc en période de hautes eaux (hivernage) qu'on observe le maximum de post-larves en montaison. La colonisation des cours d'eau se fait ensuite à la faveur de la disponibilité d'habitat, de l'adaptation physiologique au type de milieu (faciès lents ou rapides et capacités de franchissement) et de la concurrence ou prédation inter ou intra espèces.

Quand aux poissons, ils ont un cycle soit catadrome (reproduction en mer et vie en eau douce), ce qui est le cas de l'anguille et du mulot, soit amphidrome pour l'ensemble des autres espèces.

Le cycle de vie des espèces amphidromes est représenté dans le schéma suivant. La migration vers l'aval au stade de larve dure entre 3 et 8 jours (en fonction de la distance à parcourir). La transformation de la larve en juvénile en milieu saumâtre-salé va durer entre 2 et 5 mois. Puis les juvéniles remontent à un rythme qui dépend des obstacles à franchir, de la morphologie de la rivière et des conditions d'alimentation.



La migration de dévalaison des différents types de larves peut être mise en danger par divers facteurs, tels que les prises d'eau dans lesquelles les larves sont aspirées et les basses eaux en période de carême qui sont amplifiées par des prélèvements d'eau excessifs. Le contingent de larves rejoignant leur milieu de croissance à l'aval des bassins versants se trouve ainsi largement réduite (Benstead *et al.*, 2000). La remontée en rivière des larves coïnciderait, selon Benstead *et al* (2000) et Fiévet *et al* (2000), à des pics d'augmentation du débit de la rivière. Les périodes de crues sont donc plus favorables. Pour les *Sicydium*, les juvéniles remontent en groupe très rapidement jusqu'aux espaces dénués de prédateurs en amont des chutes (Keith, 2003).

La **distribution altitudinale naturelle des espèces** est notamment influencée par le stade de développement des poissons et des crustacés et leur capacité de franchissement des obstacles naturels. Les stades larvaires se déroulent essentiellement en mer ou en estuaire, les post-larves et les juvéniles remontant ensuite repeuplant ensuite les cours d'eau. La richesse spécifique est alors maximale à basse altitude ; elle décroît vers l'amont, certaines espèces ne pouvant pas franchir certains obstacles à la migration (cascade, chute d'eau) ou ne bénéficiant pas de conditions de vie adéquates (vitesses de courant trop rapides). Ainsi, les espèces du genre *Sicydium* et *Atya innocous* sont souvent les deux taxons dominants en tête de bassin tandis que les autres espèces sont bloquées par les obstacles.

Concernant plus particulièrement les espèces cibles utilisées pour les calculs de DMB :

- **Le poisson *Sicydium*** : les œufs sont pondus en rivière et dès l'éclosion, les larves sont entraînées vers la mer. Le développement larvaire a lieu en milieu estuarien et marin pendant 2 à 4 mois. La phase de retour des juvéniles de la mer vers les rivières serait favorisée par l'attrait de l'eau douce aux embouchures et se réaliserait donc plus favorablement en période de crue. La colonisation des rivières vers l'amont se fait aisément pour cette espèce à forte capacité de franchissement, à condition qu'il existe un débit d'attrait au niveau des obstacles majeurs.
- **Les crustacés *Macrobrachium*** : les femelles ovigères appartenant à ce genre semblent migrer vers l'aval des cours d'eau avant de pondre. A l'éclosion, les larves parviennent ainsi plus facilement à leur lieu de croissance.
- **Les crustacés *Atya*** : contrairement au genre précédent, ces crevettes ne se déplaceraient pas pour pondre. Les juvéniles, une fois leur croissance en eau saumâtre terminée, vont entreprendre la montaison des cours d'eau. Ce genre, très adapté au franchissement des obstacles, va se retrouver jusqu'aux zones de tête de bassin versant.

## **4.1.2. Rappel des effets prévisibles des captages**

**En modifiant les conditions hydrauliques**, les prises d'eau situées sur les cours d'eau sont susceptibles de **perturber les habitats naturels des peuplements aquatiques mais également les phases de dévalaison et de montaison**, indispensables à l'accomplissement de leur cycle biologique. Les effets de barrage peuvent donc être envisagés à l'aval comme à l'amont.

Dans le cas d'un ouvrage équipé d'un dispositif de franchissement, les risques pour la faune sont la réduction du débit d'attrait, la sélectivité des dispositifs de franchissement, les pertes d'habitats et la mortalité larvaire par entraînement dans les conduites forcées. Ce constat a d'ailleurs été réalisé sur plusieurs barrages de Guadeloupe.

Le contrôle de Fiévet (1999) de l'impact de l'installation d'un barrage de prise d'eau en Guadeloupe a mis en évidence des changements faunistiques induits par la construction, tant en aval qu'en amont des ouvrages.

**La gestion des prélèvements doit donc être étudiée de manière à maintenir un débit suffisant sur le linéaire compris entre le seuil de prise d'eau et l'embouchure, afin de préserver l'habitat et permettre aux œufs d'atteindre l'océan puis aux larves de coloniser les rivières. De même, il importe de s'assurer que les zones saumâtres présentent un débit suffisant sur le linéaire, afin de créer un débit d'attrait pour l'engagement de la montaison des juvéniles au niveau des embouchures.**

## **4.1.3. Le maintien d'un débit minimum**

Le débit minimum biologique (DMB) est le débit à conserver en aval de la prise d'eau afin de garantir le maintien de la vie aquatique. Son estimation consiste à évaluer la « quantité » d'habitats aquatiques disponibles en fonction du débit (modélisation hydraulique), et à évaluer une capacité d'accueil potentielle pour la faune aquatique au moyen de modèles biologiques traduisant les relations entre la présence d'une espèce et les caractéristiques de son habitat. **L'objectif est d'apprécier les contraintes subies par les peuplements aquatiques (poissons et macrocrustacés) à différents débits à partir de l'habitat potentiel estimé.**

Il convient de rappeler **que le DMB n'est qu'un des éléments à prendre en compte pour la définition d'un débit réservé.** Ce dernier devant aussi intégrer d'autres paramètres, notamment la présence d'éventuels d'autres usages, le régime hydrologique du cours d'eau et les cycles biologiques des espèces.

## **4.1.4. Le maintien de la continuité biologique**

L'objectif du rétablissement/maintien de la continuité biologique au sein d'un cours d'eau est de permettre aux différentes espèces présentes, en particulier de poissons et de macrocrustacés, de réaliser dans de bonnes conditions la totalité de leur cycle biologique.

Dans le cadre de la mise en place d'un débit réservé, **des solutions combinées peuvent faciliter la préservation de la continuité hydraulique :**

- Le maintien d'un **débit suffisamment important** pour garantir un habitat suffisant et diversifié ;
- **L'équipement des obstacles** artificiels : à la montaison comme à la dévalaison pour permettre la migration des larves, des juvéniles voire des adultes. Les passes à poissons fonctionnent généralement à la montaison des juvéniles et adultes et non à la dévalaison des larves. En période de crues importantes, les prises d'eau ne créent pas à priori d'obstacle à la dévalaison. Pour des débits moindres, il est nécessaire de s'interroger sur les conditions de franchissement pour les larves de l'amont vers l'aval, d'autant plus que les débits prélevés seront importants en regard du débit naturel ;
- La modulation de la valeur du débit réservé en fonction de la biologie des espèces piscicoles afin d'assurer **la continuité hydraulique** jusqu'à la mer **lors des périodes propices à leur migration** :
  - o porter une attention particulière au maintien de la continuité hydraulique, en particulier en période basses eaux (maintien des possibilités de migrations), et assurer un niveau d'eau suffisant au niveau des zones de reproduction proches des embouchures. ;
  - o définir des modalités de fonctionnement favorisant la dévalaison des œufs et des larves. Peuvent être testés et vérifiés la restitution de l'eau non prélevée en sortie des dégraveurs (vanne de chasse) ou une évacuation d'eau par surverse ;

## 4.2. DMB de crise

La Martinique se trouve régulièrement en condition de déficit hydrique (en période de carême) entraînant une forte sollicitation de la ressource en lien avec les besoins humains : AEP et irrigation principalement. Dans un strict maintien des activités humaines et des obligations sanitaires, les pouvoirs publics ont défini le principe de primauté de la satisfaction de ces besoins face au maintien du fonctionnement des milieux aquatiques. Les débits minimums biologiques doivent néanmoins être assurés autant que possible. Cependant, en périodes de crise sévère, ces DMB peuvent se voir remplacer au profit de DMB dits « de crise » qui sont définis pour chaque prise étudiée à ce jour en fonction de critères d'usage et de connaissance des milieux. Ces différentes contraintes et les débits calculés sur cette base sont présentés dans le tableau suivant.

Dans l'état actuel des choses où certaines prises se voient obligées, en carême, de prélever la totalité du débit entrant (arrivant au niveau de la prise) pour satisfaire à la demande AEP, l'application d'un DMB normal n'est pas envisageable. La mise en place d'un DMB de crise s'impose comme une mesure nécessaire et intermédiaire qui permettra aux exploitants de prises d'eau de prélever une partie de la ressource, même si ce prélèvement reste bien en deçà du rendement de la prise en période de carême, tout en maintenant un léger apport d'eau à l'aval de la prise. Cet apport est insuffisant vis-à-vis des besoins des espèces mais vaut mieux qu'une chute grave des débits, voire un assèchement, à l'aval de la prise.

Le DMB de crise, représente un débit laissé à l'aval de la prise qui sera moindre que la valeur de DMB définie pour la situation générale et, à priori, la seule susceptible de garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage (article L214-18 du Code de l'Environnement). Ce sera donc une valeur pénalisante pour les espèces aquatiques, puisqu'inférieure au débit correspondant au minimum à leurs préférences d'habitats.

Ainsi, le DMB de crise sera défini en fonction de deux contraintes :

- d'abord la contrainte AEP (alimentation en eau potable), usage prioritaire par excellence, qui va motiver la définition du DMB de crise ;
- puis la contrainte habitat des espèces, qui « s'opposera » à l'abaissement de la valeur de débit minimum biologique. Cette contrainte habitat s'évalue sur la base de quatre critères qui vont influencer l'habitat des espèces, leurs déplacements et l'état des populations. Il s'agit de

la hauteur de chute du seuil lié à la prise d'eau, le degré de fractionnement/cloisonnement du fait de la présence de gués ou de seuils, la présence de prélèvements à l'aval du captage et les volumes associés, et enfin la qualité de l'eau.

Chacune des contraintes se voit attribuer une note, qui sera unique pour la contrainte AEP et qui sera, pour la contrainte habitat, la somme des notes des quatre critères pris en compte.

Ainsi on aura :

- pour la contrainte AEP : des notes qui s'échelonnent de la valeur 1, correspondant à un faible rôle stratégique de la prise dans l'alimentation en eau potable et/ou peu de pression sur la prise en période de carême, à la valeur 4 pour une position stratégique de la prise pour l'AEP et une forte perte de rendement en période de carême. Pour cette contrainte AEP, plus la note est élevée et plus il y aura « d'intérêt » à passer en DMB de crise afin de satisfaire l'usage ;
- -pour la contrainte habitat : des notes qui peuvent varier de 4 à 16. A l'inverse de la contrainte AEP, la note faible correspond à un habitat susceptible de devenir rapidement défavorable pour les espèces en place avec la réduction du débit, alors que les notes élevées traduisent un habitat plus favorable, i.e. moins pénalisant lorsque le débit diminue.

L'opposition des deux notes s'explique du fait que la contrainte habitat jouera en faveur du maintien d'un DMB le plus élevé possible afin de maintenir des conditions de développement/déplacement favorables aux espèces, alors que la contrainte AEP ira dans le sens de la baisse du DMB pour répondre aux besoins de cet usage prioritaire.

Les notes sont ensuite codifiées en quatre classes de couleur. Pour la contrainte habitat, les classes traduisent en fait les possibilités de baisse du débit en regard des contraintes (potentielles) que cela génère vis-à-vis des pressions (ou contraintes) déjà existantes au niveau de la prise : entrave à la libre circulation des organismes au niveau des autres seuils/gués présents à l'aval de la prise d'eau et dont la franchissabilité est directement corrélée avec le débit, etc.. Pour la contrainte AEP, les classes correspondent au niveau d'intérêt de baisse du débit minimum afin de satisfaire l'usage.

Les classes sont les suivantes :

<b>Contrainte habitat:</b> possibilité de baisse du débit en regard des contraintes générées			<b>Contrainte AEP:</b> intérêt de réduction du débit minimum afin de satisfaire l'usage		
Possibilité très faible	<b>4-7</b>			<b>1</b>	Intérêt très faible
Possibilité faible	<b>8-10</b>			<b>2</b>	Intérêt faible
Possibilité moyenne	<b>11-13</b>			<b>3</b>	Intérêt moyen
Possibilité forte	<b>14-16</b>			<b>4</b>	Intérêt fort

Une lecture combinée des codes couleur des deux contraintes permettra d'apporter une expertise sur la possibilité et l'intérêt de mettre ou non en place un débit de crise.

Par exemple, pour un résultat du type de celui du tableau présenté ci-après, il est préconisé la recherche d'une ressource de substitution car la mise en place d'un DMB de crise est difficile puisqu'il y a un fort antagonisme entre un usage prioritaire et un cours d'eau très sensible à la réduction de débit.

<b>DMB de crise</b>	Possibilité de baisse du débit (contrainte habitat)	Intérêt de baisse du débit (contrainte AEP)
	Possibilité très faible	Intérêt fort

Dans le cas où un débit de crise est envisageable, ce débit devra être défini sur la base

- du DMB donné par modélisation en tenant compte de la note attribuée à chacune des contraintes, qui sont le reflet des pressions existantes.
- de l'existence de prélèvements entre le captage et un affluent,

- de la présence de gués.

**Le débit de crise sera mis en application à partir d'un débit correspondant à la valeur haute de l'intervalle de DMB défini, ajoutée du volume maximal de prélèvement défini pour la prise.**

Il sera également primordial d'**avoir une vision claire des chroniques de débits interannuelles** pour connaître exactement les caractéristiques de la ressource en eau et l'historique de sous production **au point de prélèvement**. A cette fin une métrologie stricte doit être mise en œuvre, ce qui n'est pas le cas actuellement sur une grande partie des ouvrages.

Un tel chantier permettra assez rapidement d'affiner le constat des contraintes menant à **définir la durée d'application du DMB** de crise et de **moduler leur valeur en fonction d'indicateurs d'alerte** (qu'ils soient hydrologique ou biologiques).

**Tableau 23. Détermination du DMB de crise pour les prises étudiées**

Rivière	Prise	Type cours d'eau	Contraintes habitat note: 1 = fort, 4= faible				Contrainte habitat globale	Contrainte AEP	Potentiel / nécessité de baisse du DMB	Débit entrant de début d'application (l/s)	Informations complémentaires		
			Hauteur de chute	Habitat fractionné (gués et seuils)	Prélèvement aval (agricole, AEP)	Pression de qualité de l'eau	Possibilité de baisse du débit (contrainte habitat)	Intérêt de baisse du débit (contrainte AEP)			Module (l/s)	DMB défini (l/s)	Volume maximal prélevé (l/s)
Madame	Morestin	Torrentiel	2	4	4	4	14	1	Prise d'eau qui semble pouvoir supporter des prélèvements supplémentaires alors que les usages actuels sont limités/non stratégiques	44	203	37	7,4
Picard	Urion	Torrentiel	3	4	2	4	13	4	Possibilité de mise en place d'un DMB de crise : usage prioritaire et possibilité de baisser le DMB sans trop de contrainte supplémentaire pour le milieu naturel	31	76	14	17
Duclos	Duclos	Torrentiel	1	4	4	4	13	4	Possibilité de mise en place d'un DMB de crise : usage prioritaire et possibilité de baisser le DMB sans trop de contrainte supplémentaire pour le milieu naturel	130	539	30	100
Dumauzé	Dumauzé	Torrentiel	1	3	3	2	9	4	La mise en place d'un DMB de crise s'accompagnerait de contraintes relativement fortes pour le milieu	200	529	100	100
Blanche ODYSSI	ODYSSI	Large	3	2	1	2	8	4	La mise en place d'un DMB de crise s'accompagnerait de contraintes relativement fortes pour le milieu	773	1250	320	453
Blanche SICSM	SICSM	Large	2	1	1	1	5	4	Fort antagonisme entre un usage prioritaire et un cours d'eau très sensible à la réduction de débit. Mériterait la recherche d'une ressource de substitution complémentaire	832	1900	300	532
Galion	Confluence	Torrentiel	4	3	3	2	12	3	Possibilité de mise en place d'un DMB de crise sans trop de contrainte supplémentaire pour le milieu naturel, même si l'usage AEP n'apparaît pas prioritaire (ressource de substitution ?)	132	400	88	44
Lorrain	Lorrain	Large	3	3	3	3	12	2	Prise d'eau qui semble pouvoir supporter des prélèvements supplémentaires (limités) même si les usages actuels semblent limités	883	2758	850	33

**Contrainte habitat:** possibilité de baisse du débit en regard des contraintes générées

Possibilité très faible

4-7

Possibilité faible

8-10

Possibilité moyenne

11-13

Possibilité forte

14-16

**Contrainte AEP:** intérêt de réduction du débit minimum afin de satisfaire l'usage

1

Intérêt très faible

2

Intérêt faible

3

Intérêt moyen

4

Intérêt fort

## 4.3. Aménagements prises

### 4.3.1. Proposition et recommandations techniques pour la Martinique

#### 4.3.1.1. Le cas de la migration de dévalaison

Le cycle biologique des espèces amphidromes implique un développement larvaire en estuaire ou en mer. La continuité de la reproduction au cours de l'année implique que les obstacles soient en permanence franchissables par les larves comme par les juvéniles. **La migration de dévalaison ne nécessite aucun dispositif particulier si de l'eau n'est pas prélevée durant les heures de dérive maximale des larves** (les premières heures après le coucher du soleil d'après Benstead et al. 1999).

Pour les prises d'eau en continu, les larves étant attirées par la lumière, des dispositifs lumineux peuvent être utilisés pour diriger les larves vers les dispositifs délivrant le débit réservé au détriment des conduites forcées (munies de grilles à plaque perforée voire de fentes). Par contre, les juvéniles et les adultes fuient la lumière (Lee et Fieder, 1979 ; Fiévet, 1999). Aussi en cas d'éclairage, il paraît indispensable que le système de prélèvement d'eau et le système de livraison du débit réservé soient suffisamment éloignés l'un de l'autre. Ils pourront par exemple être installés de part et d'autre de la rivière. La rive correspondant au système de livraison du débit réservé pourra être éclairée en amont du barrage pour attirer les larves suffisamment tôt et éviter ainsi une gêne à la migration de dévalaison.

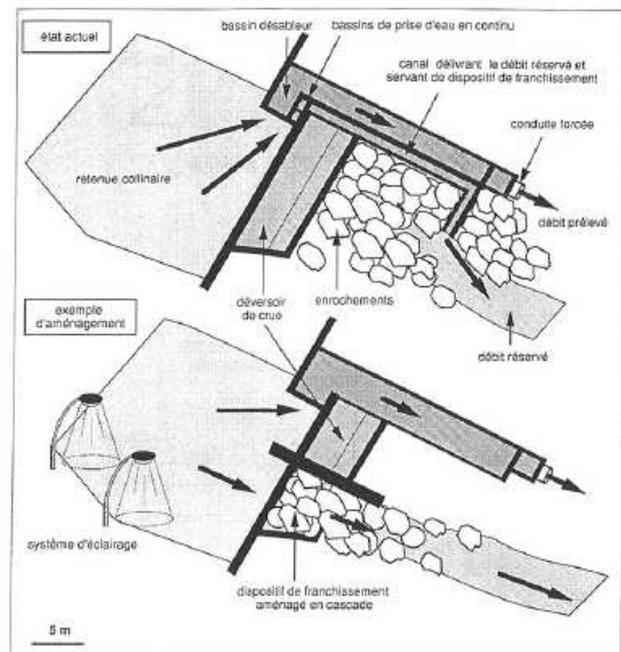


Figure 5

Vue aérienne simplifiée du dispositif de prélèvement d'eau existant à 150 m d'altitude sur la rivière Bananier, Guadeloupe (schéma du haut), et proposition d'aménagement (schéma du bas). Le canal délivrant le débit réservé est supposé permettre le franchissement de l'ouvrage par les individus en migration d'avalaison. Ce canal étant alimenté par des bassins de prise d'eau en continu via des orifices noyés, le dispositif est peu adapté à l'escalade des crevettes et des poissons (FIÉVET, 2000). Un aménagement plus rustique sous forme de cascade le remplacerait avantageusement. En outre aucun dispositif n'évite l'entraînement des larves en dérive dans la conduite forcée. Un système d'éclairage permettrait d'utiliser la phototaxie positive des larves pour les diriger vers le débit réservé transitant par le dispositif de franchissements plutôt que vers le débit prélevé.

De manière opérationnelle, il est donc souhaitable de :

- **Ne pas prélever sur l'intégralité de la largeur de la rivière** en laissant des plaques pleines préférentiellement en berge,

- Installer **des grilles à plaques perforées** ((vide de 1,5 mm) qui limitent le prélèvement des larves et ne laissent pas passer les juvéniles ou adultes contrairement aux fentes,
- **Eviter de prélever en période crépusculaire et première partie de nuit** (créneau 17h-23h),



### 4.3.1.2. La migration de montaison

Les potentialités d'escalade des juvéniles de crevettes et de Sicydium peuvent être mises à profit pour permettre le libre franchissement des obstacles (Fiévet, 2000).

Principe de base : le rhéotactisme positif (attraction par le courant) des juvéniles les dirige naturellement vers les dispositifs de franchissement si les débits s'écoulant vers l'aval sont suffisants. De nombreux juvéniles sont observés en escalade sur les parois des barrages sur des zones humidifiées. Les Sicydium mettent par exemple à profit leur adhésivité (ventouse) pour escalader hors de l'eau les obstacles.

Ce rhéotactisme positif est conservé dans une certaine mesure chez les adultes mais les possibilités d'escalade de parois verticales sont très faibles à nulles.

Certaines règles doivent être néanmoins respectées :

1. L'escalade se fait toujours près d'un écoulement d'eau,
2. Un seul point infranchissable suffit pour que les dispositifs de franchissement soient inopérant,
3. Les orifices noyés servant à réguler les débits constituent des zones de forts courants difficilement franchissables par les crevettes,

De manière opérationnelle il est donc souhaitable de :

- **Conserver un débit d'attrait**, donc un débit réservé, suffisant au niveau de la passe,
- **Limiter les chutes verticales**,
- **Préférer des pans inclinés** et des enrochements percolés (1V/1,5H),
- **Assurer une rugosité maximale** sur les pans bétonnés : béton rainuré, implantation de rocher et galets,
- Asseoir la passe, et plus généralement l'ouvrage constituant le barrage, sur le substrat naturel au pied et éviter son exondation en période d'étiage (**bannir les passes « perchées »** par déchaussement),
- Pour les seuils et barrages à chute importante il est donc intéressant **d'envisager une passe de type « passe à**

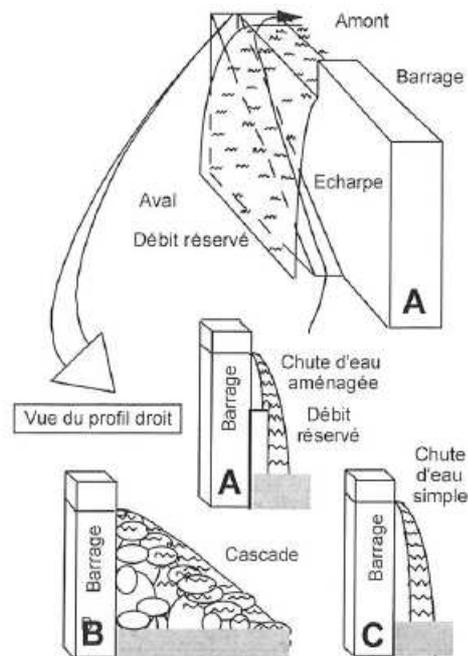


Figure 6

Proposition de dispositifs de franchissements des barrages de faible hauteur par les crevettes et les poissons amphidromes des Antilles. Une passe en écharpe (A) ou une passe aménagée en cascade (B) permettant le passage des plus grands individus seraient a priori moins sélectives qu'une simple chute d'eau (C) ne pouvant être franchie (par escalade) que par de petits individus.

**écharpe** » qui assurent la libre circulation des grands comme des petits individus,

- Pour les seuils et barrages à chute modérée (inférieure 1 mètre), ou à pan incliné, la mise en place en berge **d'un cône d'enrochements percolés** ou sur une partie de la largeur du pan incliné est privilégiée,

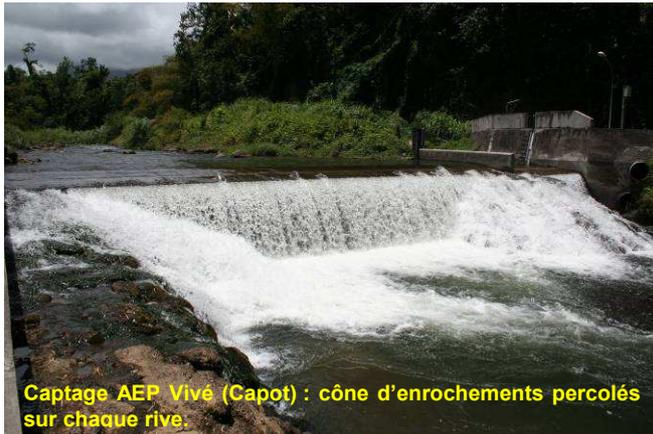
Pour chaque prise, **des solutions individuelles qui doivent être développées.**



Prise d'eau de Duslos : ouvrage « perché » avec chute verticale : très forte perturbation du milieu.



Maintien d'un débit réservé (en rive gauche) sur la Lézarde Prise Directoire. Mais chute verticale.



Captage AEP Vive (Capot) : cône d'enrochements percolés sur chaque rive.



Prise d'eau du Lorrain : pan incliné avec implantation de rocher.

### 4.3.1.3. Entretien des systèmes

Les types de passes exposés auparavant sont principalement intégrés dans la « masse » de l'ouvrage : pour les enrochements percolés comme pour la passe en écharpe, aucun entretien n'est nécessaire étant donné qu'ils sont inondés la majeure partie du temps.

Par contre, comme il a été expliqué auparavant, il faut impérativement que les pieds des seuils ou barrages soient en continuité avec le substrat de la rivière sur au moins une partie de la largeur du seuil. C'est pourquoi, lors des inspections des passes il peut être opportun de vérifier ce point et d'agir en ajoutant des enrochements solidarisés ou non.

## 4.3.2. Hiérarchisation des prises d'eau pour l'installation d'une passe à poisson

Sur la base de ces éléments et des constats sur les peuplements, les captages ont été hiérarchisés en fonction de l'opportunité de la mise en place d'une passe à faune.

**Tableau 24 :** Hiérarchisation des captages martiniquais pour la mise en place d'ouvrage de franchissement

Captage	Impact sur les milieux	Intérêt d'une passe	Type d'ouvrage de référence
Dumauzé	Fort	Fort	Passe en écharpe à débit réservé
Duclos	Fort	Fort	Passe en écharpe à débit réservé
Lézarde	Fort	Fort	Passe en écharpe à débit réservé
Bras Gommier (Galion)	A déterminer	Fort	Passe en écharpe à débit réservé
Rivière Blanche (Prise SICSM)	Fort	Moyen	Enrochements percolé de pied avec maintien d'un débit réservé
Rivière Blanche (Prise ODYSSI)	Faible	Moyen	Enrochements percolé de pied avec maintien d'un débit réservé, plaque perforée
Pécoul	A déterminer	Faible	A déterminer
Madame (Prise Morestin)	Faible	Faible	Rétablissement du pied de l'ouvrage
Picard (Prise Urion)	Fort	Faible	Rugosité du plan incliné
Capot	Moyen	Aucun	-
Lorrain	Moyen	Aucun	-
Galion Confluence	Fort	Aucun	-

## 4.4. Conclusions pour les prises étudiées

---

### 4.4.1. Prises sur cours d'eau torrentiels : *Morestin et Urion*

#### Rivière Madame –Prise Morestin

##### Contexte

Prise située sur un cours d'eau de la zone Nord Caraïbes à écoulement torrentiel. De nombreux embâcles sont présents dans le lit, la granulométrie se compose de gros blocs de diamètre supérieur à 1m. Le captage se situe à une altitude de 390 m. La rivière Roxelane dans laquelle se jette la rivière Madame, comporte un petit nombre d'ouvrages faisant obstacle au déplacement des organismes aquatiques et les pompages à usage agricole sont limités. Ces éléments affectent peu le DMB à définir puisqu'entre les pompages agricoles et le captage, l'apport d'eau par divers affluents est important.

La principale contrainte constitue les basses eaux, qui peuvent être sévères, étant donné d'une part la position en tête de bassin versant et d'autre la granulométrie qui favorise les sous-écoulements.

La prise a une hauteur totale de 2,5 m et une hauteur verticale de 0,5 m. Elle est utilisée uniquement lorsque les autres prises du réseau ne peuvent survenir aux besoins.

Les valeurs de débits mesurées aux deux campagnes sont faibles et n'englobent pas la valeur de module. Une extrapolation doit être alors faite en dehors de la gamme délimitée par les deux débits de façon à réaliser une modélisation qui comprend la valeur du module.

Sur ce type de cours d'eau où les hautes eaux sont subites, souvent de grande ampleur et peu étendues dans le temps, il est difficile d'intervenir au moment adéquat. L'équipement de la prise avec un limnimètre permettrait de contrôler l'évolution des débits.

##### Etat de la faune aquatique

Les peuplements sont relativement proches de l'amont vers l'aval sur l'ensemble des critères : richesse taxonomique, répartition des familles en proportion relative, densité et biomasse.

Le seul impact quantifiable est la plus faible présence (en densité et biomasse) à l'amont. Ceci reste cependant relativement limité (perte de 20% maximale sur la densité de crustacés à l'amont).

### Contraintes et DMB de crise

L'analyse ci-dessus ainsi que celle réalisée en début de rapport permettent de donner des notes (principe décrit au § 4.2) aux différents critères de la contrainte habitat et de la contrainte usage AEP :

Contrainte habitat	Hauteur de chute	2
	Habitat fractionné (gués et seuils)	4
	Prélèvement aval (agricole, AEP)	4
Contrainte AEP	Pression de qualité de l'eau	1

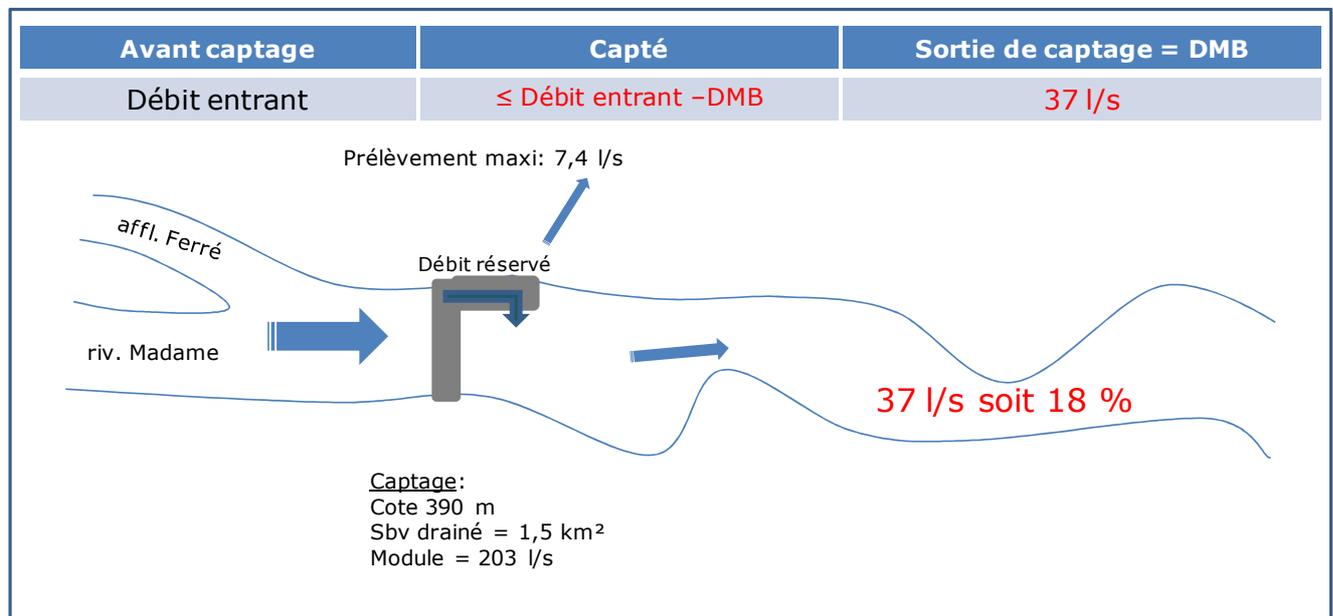
En fonction de ces notes, la prise Morestin semble pouvoir supporter des prélèvements supplémentaires alors que les usages actuels sont limités/non stratégiques.

### Aménagements souhaitables

Cette prise a subi un déchaussement important. Il serait donc utile de conforter le pied par des enrochements (même de petite taille étant donné la difficulté d'accès) percolés. De même le pan incliné pourrait être couvert de blocs coulés dans la masse afin de diversifier les écoulements et créer des zones d'abris lors du franchissement. La restitution du débit non prélevé reste problématique puisqu'il s'effectue en hauteur dans un bâti vertical. Il peut constituer un point d'attrait infranchissable pour les adultes et sans issu pour les juvéniles. Il pourrait être intéressant de modifier la passe en conséquence.

### Conclusion

## Rivière Madame - Morestin



DMB de crise	Possibilité de baisse du débit (contrainte habitat)	Intérêt de baisse du débit (contrainte AEP)
	Possibilité forte	Intérêt faible

## Rivière Picard –Prise Urion

### Contexte

Cette rivière se situe sur la face Caraïbe aux pieds des Pitons du Carbet, d'où son écoulement torrentiel. La pente est forte et la granulométrie formée de blocs supérieurs à un mètre.

La forêt primaire qui recouvre la partie du bassin versant en amont du captage et la présence des pitons, semblent pouvoir permettre le maintien d'un léger écoulement en basses eaux. D'un autre côté, l'existence de sous-écoulements constitue la contrainte majeure pour le maintien de cet écoulement de surface.

Le captage a une hauteur totale de 3 mètres et une hauteur verticale de 0,5 m.

A moins de 100 mètres à l'aval du captage se trouve un pompage placé au centre du lit. Le débit prélevé par ce pompage n'est pas connu, ni le caractère continu ou non des prélèvements. Cet élément constitue une pression supplémentaire sur le cours d'eau, bien qu'il ait été constaté qu'au moment des mesures de basses eaux, l'eau pompée était équivalente à l'eau provenant du petit affluent.

### Etat de la faune aquatique

La richesse taxonomique est équivalente de part et d'autre du captage. Le principal impact est ressenti en terme de recrutement puisque la station aval abrite un peuplement bien moins dense (surtout pour les *Atya* et *Xiphocaris*). Les poissons sont également très peu représentés à l'amont. Le fait de conserver un débit biogène naturel en absence de prédation en amont a donc favorisé le développement des *Atya* qui sont près de 10 fois plus nombreuses. A l'inverse, à l'aval la perte de continuité a entraîné une disparition des communautés.

### Contraintes et DMB de crise

L'analyse ci-dessus ainsi que celle réalisée en début de rapport permettent de donner des notes (principe décrit au § 4.2) aux différents critères de la contrainte habitat et de la contrainte usage AEP :

	Hauteur de chute	3
Contrainte habitat	Habitat fractionné (gués et seuils)	4
	Prélèvement aval (agricole, AEP)	2
Contrainte AEP	Pression de qualité de l'eau	4
		4

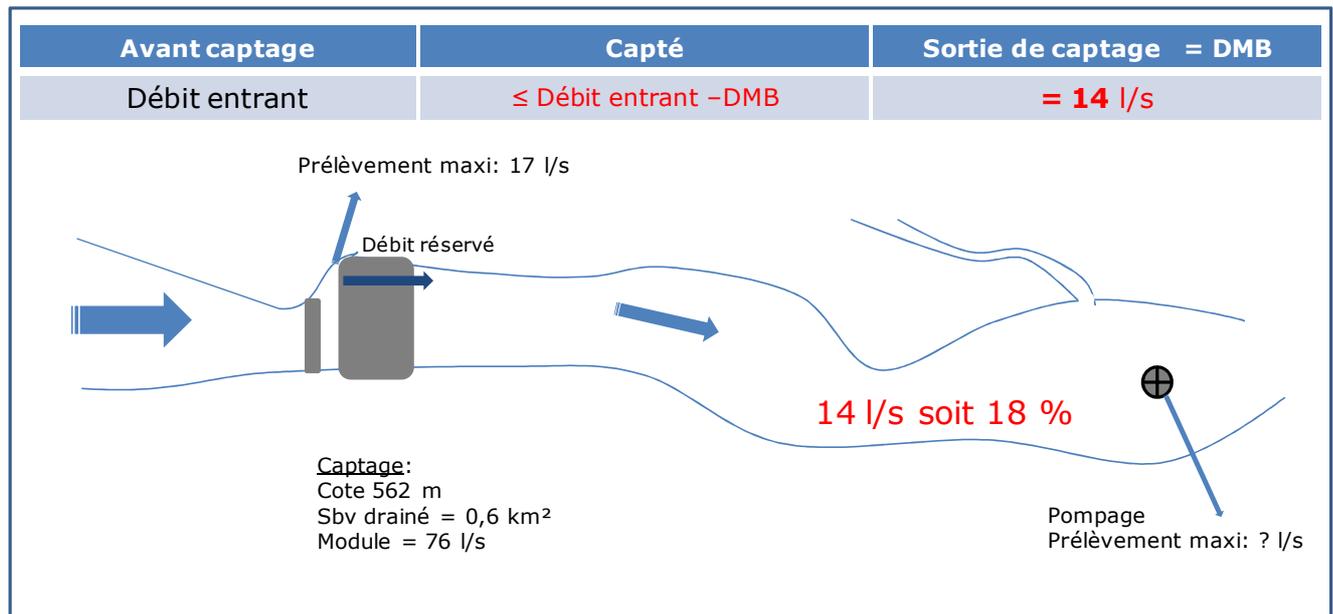
En fonction de ces notes, la prise Urion présente la possibilité de mettre en place un DMB de crise. L'usage AEP est prioritaire et il y a possibilité de baisser le DMB sans trop de contrainte supplémentaire pour le milieu naturel.

### Aménagements souhaitables

La passe est bien constituée mais peut faire l'objet d'améliorations : le canal de débit réservé en rive gauche n'assure pas son rôle d'attrait et s'écoule de manière perchée (déchaussement). Ainsi, tout le captage pourrait bénéficier d'un « rechargement » de blocs percolés notamment en sortie de canal réservé. Enfin, le pan incliné pourrait également être modifié en scellant des blocs pour diversifier les écoulements et créer des abris.

Conclusion

## Rivière Picard - Urion



DMB de crise	Possibilité de baisse du débit (contrainte habitat)	Intérêt de baisse du débit (contrainte AEP)
	Possibilité moyenne	Intérêt fort

## 4.4.2. Prises à forte hauteur de chute : Duclos et Dumauzé

### Rivière Duclos –Prise Duclos

#### Contexte

La prise de la rivière Duclos s'insère sur le lit dans une zone où les berges sont rocheuses et verticales, laissant présager qu'il existait une zone de toboggan ou de petites cascades avant l'établissement de l'ouvrage. Sa hauteur totale, qui correspond à une hauteur verticale, est d'ailleurs de 4 mètres. Un peu plus en amont se trouve une chute naturelle d'environ 5 mètres de haut.

Cette portion du cours d'eau est donc naturellement soumise à des difficultés de franchissement pour les espèces.

Jusqu'à sa confluence avec la rivière Dumauzé, la rivière Duclos ne subit aucune pression de type obstacle ou prélèvement d'eau.

#### Etat de la faune aquatique

Les peuplements observés sont fortement impactés en raison notamment du faible débit conservé à l'aval de la prise d'eau. Celui-ci pénalise fortement les communautés si on observe les densités et biomasses qui sont deux à dix fois plus faibles à l'aval de la prise.

### Contraintes et débit de crise

L'analyse ci-dessus ainsi que celle réalisée en début de rapport permettent de donner des notes (principe décrit au § 4.2) aux différents critères de la contrainte habitat et de la contrainte usage AEP :

Contrainte habitat	Hauteur de chute	1
	Habitat fractionné (gués et seuils)	4
	Prélèvement aval (agricole, AEP)	4
Contrainte AEP	Pression de qualité de l'eau	4

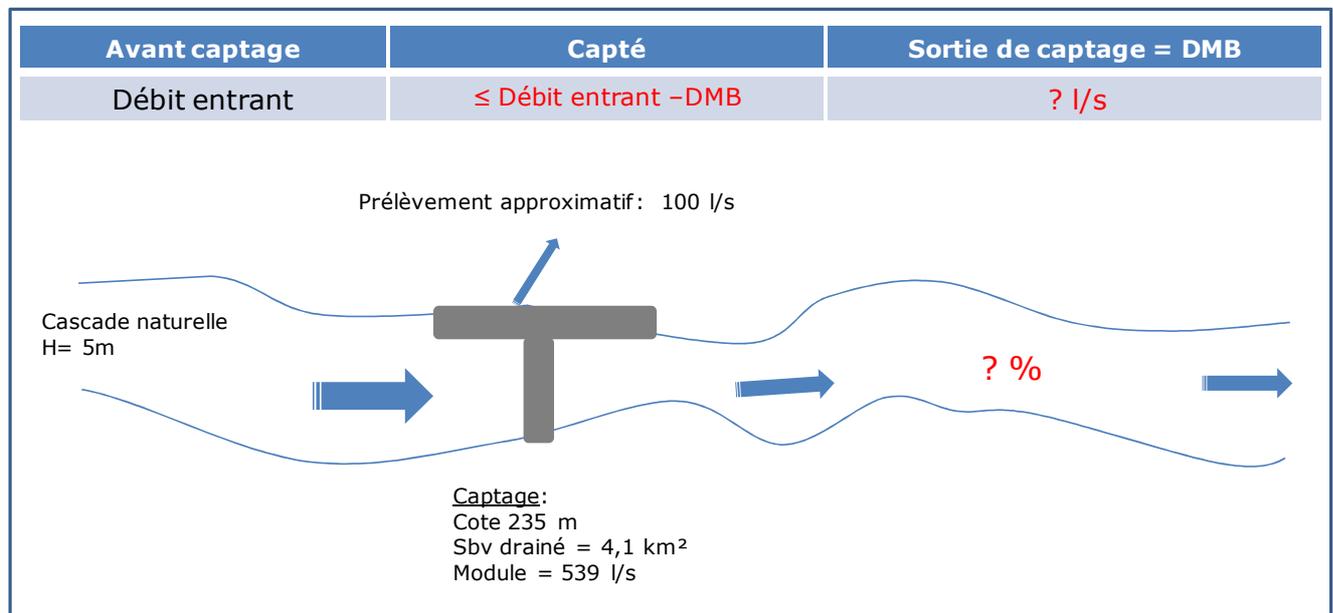
En fonction de ces notes, la prise Duclos présente la possibilité de mettre en place un DMB de crise. L'usage AEP est prioritaire et il y a possibilité de baisser le DMB sans trop de contrainte supplémentaire pour le milieu naturel

### Aménagements souhaitables

Cette prise est implantée dans un contexte très particulier : directement sur la roche mère, très forte chute et soumise à des écoulements très violents. Néanmoins dans ce contexte il semble possible de conforter la base de l'ouvrage et d'ajouter une passe en « écharpe ». Un tel dispositif canaliserait de surcroît le faible écoulement existant en carême et assurerait un débit d'attrait suffisant pour certaines espèces.

### Conclusion

## Rivière Duclos – Duclos



<b>DMB de crise</b>	Possibilité de baisse du débit (contrainte habitat)	Intérêt de baisse du débit (contrainte AEP)
	Possibilité moyenne	Intérêt fort

## Rivière Dumauzé –Prise Dumauzé

### Contexte

Parallèlement à la rivière Duclos coule la rivière Dumauzé. Les pressions exercées sur ce bras sont importantes, avec de nombreux captages. Deux captages se trouvent en amont de celui étudié : il s'agit d'Absalon 1 et Absalon 2, alors qu'à l'aval se trouve l'usine Didier qui prélève de l'eau à l'aide d'un forage.

En période de carême, la prise capte la totalité de l'eau et la section à l'aval est formée de flaques disjointes a priori incompatible avec la survie des espèces. Cette situation pouvant durer jusqu'à plusieurs mois en cas de carême sévère, il faut s'interroger sur le degré d'adaptation des espèces et leur taux de survie dans ces conditions.

Les nombreuses pressions de prélèvement qui existent autour du captage nécessitent une prise en compte intégrée de ces éléments pour la définition du DMB. La problématique dans ce cas sera d'adapter le résultat de façon à répondre en partie aux besoins vis-à-vis de la ressource.

En plus des contraintes imposées aux espèces par le manque d'eau, celles-ci rencontrent également des difficultés de franchissement avec une prise d'une hauteur verticale de 4 mètres et l'inexistence d'un débit d'attrait.

La qualité de l'eau de cette rivière est moyenne, notamment du fait de la présence de l'hôpital Colson plus à l'amont.

### Etat de la faune aquatique

Les mêmes perturbations engendrent les mêmes conséquences et les densités et biomasses révèlent, comme pour la Duclos, une érosion majeure en diminuant également de deux à dix la représentation de certains taxons. Les poissons sont d'ailleurs fortement impactés puisque leur densité est très faible à nulle.

### Contraintes et débit de crise

L'analyse ci-dessus ainsi que celle réalisée en début de rapport permettent de donner des notes (principe décrit au § 4.2) aux différents critères de la contrainte habitat et de la contrainte usage AEP :

	Hauteur de chute	1
Contrainte habitat	Habitat fractionné (gués et seuils)	3
	Prélèvement aval (agricole, AEP)	3
Contrainte AEP	Pression de qualité de l'eau	2
		4

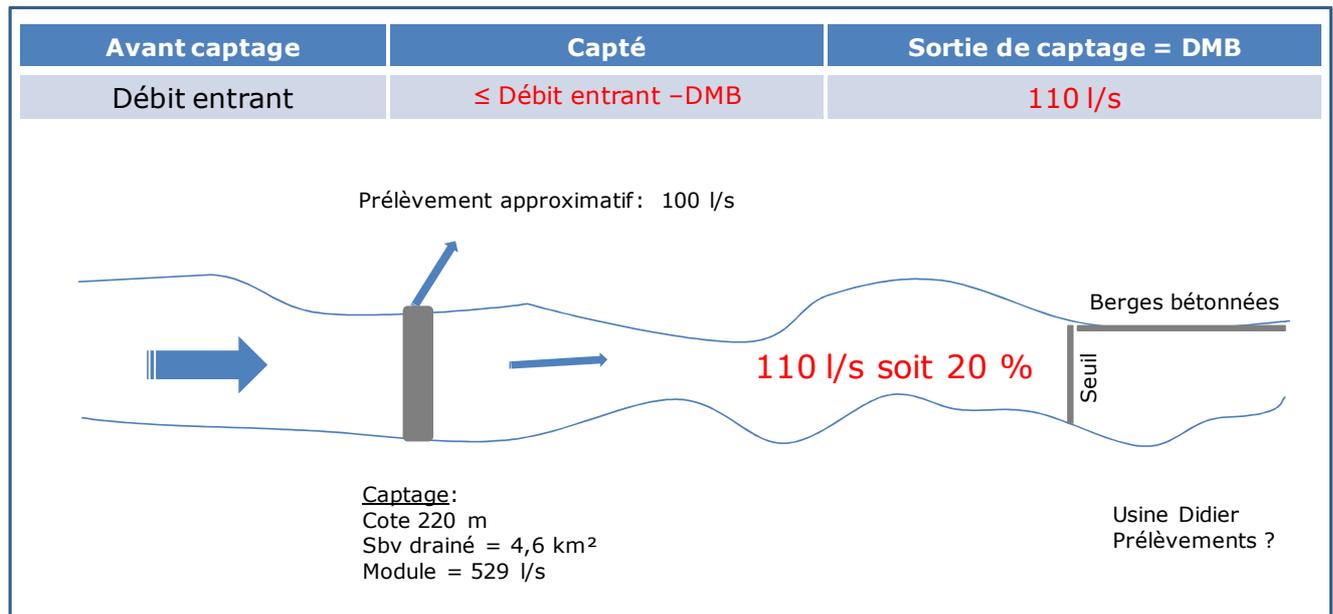
En fonction de ces notes, la mise en place d'un DMB de crise au niveau de la prise Duclos s'accompagnerait de contraintes relativement fortes pour le milieu

### Aménagements souhaitables

Bien que moins « perchée » que la prise précédente, il semble possible de conforter la base de l'ouvrage en rechargeant avec des enrochements percolés. De même, ce captage se prête également à la mise en œuvre d'une prise en « écharpe ». Le problème reste néanmoins le débit s'écoulant en aval lors des phases d'étiage. La mesure des débits classés à ce niveau représente le premier point d'amélioration afin de préserver la continuité écologique.

Conclusion

## Rivière Dumauzé - Dumauzé



DMB de crise	Possibilité de baisse du débit (contrainte habitat)	Intérêt de baisse du débit (contrainte AEP)
	Possibilité faible	Intérêt fort

### 4.4.3. Prises à forte pression anthropique : rivière Blanche

#### Rivière Blanche –Prise ODYSSEI

##### Contexte

Cette prise constitue quasiment la pression la plus en amont du cours d'eau, mis à part le pont situé au niveau de l'Alma. Les pressions qui s'accumulent à l'aval, avant même la confluence avec la rivière Lézarde, sont très nombreuses.

Le prise a un impact modéré sur le cours d'eau dans la mesure où le débit de la rivière est important à ce niveau et où la hauteur de chute de l'ouvrage est faible. Malgré les basses eaux sévères, la quantité d'eau à l'aval de la prise ne s'est pas révélée critique.

Le gué qui se trouve à quelques centaines de mètres à l'aval du captage à l'avantage d'être placé juste à l'aval d'un affluent important, qui permet de conserver une lame d'eau sur le gué même en cas d'impact majeur de la prise sur le niveau d'eau du lit.

##### Etat de la faune aquatique

Les faibles modifications morphologiques et la hauteur de chute « réduite » ne semblent pas influencer négativement la répartition des peuplements. En effet, les individus qui ont entamé une remontée avec succès jusqu'à ce point (après avoir passé tout le cours aval de la Lézarde et les différents prélèvements agricoles ou AEP pour la prise SICSM) présentent toutes les aptitudes pour ne pas être perturbés par cette prise. Ainsi, les quelques modifications de distributions entre l'aval et l'amont sont plus à imputer à la nature des faciès présents.

Ce constat est d'ailleurs appuyé par les densités globales qui sont rigoureusement identiques de l'amont vers l'aval.

### Contraintes et DMB de crise

L'analyse ci-dessus ainsi que celle réalisée en début de rapport permettent de donner des notes (principe décrit au § 4.2) aux différents critères de la contrainte habitat et de la contrainte usage AEP :

Contrainte habitat	Hauteur de chute	3
	Habitat fractionné (gués et seuils)	2
	Prélèvement aval (agricole, AEP)	1
Contrainte AEP	Pression de qualité de l'eau	2
		4

En fonction de ces notes, la mise en place d'un DMB de crise au niveau de la prise Blanche ODYSSI s'accompagnerait de contraintes relativement fortes pour le milieu

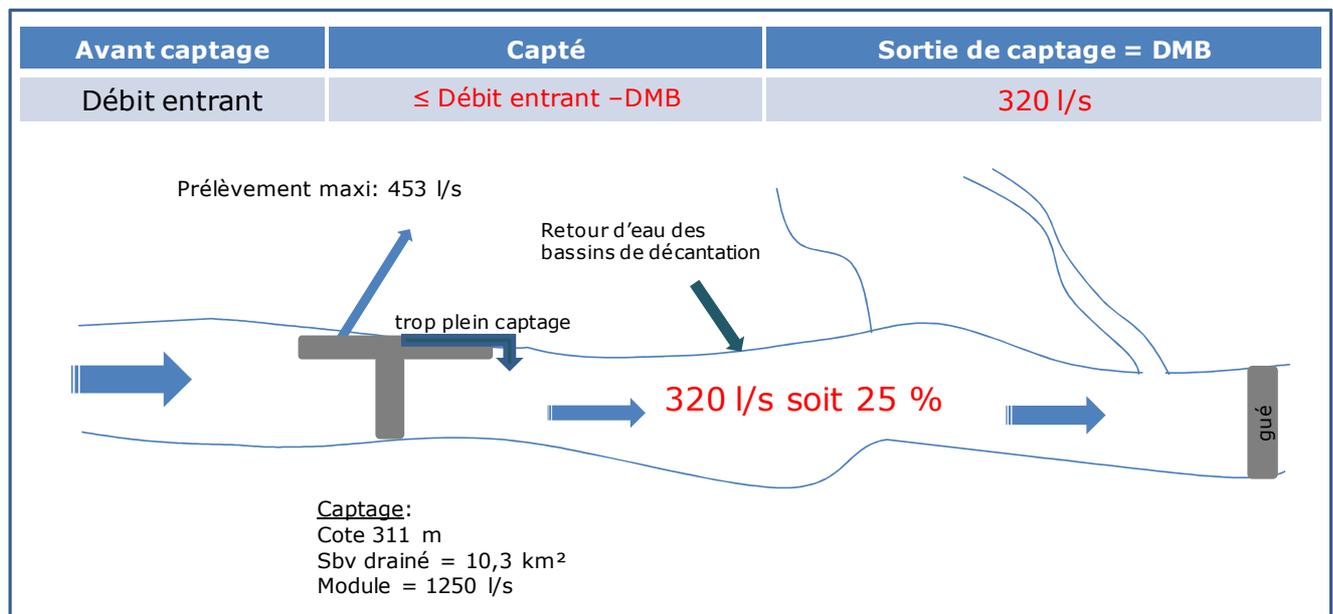
### Aménagements souhaitables

Comme pour la plupart des ouvrages de cette étude, cette prise pourrait bénéficier d'un rechargement à sa base avec des enrochements percolés. Il serait également intéressant de constituer un cône d'enrochement sur une ou les deux rives. Le franchissement pourrait ainsi être largement facilité.

Par ailleurs, la première mesure à mettre en œuvre est le remplacement des grilles en fentes par des plaques perforées.

### Conclusion

## Rivière Blanche – ODYSSI



DMB de crise	Possibilité de baisse du débit (contrainte habitat)	Intérêt de baisse du débit (contrainte AEP)
	Possibilité faible	Intérêt fort

## Rivière Blanche –Prise SICSM

### Contexte

Ce captage n'est pas du tout dans la même situation que le captage ODYSSI puisqu'il est au cœur des pressions existantes.

Premièrement, la quantité d'eau qui arrive au niveau de l'ouvrage est amputée du prélèvement effectué par le captage en amont. Dans ce contexte, les exploitants de chacun des captages tentent de se mettre d'accord sur le partage de la ressource et il devra en aller de même pour la mise en place et le respect du DMB.

Deuxièmement, les nombreux gués situés à l'aval de la prise créent un fractionnement important de l'habitat du fait des seuils à franchir et de la discontinuité de l'écoulement en basses eaux. L'impact du captage lié à la baisse du débit est renforcé, mettant à mal l'habitat des espèces.

Le cours d'eau à l'amont et à l'aval de la prise traverse de nombreuses zones de cultures et quelques secteurs d'habitat diffus, ce qui a un effet sur la qualité de l'eau.

### Etat de la faune aquatique

Les peuplements sont clairement perturbés au niveau de cette prise. En effet, la modification globale de type morphologique est bien mise en avant par le bouleversement du cortège d'espèces. Concernant les densités et les biomasses, les crustacés sont clairement plus représentés à l'amont alors que les poissons observent la tendance inverse. Le milieu est globalement peu accueillant pour les crustacés à l'aval en raison de la présence de mouilles où vivent des poissons/crustacés prédateurs.

### Contraintes et DMB de crise

L'analyse ci-dessus ainsi que celle réalisée en début de rapport permettent de donner des notes (principe décrit au § 4.2) aux différents critères de la contrainte habitat et de la contrainte usage AEP :

	Hauteur de chute	2
Contrainte habitat	Habitat fractionné (gués et seuils)	1
	Prélèvement aval (agricole, AEP)	1
	Pression de qualité de l'eau	1
Contrainte AEP		4

En fonction de ces notes, la prise Blanche SICSM révèle une situation de fort antagonisme entre un usage prioritaire et un cours d'eau très sensible à la réduction de débit. Cette situation mériterait la recherche d'une ressource de substitution complémentaire.

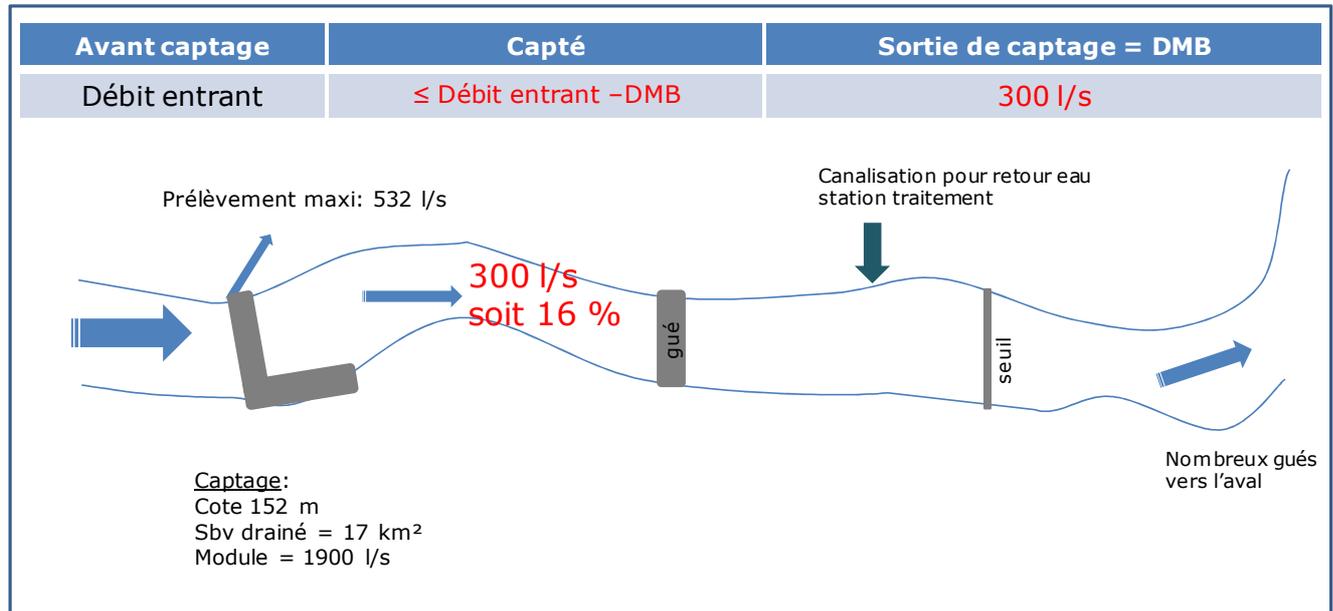
### Aménagements souhaitables

La première mesure à mettre en œuvre est, comme pour la prise ODYSSI, le remplacement des grilles en fentes par des plaques perforées.

La chute sur cette ouvrage est conséquente mais la pente actuelle permet quelques aménagements : en berge, de la base du captage jusqu'à son sommet sur chacune des rives, il est possible d'implanter des enrochements percolés ou à défauts d'implanter des rochers dans le parement actuel. Etant donné la largeur de la prise, des plaques pleines peuvent être implantées en lieu et place des grilles pour assurer un débit réservé en amont du cône d'enrochement.

Conclusion

## Rivière Blanche – SICSM



DMB de crise	Possibilité de baisse du débit (contrainte habitat)	Intérêt de baisse du débit (contrainte AEP)
	Possibilité très faible	Intérêt fort

## 4.4.4. Le pompage de la Confluence

Contexte

L'impact de ce prélèvement est réduit au seul effet de la baisse du niveau d'eau et la problématique de la modification physique du lit et du franchissement n'intervient pas.

Le débit arrivant au niveau du pompage est soumis à un prélèvement par le captage situé un peu plus haut sur le bras Gommier. Heureusement, les fluctuations de débit sur ce bras peuvent être en partie palliées par l'apport du bras Verrier.

Le prélèvement se situe assez haut sur le bassin versant et la rivière est donc de petite taille avec une granulométrie formée principalement de gros blocs.

Le cours d'eau présente au niveau de cette zone une physico-chimie particulière, avec le développement d'amas bactérien orangés. En période de très basses eaux, ces amas constituent un tapis épais donc l'impact sur les espèces n'est pas connu. Cet élément pourrait constituer une pression particulière à ne pas négliger dans la détermination du DMB.

Etat de la faune aquatique

Malgré des caractéristiques naturelles d'écoulement, c'est sans doute la prise qui présente la plus forte modification de peuplement entre l'aval et l'amont. Ce fait s'explique par l'intensité des prélèvements et sans doute la qualité de l'eau. En effet, lors de la première campagne de mesure (carême), le débit s'écoulant à l'aval du captage était faible et le substrat couvert d'un film bactérien orange et blanc empêchant de voir le fond. La situation aval du captage est ainsi très impactée et les espèces qui transitent dans la rivière en période de hautes eaux trouvent un refuge sur la zone aval où l'écoulement est conservé durant le carême.

### Contraintes et DMB de crise

L'analyse ci-dessus ainsi que celle réalisée en début de rapport permettent de donner des notes (principe décrit au § 4.2) aux différents critères de la contrainte habitat et de la contrainte usage AEP :

Contrainte habitat	Hauteur de chute	4
	Habitat fractionné (gués et seuils)	3
	Prélèvement aval (agricole, AEP)	3
Contrainte AEP	Pression de qualité de l'eau	2
		3

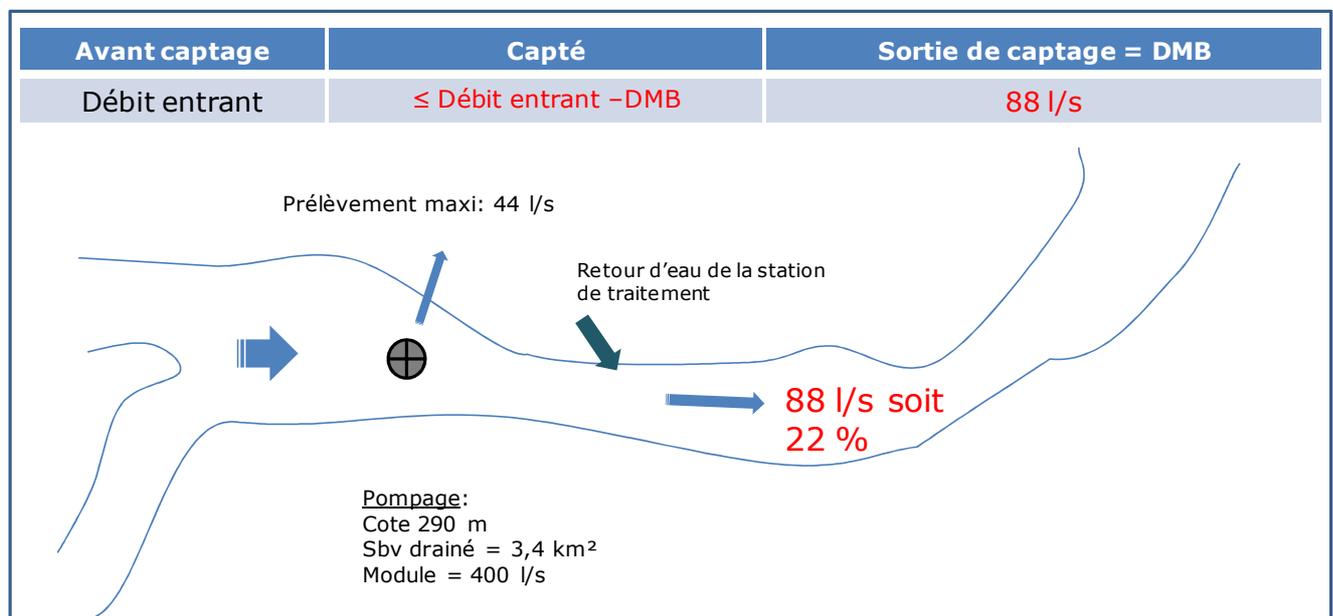
En fonction de ces notes, il y a possibilité de mise en place d'un DMB de crise pour le pompage Confluence sans trop de contrainte supplémentaire pour le milieu naturel, même si l'usage AEP n'apparaît pas prioritaire étant donné la présence d'autres captages à proximité.

### Aménagements souhaitables

Aucun aménagement lourd n'est envisagé étant donné l'absence de seuil. Par contre, il est nécessaire de connaître mieux les chroniques de débit à ce point du bassin versant pour améliorer la gestion des prélèvements pour préserver un débit suffisant.

### Conclusion

## Rivière Galion – Confluence



DMB de crise	Possibilité de baisse du débit (contrainte habitat)	Intérêt de baisse du débit (contrainte AEP)
	Possibilité moyenne	Intérêt moyen

## 4.4.5. Prise sur rivière à fort débit : le Lorrain

### Contexte

La rivière du Lorrain est un cours d'eau à fort débit, subissant très peu de pressions puisque seul le tronçon aval est accessible. Il n'existe aucune pression à l'amont de la prise alors qu'à l'aval, deux ou trois gués sont présents ainsi que des prélèvements à usage agricole.

La prise présente un plan incliné en enrochement, réduisant ainsi l'impact lié à la franchissabilité.

Le prélèvement effectué par le captage est relativement faible par rapport à la ressource disponible, et un projet de captage est en cours à l'amont de celui existant.

### Etat de la faune aquatique

La prise du Lorrain présente un impact modéré sur le peuplement et a priori restreint à proximité de l'ouvrage. La richesse spécifique n'est pas franchement altérée et on note que la constitution de la passe, malgré sa hauteur, est relativement adaptée au franchissement de la plupart des espèces comme les anguilles (*Anguilla rostrata*), les Z'habitants (*Marcobranchium carcinus*) et les Têtards (*Gobiesox nudus*).

### Contraintes et DMB de crise

L'analyse ci-dessus ainsi que celle réalisée en début de rapport permettent de donner des notes (principe décrit au § 4.2) aux différents critères de la contrainte habitat et de la contrainte usage AEP :

Contrainte habitat	Hauteur de chute	3
	Habitat fractionné (gués et seuils)	3
	Prélèvement aval (agricole, AEP)	3
Contrainte AEP	Pression de qualité de l'eau	3
		2

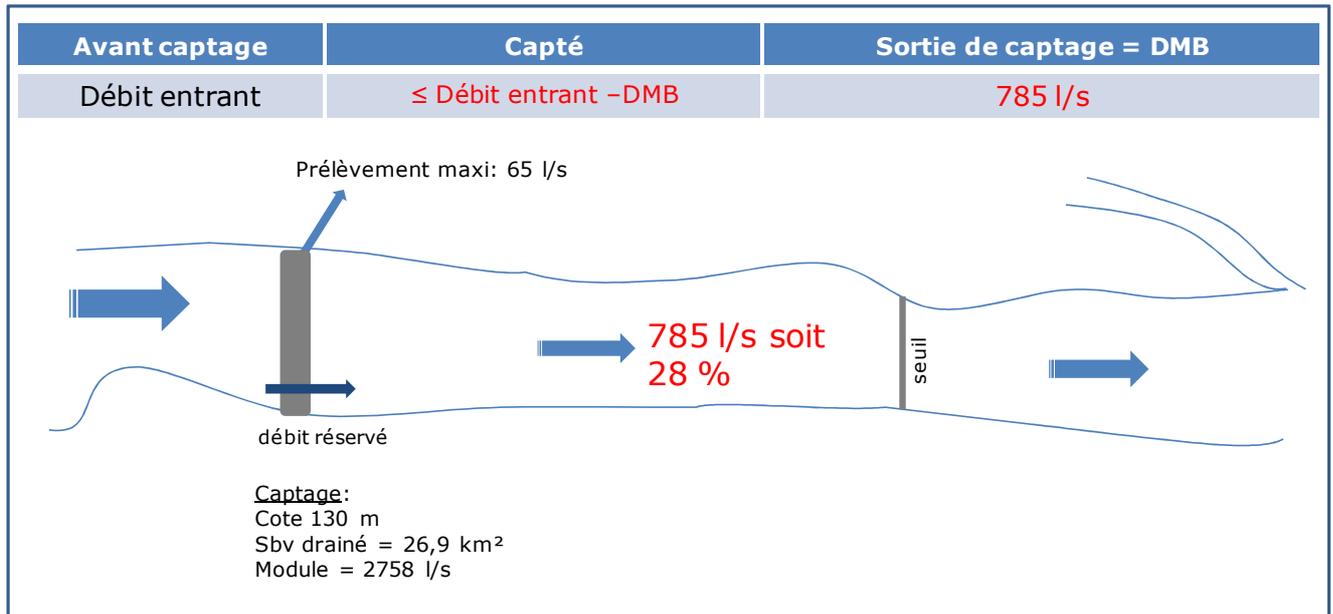
En fonction de ces notes, la prise d'eau du Lorrain semble pouvoir supporter des prélèvements supplémentaires (limités) même si les besoins de prélèvement actuels sont moyens.

### Aménagements souhaitables

La prise du Lorrain est de constitution moderne et intègre déjà une partie des principes de base de l'effacement d'obstacles. Cependant il faut s'assurer du rechargement du pied du captage à intervalle régulier et envisager la mise en place d'enrochements percolés en berges.

Conclusion

## Rivière Lorrain – Lorrain



DMB de crise	Possibilité de baisse du débit (contrainte habitat)	Intérêt de baisse du débit (contrainte AEP)
	Possibilité moyenne	Intérêt faible

## BIBLIOGRAPHIE

- Benstead, J.P., March, J.G., Pringle, C.M. 2000. Estuarine larval development and upstream post-larval migration of freshwater shrimps in two tropical rivers of Puerto Rico. *Biotropica*, 32 (3). pp 545-548.
- Bovee K.D. 1982. A Guide to stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology, Instream flow information, *Western Energy and Land Use Team. U.S. Fish and wildlife Service, Fort Collins COLORADO. FWS/OBS 82/26, paper nQ12.* 248 p.
- Chandesris A., Wasson J.-G. and Pella H. 2005. Hydroécorégions de la Martinique. Propositions de régionalisation des écosystèmes aquatiques en vue de l'application de la directive-cadre européenne sur l'eau. Rapport final, DIREN Martinique, CEMAGREF BEA/LHQ, Lyon. 17 p.
- Covich, A. P., McDowell, W.H. 1996. The stream community. *The Food Web of a Tropical Rain Forest.* pp 433-459.
- Covich, A. P., Crowl, T.A.. 2009. Predator-prey interactions in river networks: comparing shrimp spatial refugia in two drainage basins. *Freshwater Biology*, 54(3). pp 450-465.
- Darlington, P. J. 1957. Islands patterns. Zoogeography: the Geographical distribution of animals. J. Willey and Sons. New York. pp. 510-517.
- Fiévet, E. 1999. Experimental survey of freshwater shrimp upstream migration in an impounded stream of Guadeloupe Island, Lesser Antilles. *Arch. Hydrobiol*, 144 (3). Pp 339-355.
- Fiévet, E. 2000. Passage facilities for diadromous freshwater shrimps (decapoda : caridea) in the Bananier River, Guadeloupe, West Indies. *Regul. Rivers : Res. Mgnt*, 16 ; pp 101-112.
- Fiévet, E., Roux, A.L. 2001. Conception of passage facilities for the amphidromous biota (freshwater shrimps and fishes) of the west indies : A review. *Bull. Fr. Pêche. Protection Milieux Aquatiques*, 357/360. Pp. 241-256.
- Fievet, E., Roux, A.L., Redaud, L., Serandour, J.M. 2000. Conception des dispositifs de franchissements pour la faune amphidrome (crevettes et poissons) des cours d'eau antillais : une revue. *Bull.Fr.Pêche Piscic.*, 357/358. Pp 241-256.
- Ginot, V. ,Souchon, Y. 1998. Logiciel EHVA", Evaluation de L' habitat physique des poissons en rivière. Guide Méthodologique. *Guide De L'utilisateur*, 1-2. 87 p
- Greathouse, E. A., Pringle, C.M. 2006. Indirect upstream effects of dams: consequences of migratory consumer extirpation in Puerto Rico. *Ecological Applications*, 16(1). pp 339-352.
- Keith, P. 2003. Biology and ecology of amphidromous Gobiidae of the Indo-Pacific and the Caribbean regions. *Journal of Fish Biology*, 63. Pp 831-847.

- Lamouroux N. 2002. ESTIMHAB. Free Excel sheet for cost-efficient instream flow studies (fish populations and guilds). Cemagref-Lyon.
- Lamouroux, N., Capra, H. 2002. Simple predictions of instream habitat model outputs for target fish populations. *Freshwater biology*, 47 (78). pp. 1543-1556
- Lamouroux, N., Jowett, I. G. 2005. Generalized instream habitat models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62 (1). pp. 7-14.
- Lamouroux, N., Olivier, J. M. 1999. Predicting community characteristics from habitat conditions: fluvial fish and hydraulics. *Freshwater Biology*, 42. pp 275-299.
- Lamouroux, N., Olivier, J. M. 2006. Fish community changes after minimum flow increase: testing quantitative predictions in the Rhône River at Pierre-Bénite, France. *Freshwater Biology*, 51(9). pp 1730-1743.
- Malavoi J.R., Souchon Y. 2002. Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques. *Bulletin Français de Pêche et Pisciculture*, 365/366. pp 357-372
- March, J. G., Pringle C. M. 2003. Food web structure and basal resource utilization along a tropical island stream continuum, Puerto Rico. *Biotropica*, 35(1). pp 84-93.
- Monti, D., Legendre, P. 2009. Shifts between biotic and physical driving forces of species organization under natural disturbance regimes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 66. pp 1282-1293.
- Monti, D. comm.pers.
- Poff, N. L., Zimmerman, J. K. H. 2009. Ecological Responses to Altered Flow Regimes: A Literature Review to Inform Environmental Flows Science and Management. *Freshwater Biology*.
- Richter, B. D., Baumgartner, J. V. 1997. How much water does a river need? *Freshwater Biology*, 37(1). pp 231-249.
- Scatena, F. N., Johnson, B. R. 2001. Instream flow analysis of Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico: methods and analysis.
- Simonnet, L. 2008. Détermination des relations de préférence d'habitat dans les cours d'eau de la Martinique. Rapport de Master pour ODE Martinique. 44 p
- Stalnaker, C.B., 1979. The use of habitat structure preferenda for establishing flow regimes necessary for maintenance of fish habitat. *The ecology of regulated streams, New York, Ward and Stanford (Eds)*. pp 326-337.
- Tennant, D.L. 1276. Instream flow regimes for fish, wildlife, recreation and related environmental resources, *Orsbom, J.F. & Allman, C.H. (Eds). Instream Flow Needs. American Fisheries Society, Western Division, Bethesda, Maryland*. Pp. 359-373.

Tharme, R.E. 2003. A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. *River Research and Applications*, 19. Pp. 397-441

Tharme, R. E. 2003. A global perspective on environmental flow assessment: Emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. *River Research and Applications*, 19 (5-6). pp. 397-441.



**ASCONIT Consultants**  
Agence Caraïbes

ZI Champigny  
97224 DUCOS



Tél./Fax : 05.96.63.55.78  
Mobiles : 06.96.25.54.10  
E-mail : [nicolas.bargier@asconit.com](mailto:nicolas.bargier@asconit.com),  
[virginie.girard@asconit.com](mailto:virginie.girard@asconit.com)  
<http://www.asconit.com>