



Etat initial environnemental sur le site du Centre Spatial Guyanais (C.S.G.) dans le cadre du projet Ariane 6

Volets ichtyologique et Invertébrés aquatiques

Monchaux Damien, Montigny Claire, Guillemet Laurent, Reynouard
Cécile et Vigouroux Régis
Collaboration technique : Le Reun Sébastien

Rapport Final

Décembre 2014

Contrat HYDRECO – CSG

Siège social et bureaux

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

contact@hydrecolab.com

Tél. : 05 94 32 40 79

Fax : 05 94 32 21 29

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

Etat initial environnemental sur le site du C.S.G. dans le cadre d'Ariane 6 – Volets ichtyologique et invertébrés aquatiques

Rapport Final – HYDRECO – Décembre 2014

Etat initial environnemental sur le site du Centre Spatial Guyanais (C.S.G.) dans le cadre du projet Ariane 6

Volets ichtyologique et invertébrés aquatiques

Rapport Final

Mots clés : Guyane française, Centre spatial guyanais, Ariane 6, Etat initial, Ichtyologie, Invertébrés aquatiques

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Guillemet L., Monchaux D., Montigny C., LeReun S. et Vigouroux R. -2014- Etat initial environnemental sur le site du Centre Spatial Guyanais (C.S.G.) dans le cadre du Projet Ariane 6 - 50p.

© Hydreco 2014, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du client (Antea - C.S.G.).

SOMMAIRE

Introduction	4
I. Matériels et methodes	5
I.1. Méthodes d'échantillonnage	7
I.1.1. L'ichtyofaune	7
I.1.2. Les invertébrés aquatiques	10
I.1.3. L'eau et les sédiments.....	11
I.2. Echantillonnage par station et descriptions	13
I.2.1. Roche Nicole	13
I.2.2. Pripri.....	15
I.2.3. Karouabo UPG.....	16
I.2.4. Karouabo Amont.....	17
I.2.5. Passoura Amont	18
I.2.6. Passoura Aval	19
I.3. Difficultés rencontrées durant l'échantillonnage	21
I.4. Analyse des donnees.....	23
I.4.1. les poissons	23
I.4.2. les invertebres aquatiques.....	24
II. Resultats	26
II.1. L'ichtyofaune.....	26
II.1.1. Indices descriptifs des populations de chaque station.....	26
II.1.2. Les espèces déterminantes ZNIEFF.....	29
II.2. Les invertébrés aquatiques.....	32
II.2.1 caractéristique generale de la faune benthique	32
II.2.2. Richesse et abondance.....	36
II.2.3. Le pourcentage Ept (ephemeroptere, plecoptere, trichoptere)	37
II.2.4. Le smeg (Score Moyen des ephemeroptere de guyane)	39
II.3. L'Eau	40
II.4. LES SEDIMENTS	43
Conclusion	46
Bibliographie	47
Annexes	49
Annexe 1 : Liste des espèces de poissons échantillonnées	49

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Stations échantillonnées pour l'état initial environnemental des milieux aquatiques dans le cadre d'Ariane 6</i>	6
<i>Figure 2 : Schématisation d'une station de type PME</i>	8
<i>Figure 3 : Répartition de l'abondance des individus au sein des principales familles majoritaires dans toutes les stations pour les deux saisons d'échantillonnage</i>	26
<i>Figure 4 : Classement des espèces d'intérêt ZNIEFF en fonction de leur abondance toutes les stations pour les deux saisons d'échantillonnage</i>	31
<i>Figure 5 : Richesse et abondance rencontrées dans les six stations échantillonnées lors des saison des pluies (sp) et de la saison sèche (ss)</i>	36
<i>Figure 6 : Pourcentage EPT (Ephémères, Plécoptères, Trichoptères) ; a) : en saison des pluies ; b) : en saison sèche</i>	38
<i>Figure 7: Mesures des paramètres physico-chimiques sur les 5 stations en avril et mai 2014</i>	42
<i>Figure 8 Mesures des paramètres physico-chimiques sur les 5 stations en septembre 2014</i> ..	43
<i>Figure 9: Concentrations en métaux dans les différentes stations suivies en avril et mai 2014</i>	45
<i>Figure 10: Concentrations en métaux dans les différentes stations suivies en septembre 2014</i>	45

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Paramètres mesurés in situ et normes associées</i>	11
<i>Tableau 2 : Paramètres chimiques analysés sur les échantillons aqueux et normes associées</i>	12
<i>Tableau 3 : Paramètres analysés sur les sédiments et normes associées</i>	12
<i>Tableau 4 : Classe d'intégrité des cours d'eau guyanais selon l'indice SMEG</i>	25
<i>Tableau 5: Descripteurs de la station Karouabo Amont en saison sèche (SS) et saison des pluies (SP)</i>	27
<i>Tableau 6: Descripteurs de la station Karouabo UPG en saison sèche (SS) et saison des pluies (SP)</i>	27
<i>Tableau 7: Descripteurs de la station Passoura Amont en saison sèche (SS) et saison des pluies (SP)</i>	27
<i>Tableau 8: Descripteurs de la station Passoura Aval en saison sèche (SS) et saison des pluies (SP)</i>	28
<i>Tableau 9: Descripteurs de la station Roche Nicole en saison sèche (SS) et saison des pluies (SP)</i>	28
<i>Tableau 10: Descripteurs de la station Pripri en saison sèche (SS)</i>	29
<i>Tableau 11: Liste taxonomique des invertébrés aquatiques récoltés lors des deux saisons d'échantillonnages sur les 6 zones prospectées</i>	33
<i>Tableau 12 : Note SMEG et classe d'intégrité correspondante</i>	39
<i>Tableau 13 : Résultats des analyses des échantillons récoltés en avril et mai 2014</i>	40

Tableau 14: Résultats des analyses des échantillons récoltés en septembre 2014..... 41
Tableau 15 : Concentrations en métaux dans les sédiments récoltés en avril et mai 2014..... 43
Tableau 16: Concentrations en métaux dans les sédiments récoltés en septembre 2014..... 44

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photo 1 : Zone rocheuse en saison des pluies, à Roche Nicole (Source : Hydreco) 14
Photo 2 : Bordure de macrophytes et zone arbustive en saison des pluies, à Roche Nicole
(Source : Hydreco)..... 14
Photo 3 : Nasse posée en zone rocheuse, à Roche Nicole (Source : Hydreco)..... 15
Photo 4 : Nasse posée en zone de macrophytes, à Roche Nicole (Source : Hydreco)..... 15
Photo 5 : Chemin d'accès à la station Pripri (Source : Hydreco)..... 16
Photo 6 : Bordure de macrophyte en saison des pluies, sur la station Karouabo UPG..... 16
Photo 7 : Bordure de macrophytes et de moucou-moucou en saison des pluies, sur la station
Karouabo UPG (Source : Hydreco)..... 17
Photo 8 : Station Petite Masse d'Eau en saison des pluies sur Karouabo Amont..... 18
Photo 9 : Substrat et berges de la Petite Masse d'Eau en saison des pluies, sur la Passoura
Amont (Source : Hydreco)..... 18
Photo 10 : Macrophytes et embâcles de la Petite Masse d'Eau en saison des pluies, sur la
Passoura Amont (Source : Hydreco) 19
Photo 11 : Substrats et embâcle sur la Petite Masse d'Eau en saison des pluies, sur la
Passoura Amont (Source : Hydreco) 19
Photo 12 : Couvert végétal et encombrement des berges en saison de pluies, sur la station
Passoura Aval (Source : Hydreco)..... 20
Photo 13 : Couvert végétal, encombrement des berges et embâcles en saison des pluies, sur la
station Passoura Aval (Source : Hydreco)..... 20
Photo 14 : Macrophytes en saison de pluies, sur la station Passoura Aval 20
Photo 15 : Accès à la station Pripri par une savane inondée (Source : Hydreco)..... 21
Photo 16 : Chablis sur la piste Bartho (accès aux stations Karouabo Amont et Passoura
Amont) (Source : Hydreco) 22
Photo 17 : Passage d'un chablis en 4x4 sur la piste Bartho (accès aux stations Karouabo
Amont et Passoura Amont) (Source : Hydreco)..... 22
Photo 18 : Absence de site pour la mise à l'eau sur la station Passoura Aval (Source :
Hydreco)..... 23
Photo 19 : Passage dans les macrophytes pour rejoindre la station Passoura Aval 23
Photo 20 : *Hemigrammus ora* (Source : Hydreco) 29
Photo 21 : *Krobia guianensis* (Source : Hydreco)..... 29
Photo 22 : *Hypheosobrycon simulatus* (Source : Hydreco) 30
Photo 23 : *Cyphocharax aff. Spirulus* (Source : Hydreco) 30
Photo 24 : *Chaetobranchius flavescens* (Keith et al., 2000)..... 30
Photo 25 : Larves de Chironomidae 32

INTRODUCTION

Suite à la volonté de développer un nouveau lanceur Ariane 6, des sites ont été désignés pour accueillir de nouvelles installations de lancement (ELA 4). Ces sites sont majoritairement placés sur des Zones Naturelles d'Intérêt Environnemental, Floristique et Faunistique (ZNIEFF) de type 2. Ces milieux sont définis comme étant « de grands ensembles naturels (massif forestier, vallée, plateau, estuaire, *etc.*) riches et peu modifiés ou qui offrent des possibilités biologiques importantes. Elles peuvent inclure une ou plusieurs zones de type I » (site : environnement-urbanisme.certu.equipement.gouv.fr consulté le 30/06/2014).

Ainsi, de nombreux enjeux environnementaux peuvent être identifiés et un état initial environnemental de milieux naturels a été demandé. Celui-ci est développé dans la phase 1 du CDCF relatif à l'analyse de l'état initial du site et de son environnement dans le cadre d'Ariane 6 (Saint-Louis & Richard, 2013). Il stipule notamment qu'il est nécessaire de :

- Réaliser un inventaire faunistique avec la mise en évidence des espèces sensibles ;
- Décrire les liens, lorsqu'ils sont connus, entre les espèces patrimoniales et les habitats ;
- Analyser les risques de dégradation et proposer des mesures d'évitement, de réduction et/ou compensatoires.

Le présent rapport s'attache donc à évaluer un état initial et porte sur les volets ichtyologique et invertébrés aquatiques. Un total de six stations, représentatif des habitats communément rencontrés et pouvant subir les effets de la création des installations du lanceur Ariane 6, a été échantillonné. Leur analyse permettra de mieux définir les enjeux environnementaux portant sur les communautés aquatiques, qui sont composées des interactions entre les poissons et les invertébrés aquatiques.

I. MATERIELS ET METHODES

L'échantillonnage a été réalisé en saison des pluies 2014 (avril 2014) et en début de saison sèche 2014 (septembre 2014). Ces deux périodes ont été sélectionnées afin de mieux prendre en compte les changements de populations potentiels dus à la variable saisonnière.

Ainsi, un total de six stations a été prospecté (Figure 1) :

- **Roche Nicole**, qui est une zone de pripri proche du littoral ;
- **Pripri**, qui est également une zone de pripri à proximité du littoral. Cette station a été échantillonnée uniquement en saison des pluies, et aussi uniquement pour les poissons puisqu'elle était à sec en saison sèche. En revanche, pour les Invertébrés Aquatiques il y a eu prospection d'une station aux caractéristiques identiques et situées à proximité de la première. Cette station est déjà utilisée lors des études réalisées dans le cadre des suivis des éventuels impacts des retombées des poudres issus du lanceur Ariane 5 : la Karouabo aval.
- **Karouabo UPG**. Elle est proche de la savane Elizabeth, dans un pripri qui longe la crique Karouabo ;
- **Karouabo Amont**. Située à l'amont de la crique Karouabo, cette station est une Petite Masse d'Eau (PME) ayant une forte couverture végétale et dont le lit est composé de sable, litière, racine et macrophytes ;
- **Passoura Amont**, qui est à l'amont de la crique Passoura. Cette PME a un fort recouvrement végétal et son lit est composé de sable, litière et macrophytes ;
- **Passoura Aval**. Cette station, de type fluvial, est à l'aval de la crique Passoura. Elle est caractérisée par un couvert végétal allant de faible à moyen, avec des berges fortement encombrées, aussi bien de macrophytes que de végétation terrestre arbustive.

Afin de compléter cet échantillonnage, les données des suivis 2013 et 2014 d'Ariane 5 sur la Karouabo sont également utilisées et ajoutées à l'inventaire (Guillemet *et al.*, 2013 ; en cours).

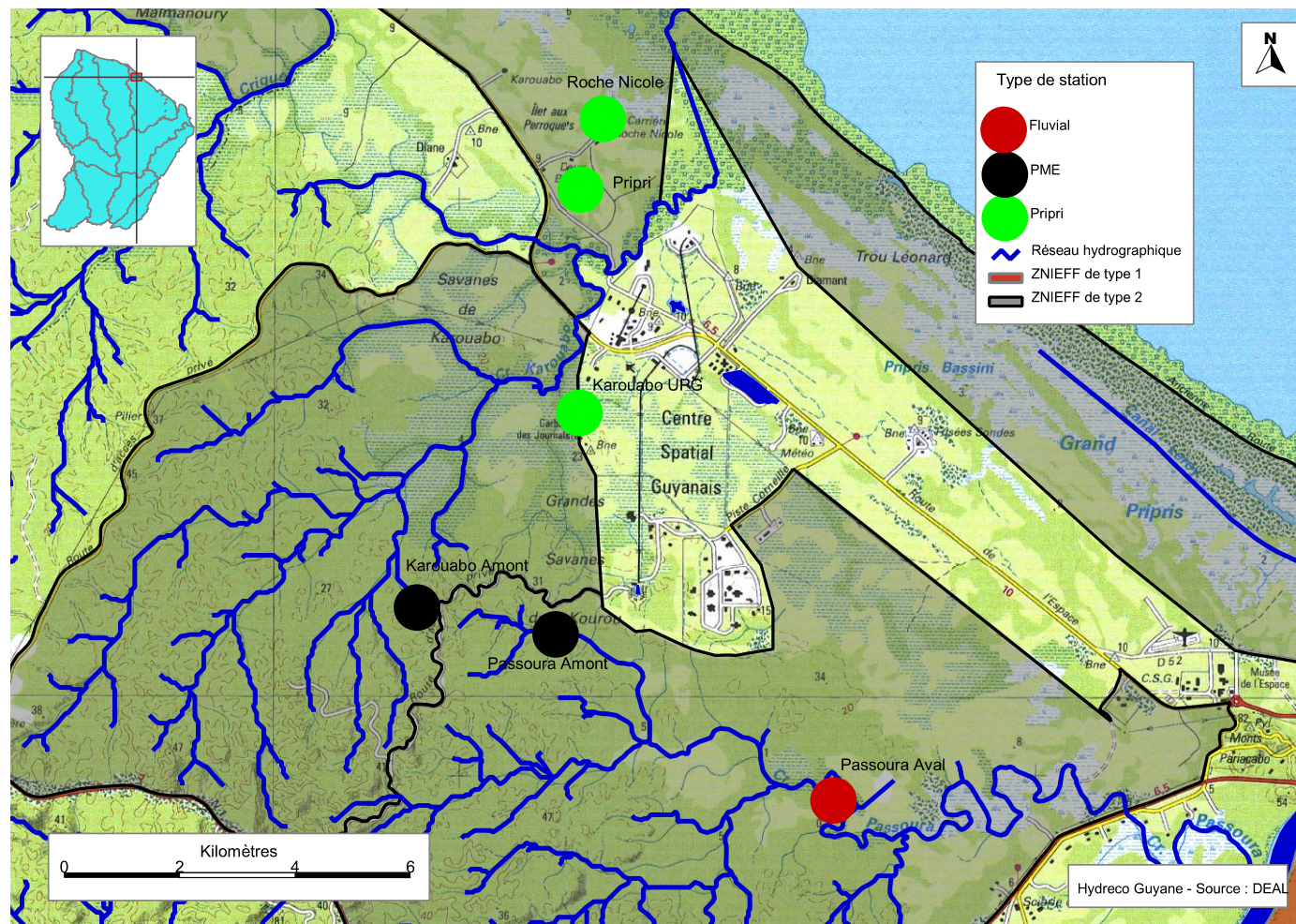


Figure 1 : Stations échantillonnées pour l'état initial environnemental des milieux aquatiques dans le cadre d'Ariane 6

I.1. METHODES D'ECHANTILLONNAGE

I.1.1. L'ICHTYOFAUNE

Selon les types de milieux et les possibilités d'accès, différentes méthodes d'échantillonnages ont été utilisées.

I.1.1.1. FILETS MAILLANTS

Un protocole utilisant les filets maillants a été réalisé sur les stations de type fluvial. Cette méthode suit le protocole Directive Cadre sur l'Eau (DCE) utilisé pour caractériser l'état écologique des cours d'eau (Mérona, 2011).

Ainsi, en saison sèche, un total de quatre batteries, composées de cinq filets, est utilisé. Chaque filet a une superficie de 50 m² (25 m de long sur 2 m de hauteur) et les mailles mesurent 15, 20, 25, 30 et 35 mm. Seules deux batteries ont été posées en saison des pluies. Les filets sont posés le soir à 17h, le long des berges et dans des zones de courant faible à nul, pour être relevés le lendemain à 7h. Les captures sont ensuite séparées par filets, dans des sacs individuels.

De retour au camp, les paramètres relevés sont les suivants :

- Identification à l'espèce (Planquette *et al.*, 1996 ; Le Bail *et al.*, 2000 ; Keith *et al.*, 2000) ;
- Le nombre de spécimens par filet et par espèce ;
- Le poids de ces spécimens par filet et par espèce ;
- La taille des spécimens. Lorsque le nombre de spécimens d'une même espèce dans un même filet est élevé, un sous-échantillon de 30 individus minimums est prélevé au hasard pour effectuer des mesures individuelles de taille. Pour cette étude, la longueur standard a été utilisée. Il s'agit de la longueur du bout de la tête à la base de la nageoire caudale. Les cas trop nombreux de nageoires abimées nous ont conduit depuis plus de 20 ans à utiliser cette distance plutôt que la longueur totale ;

Ce protocole permet de définir une note indicielle *via* l'Indice Poisson de Guyane (IPG) (Mérona, 2011). Celle-ci permet d'estimer la qualité du milieu grâce au peuplement de poisson prélevé. Ainsi, l'IPG varie entre 0 et 1 en proposant cinq classes de qualité (Monchaux *et al.*, 2014) :

- Qualité Mauvaise : de 0 à 0,24 ;
- Qualité Pauvre : de 0,25 à 0,49 ;
- Qualité Moyenne : de 0,49 à 0,74 ;
- Qualité Bonne : de 0,74 à 0,98 ;
- Qualité Excellente : supérieure à 0,98.

I.1.1.2. PROTOCOLE PME

Ce type de protocole s'applique uniquement sur les petites masses d'eau. Une zone d'échantillonnage de 60 m de longueur est définie le long de la PME. Celle-ci est définie selon le nombre d'habitats dénombrés et représentatifs du milieu étudié. Ainsi, deux filets barrant sont posés au sein du cours d'eau (un à l'amont et un à l'aval). L'amont de la station est défini *via* l'absence d'herbier et de zones rocheuses afin de faciliter la dilution de l'ichtyotoxique utilisé.

Une étape de caractérisation des habitats est ensuite réalisée. Ainsi, des transects horizontaux à la crique sont réalisés à partir du filet barrant l'amont. Ceux-ci sont espacés de 5 m et un point de mesures est défini tous les mètres à partir de la berge (Figure 2). Ces mesures consistent à :

- Relever la profondeur ;
- Définir le substrat (sable, litière, embâcle, *etc.*) ;
- Estimer la vitesse du courant ;
- Définir la couverture végétale.

Une fois ces relevés effectués, un ichtyotoxique (la roténone) est mis dans le milieu, à l'amont de la station. Les effets de ce produit sont contrés à l'aval de la station par du permanganate de potassium. De plus, la roténone est un produit photosensible, dont les molécules se dégradent à la lumière.

L'ensemble des poissons atteint par le produit est récolté à l'épuisette puis conservé dans du formol à 5 ou 6% pour ensuite être trié, déterminé, mesuré et pesé au laboratoire.

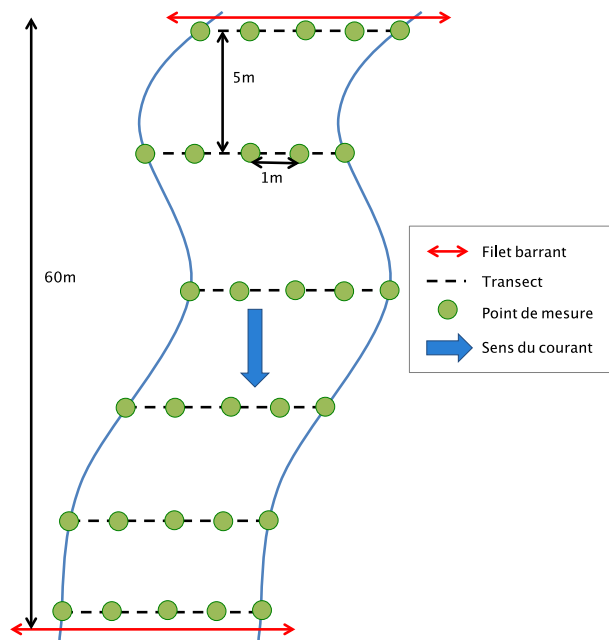


Figure 2 : Schématisation d'une station de type PME

I.1.1.3. FILET TRAMAIL, SENNE ET NASSE

Ces méthodes d'échantillonnage sont principalement utilisées dans les pripris en fonction des possibilités d'accès.

Ainsi, le filet tramail utilisé mesure 40 m de long sur 1,5 m de profondeur. Il fait 30 mm de vide de maille. Le temps de pose est variable en fonction du milieu échantillonné.

La senne consiste en la pose d'un filet sur une berge. Celui-ci est rabattu sur le bord du cours d'eau en avançant à contre courant. De nombreuses espèces de petites tailles sont ainsi capturées.

Enfin, quatre nasses ont été posées pendant 1h sur les stations afin de compléter les inventaires.

I.1.1.1.4 ANALYSE DU MERCURE

L'analyseur de mercure AMA 254 est un spectrophotomètre d'absorption, Il est destiné à la quantification du mercure sur des échantillons solides ou liquides sans recourir à une minéralisation de l'échantillon,

En utilisant la technique de formation de vapeur de mercure, une sensibilité exceptionnellement haute est atteinte indépendamment de la matrice de l'échantillon,

Une prise d'essai de l'échantillon est placée dans une nacelle qui est introduite dans le tube catalytique, L'échantillon y est séché puis décomposé thermiquement, Les produits de décomposition de l'échantillon sont entraînés, à travers un filtre, par un flux d'oxygène dans la seconde partie du tube catalytique, C'est ici que l'oxydation est finalisée, Les halogènes, les oxydes d'azote et de soufre sont alors piégés,

Les produits de décomposition, portés par le gaz vecteur, arrivent jusqu'à l'amalgame en or où un piégeage sélectif du mercure se fait, le reste des éléments est évacués, L'amalgame est de nouveau chauffé, il y a désorption du mercure piégé et mesure par une lampe spécifique,

La stabilité, la répétabilité et la reproductibilité sont vérifiées à intervalle régulier au cours de la série d'analyses par le dosage d'un matériau certifié, Une solution certifiée à 1gHg/L est utilisée pour l'étalonnage de l'appareil.

Un sous-échantillonnage représentatif de l'ensemble des captures des 6 stations échantillonnées est conservé après inventaire en vue de l'analyse du mercure,

Afin de mettre en évidence les phénomènes de bioamplification des échantillons de poissons sont prélevés dans la chair des poissons ayant différents régimes alimentaires tels que les carnassiers comme *Acestrorhynchus* et *Hoplías*, les herbivores comme *Myloplus*, les invertivores comme *Hemigrammus* ou les omnivores comme *Trachelyopterus*, Un échantillon (variant de 5 à 50 g selon les espèces) de chair est prélevé sur la partie dorsale de l'individu, en arrière de la nageoire dorsale, Cet échantillon est conservé dans du formol 8%, avant analyse, conformément à la méthode employée par le Laboratoire d'Ecotoxicologie et Ecophysiologie des Systèmes Aquatiques (LEESA) de l'Université Bordeaux 1 (Bogreau, 2001) ou congelé. L'échantillon est dosé tel quel, sans préparation, les concentrations en mercure seront exprimées en µgHg/g PF (Poids Frais).

I.1.2. LES INVERTEBRES AQUATIQUES

Afin d'échantillonner l'ensemble de la zone, il a été nécessaire d'utiliser deux techniques de prélèvements : PEZSML et PEZADA.

Notons que nous avons délibérément pris le parti de ne pas utiliser PEZADA adapté DCE, car celui-ci impose 12 prélèvements au lieu de 7 pour PEZADA-2007. L'explication de cela se trouve dans le fait que PEZSML-2006 ne comprend que 7 prélèvements. Ainsi, en utilisant le même nombre de prélèvements il sera le cas échéant possible de comparer les stations amont et les stations aval.

I.1.2.1. PEZSML-2006 (PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE DES ZONES SOUMISES AU MARNAGE OU LENTIQUES)

Pour appréhender les diverses communautés d'invertébrés benthiques et pouvoir comparer les stations entre elles, la stratégie d'échantillonnage adoptée pour le suivi PEZSML-2006, Protocole d'Echantillonnage des Zones Soumises au Marnage ou Lentiques (Clavier *et al.*, 2010) comprend les prélèvements suivant :

- cinq substrats artificiels (SOS), Substrats Organiques Standards, immergés pendant trois semaines ;
- deux prélèvements en berge sur substrat organique, au filet troubleau pendant 1 minute ;
- un prélèvement de sédiment dans le chenal sur substrat organique (sable) d'un volume de 0,1 m³ (si possible).

I.1.2.2. PEZADA-2007 (PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE DES ZONES AMONT OU DIFFICILES D ACCES)

Les prélèvements des stations amont ont été effectués par le biais du Protocole d'Echantillonnage des Zones Amont ou Difficiles d'Accès 2007 (PEZADA-2007) (Guillemet *et Manchon*, 2007).

Dans la mesure du possible, les mêmes habitats ou ceux présentant le plus de similarité sont échantillonnés sur chacune des stations. Les habitats les plus biogènes sont privilégiés (macrophytes, blocs, *etc.*).

A l'intérieur du segment isolé l'opérateur réalise :

- 4 prélèvements au filet troubleau (≈ 30 cm X 30 cm d'ouverture et 300 μ m de vide de maille) :
 1. Le préleveur opère à contre-courant à une distance d'environ 1 m de la rive et une profondeur variant de 0,1 m à 1 m ;
 2. Durant une minute, un transect parallèle à la berge d'environ 2 m est parcouru avec le troubleau en perturbant les premiers centimètres des sédiments.
- 3 prélèvements à la drague à sédiments :

1. Un point est choisi aléatoirement sur le segment isolé ;
2. $\approx 20 \text{ cm}^3$ de sédiment sont prélevés avec une drague représentant la moitié d'une bassine de 20x20x10 cm ;
3. Le sédiment récolté est rincé par brassage manuel à trois reprises et le surnageant est récupéré dans un filet de 200 μm de vide de maille.

I.1.2.3. TRAITEMENT DES ECHANTILLONS

L'ensemble du matériel récolté est conservé dans de l'alcool à 70% puis trié au laboratoire sous loupe binoculaire. Un dénombrement est également réalisé, le plus souvent par famille lorsque les connaissances le permettent, à l'aide de clés de détermination spécifiques au contexte guyanais (Thomas *et al.*, 2005 ; Depuis, 2001 ; Scibona, 1999 ; Orth *et al.*, 2001 ; *etc.*) ou relatives aux invertébrés aquatiques des zones européennes (Tachet *et al.*, 2000 ; 2002) et nord-américaines (Merrit et Cummins, 1988). Seuls les éphéméroptères sont identifiés jusqu'au niveau systématique du genre, en vue du calcul du SMEG (Score Moyen des Ephéméroptères Guyanais).

Aucun sous-échantillonnage n'a été effectué. Les échantillons ont été triés dans leur intégralité allouant une meilleure robustesse à la représentativité du jeu de données. Cette étape nécessite cependant un temps de réalisation important. A titre d'exemple (Barbour *et al.* 1999) estiment entre 2 et 6 h le temps nécessaire à sortir et identifier une centaine d'individus jusqu'au niveau taxonomique de l'espèce en région tempérée, où la faune est bien connue.

I.1.3. L'EAU ET LES SEDIMENTS

Les paramètres physiques ont été mesurés *in situ* lors de chaque prélèvement, selon les normes AFNOR en vigueur (Tableau 1), à l'aide d'une sonde multiparamétrique et d'un turbidimètre EUTECH. Ces appareils sont étalonnés hebdomadairement et contrôlés avant et après chaque utilisation. L'ensemble de ces opérations est tracé dans une fiche de vie du matériel.

Tableau 1 : Paramètres mesurés *in situ* et normes associées

Paramètres physiques	Unité	Norme
Conductivité	$\mu\text{S/cm}$	NF EN 27888
Oxygène dissous	mg/L et %	NF EN 25814
pH	u, pH	NF T 90-008
Température	$^{\circ}\text{C}$	Sonde
Turbidité	NTU	NF EN ISO 7027

Les prélèvements réalisés par le laboratoire environnement HYDRECO respectent les prescriptions des documents de référence suivants :

- norme NF EN ISO 5667 (Qualité de l'Eau – Echantillonnage),
- guide des prescriptions techniques pour la surveillance physico-chimique des milieux aquatiques (AQUAREF, version 2011),

- Document COFRAC 1006 (Recommandations et exigences relatives au prélèvement de l'eau applicables dans le cadre des programmes 100-1 et 100-2),
- norme NF EN ISO CEI 17025 (recommandations générales)

Onze paramètres chimiques (Tableau 2) ont été analysés dans l'eau par le laboratoire HYDRECO selon les normes AFNOR en vigueur et des techniques reconnues par des laboratoires spécialisés et par un laboratoire partenaire prestataire. Le laboratoire est inscrit, depuis 1999, à trois programmes d'essais inter laboratoires (A.G.L.A.E.) sur eau douce qui comprennent l'ensemble des paramètres analysés et mesurés dans le cadre de cette étude.

Tableau 2 : Paramètres chimiques analysés sur les échantillons aqueux et normes associées.

Paramètres chimiques	Unité	Norme	Abréviation
Demande Chimique en Oxygène	mgO ₂ /L	ISO 15705 : 2002	ST-DCO
Matières En Suspension	mg/L	NF EN 872	MES
Demande Biologique en Oxygène	mgO ₂ /L	NF EN1899-2	DBO
Azote kjeldhal	mgN/L	NF T 90 110	NK
Ammonium	mg NH ₄ /L	NF T 90-015-2	NH ₄
Nitrites	mg NO ₂ /L	NF EN 26777	NO ₂
Nitrates	mg NO ₃ /L	Méthode interne (kit)	NO ₃
Orthophosphates	mg PO ₄ /L	NF EN ISO 6878	oPO ₄
Phosphore total	mg P/L	NF EN ISO 6878	P total
Chlorures	mg Cl/L	NF EN ISO 9297	Cl
Indice Hydrocarbure	mg/L	NF EN ISO 9377-2	HCT

L'indice hydrocarbure a été dosé par un laboratoire partenaire, Ce paramètre est accrédité.

Les zones de sédimentation où la vitesse d'écoulement du cours d'eau est faible constituent les zones de prélèvements privilégiées. Le substrat le plus fin est le plus à même de fixer les éléments et constitue la cible prioritaire des prélèvements. Il est pris soin d'éviter les sédiments trop sableux ou sablo-graveleux sauf si un dépôt important de particules fines est noté. Une attention particulière est apportée aux prélèvements afin de ne pas lessiver les sédiments lors de la remontée des engins utilisés (dragues).

Un prélèvement est réalisé sur chaque station. Il est conservé à l'abri de la lumière et au froid pour stopper toute activité biologique. En laboratoire, les sédiments sont séchés selon la norme NF EN 12880. Les analyses seront réalisées sur la fraction <2mm préalablement broyée.

Tableau 3 : Paramètres analysés sur les sédiments et normes associées.

Paramètres	Unité	Norme	Abréviation
Aluminium	mgAl/kg MS	NF EN ISO 22036	Al
#Arsenic	mgAs/kg MS	NF EN ISO 22036	As
#Cadmium	mgBa/kg MS	NF EN ISO 22036	Cd
#Chrome	mgCr/kg MS	NF EN ISO 22036	Cr
#Cuivre	mgCu/kg MS	NF EN ISO 22036	Cu
Fer	mgFe/kg MS	NF EN ISO 22036	Fe
#Manganèse	mgMn/kg MS	NF EN ISO 22036	Mn
#Nickel	mgNi/kg MS	NF EN ISO 22036	Ni
#Plomb	mgPb/kg MS	NF EN ISO 22036	Pb
#Selenium	mgSe/kg MS	NF EN ISO 22036	Se
#Zinc	mgZn/kg MS	NF EN ISO 22036	Zn
#Calcium	mgCa/kg MS	NF EN ISO 22036	Ca
#Magnésium	mgMg/kg MS	NF EN ISO 22036	Mg
#Potassium	mgK/kg MS	NF EN ISO 22036	K
#Sodium	mgNa/kg MS	NF EN ISO 22036	Na
Indice Hydrocarbure	mg/kg MS	NF X31-410	HCT
Mercuré	mgHg/kg MS	Méthode par amalgame	Hg

MS : Matière sèche

Tous les paramètres (sauf le mercure) ont été analysés par un laboratoire partenaire, Les paramètres signalés par un "#" sont accrédités.

Les paramètres physiques ont été mesurés *in situ* lors de chaque prélèvement, selon les normes AFNOR en vigueur (Tableau 1), à l'aide d'une sonde multiparamétrique et d'un turbidimètre EUTECH. Ces appareils sont étalonnés hebdomadairement et contrôlés avant et après chaque utilisation. L'ensemble de ces opérations est tracé dans une fiche de vie du matériel.

I.2. ECHANTILLONNAGE PAR STATION ET DESCRIPTIONS

Les six stations principalement étudiées sont décrites ici, ainsi que les méthodes d'échantillonnage utilisées. Une septième station est également décrite : Karouabo. En effet, celle-ci est couramment échantillonnée durant le suivi des retombés des produits de propulsions suite aux décollages d'Ariane 5 et permet donc de compléter les inventaires réalisés dans le cadre du présent rapport (Guillemet *et al.*, 2013).

I.2.1. ROCHE NICOLE

Cette station se situe au Nord du CSG, proche du littoral (Figure 1). Cette station est principalement une zone de pripi composée d'une grande étendue d'eau avec des bordures en partie rocheuses à faible potentiel biogène (Photo 1).



Photo 1 : Zone rocheuse en saison des pluies, à Roche Nicole (Source : Hydreco)

Les bords sont également constitués de nombreuses macrophytes qui jouent fréquemment un rôle important dans le maintien des populations de poissons (Photo 2). En effet, ce type de milieu est utilisé à la fois comme nurserie et comme ressources alimentaires pour les espèces herbivores, insectivores, détritivores et omnivores. Il est également utilisé comme zone de refuge vis-à-vis des piscivores. Ainsi, ces macrophytes jouent un rôle important dans le maintien des relations proies/prédateurs au sein de cet écosystème.

Derrière cette bordure, une zone de végétation terrestre, à tendance arbustive, est également observée (Photo 2). Celle-ci peut présenter un intérêt pour les populations aquatiques, par un apport exogène de ressource alimentaire.



Photo 2 : Bordure de macrophytes et zone arbustive en saison des pluies, à Roche Nicole
(Source : Hydreco)

Ainsi, cette station a été échantillonnée en saison des pluies (le 23/04/2015), saison pendant laquelle 4 nasses ont été posées, une identification à vue a été effectuée et enfin un coup de senne a été réalisé. En revanche, pour la saison sèche (le 15/09/2014), seules 5 nasses ont été posées dans la mesure où les autres méthodes n'avaient pas apporté beaucoup plus d'information lors du premier échantillonnage.



Photo 3 : Nasse posée en zone rocheuse, à Roche Nicole (Source : Hydreco)



Photo 4 : Nasse posée en zone de macrophytes, à Roche Nicole (Source : Hydreco)

I.2.2. PRIPRI

Cette station est située au sud de Roche Nicole, dans une zone de pripri. Elle est dominée par les macrophytes, qui représentent un fort potentiel biogène, que ce soit pour l'ichtyofaune ou pour les invertébrés aquatiques.

Cependant, le manque d'eau en saison des pluies et la grande difficulté d'accès ont rendu l'échantillonnage difficile. Ainsi, seulement deux nasses ont pu être posées durant 30 minutes chacune (Photo 5).

L'échantillonnage a été réalisé en saison des pluies (le 23/04/2014), mais l'absence d'eau n'a pas permis d'effectuer des prélèvements durant la saison sèche.



Photo 5 : Chemin d'accès à la station Pripri (Source : Hydreco)

I.2.3. KAROUABO UPG

Cette station se situe sur la crique Karouabo, près de la savane Elizabeth (Figure 1). C'est une zone de pripri avec des habitats proches de ceux observés à Roche Nicole. Ce milieu est donc caractérisé par un faible courant. Ses bordures sont dominées par les macrophytes et de nombreux Moucou-Moucou (Photos 6 et 7).



Photo 6 : Bordure de macrophyte en saison des pluies, sur la station Karouabo UPG (Source : Hydreco)



Photo 7 : Bordure de macrophytes et de moucou-moucou en saison des pluies, sur la station Karouabo UPG (Source : Hydreco)

Ces milieux ont un fort potentiel biogène. Ils sont utilisés par les poissons comme habitats, c'est-à-dire comme nurserie et comme ressources alimentaires pour les espèces herbivores, insectivores, détritivores et omnivores. Comme à Roche Nicole, ces milieux servent de refuges vis-à-vis des piscivores et peuvent donc avoir une place importante dans les relations proies/prédateurs.

Cette station a été échantillonnée à deux reprises. La première campagne a été réalisée le 05/05/2014, en saison des pluies. Quatre nasses ont été posées, ainsi qu'un filet tramail. En saison sèche, l'échantillonnage a été fait le 21/09/2014 selon le même protocole complété par une détermination à vue.

I.2.4. KAROUABO AMONT

Cette station est à l'amont de la crique Karouabo. C'est une Petite Masse d'Eau (PME) caractérisée par un faible courant et un fort couvert végétal, pouvant être à l'origine d'un apport nourricier exogène. Cette crique est délimitée par un lit bien marqué dont les bordures sont dominées par des tapis racinaires. De plus, le substrat est dominé à la fois par le sable et de la litière (Photo 8).



Photo 8 : Station Petite Masse d'Eau en saison des pluies sur Karouabo Amont (Source : Hydreco)

Cette station a été échantillonnée *via* le protocole PME en saison des pluies (le 07/05/2014) et en saison sèche (le 04/09/2014).

I.2.5. PASSOURA AMONT

Cette station est également une PME. Elle est caractérisée par un fort couvert végétal, pouvant être à la source d'un important apport exogène de nourriture. Son lit est aussi fortement marqué et son courant est de vitesse moyenne. Les berges sont dominées par de nombreux tapis racinaires. De plus, de nombreux embâcles et macrophytes sont présents sur le site. Ces caractéristiques offrent à cette station un potentiel biogène important puisqu'elles sont utilisées par les poissons comme zones refuges vis-à-vis des prédateurs, mais aussi comme ressource alimentaire. De plus, le substrat est principalement composé de sable et de litière (Photos 9, 10, 11).



Photo 9 : Substrat et berges de la Petite Masse d'Eau en saison des pluies, sur la Passoura Amont (Source : Hydreco)



Photo 10 : Macrophytes et embâcles de la Petite Masse d'Eau en saison des pluies, sur la Passoura Amont (Source : Hydreco)



Photo 11 : Substrats et embâcle sur la Petite Masse d'Eau en saison des pluies, sur la Passoura Amont (Source : Hydreco)

Le protocole PME a permis d'échantillonner cette station aussi bien en saison des pluies (le 06/05/2014) qu'en saison sèche (le 17/09/2014).

I.2.6. PASSOURA AVAL

Cette station, de type fluvial et sous influence de la marée, est caractérisée par une très forte ouverture du couvert végétal. Les berges sont très encombrées et composées de nombreux arbustes retombant dans le cours d'eau. Des macrophytes sont également présents. Ces éléments sont aussi bien utilisés comme étant des zones de refuge par l'ichtyofaune face aux prédateurs, mais également comme ressources nourricières d'origine endogène et exogène. Ce site est de faible largeur (entre 20 et 40m) (Photos 12, 13, 14).



Photo 12 : Couvert végétal et encombrement des berges en saison de pluies, sur la station Passoura Aval (Source : Hydreco)

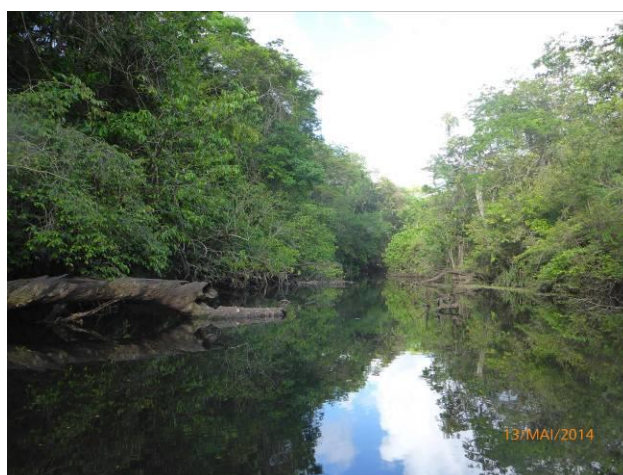


Photo 13 : Couvert végétal, encombrement des berges et embâcles en saison des pluies, sur la station Passoura Aval (Source : Hydreco)



Photo 14 : Macrophytes en saison de pluies, sur la station Passoura Aval (Source : Hydreco)

Le protocole utilisé dans le cadre de la DCE a été appliqué en saison sèche (le 17/09/2014). Ainsi, l'habitat a été caractérisé durant la saison sèche, afin de rendre possible le calcul de l'Indice Poisson de Guyane (IPG). En effet, l'IPG ne peut être calculé qu'à partir des données relevées en saison sèche. En saison des pluies (le 14/05/2014), seules deux batteries de files ont été posées, soit la moitié des filets posés en saison sèche.

I.3. DIFFICULTES RENCONTREES DURANT L'ECHANTILLONNAGE

De nombreuses difficultés ont été rencontrées durant l'échantillonnage réalisé en saison des pluies, durant le mois de mai 2014. Celles-ci concernent l'accès aux stations Pripri ; Karouabo Amont et Passoura Amont (*via* la piste Bartho) et Passoura Aval.

En effet, l'accès à la station Pripri était réalisable uniquement par une piste traversant une savane inondable. Cette dernière s'est révélée inondée durant la saison des pluies (Photo 15).



Photo 15 : Accès à la station Pripri par une savane inondée (Source : Hydreco)

L'accès aux stations Karouabo Amont et Passoura Amont était réalisable par la piste Bartho. Cependant, celle-ci était peu entretenue et de nombreux chablis ont été dénombrés (Photo 16). Il était alors nécessaire de les dégager pour accéder aux stations. De plus, le fort encombrement de la piste a engendré une panne du véhicule (radiateur percé) (Photo 17).



Photo 16 : Chablis sur la piste Bartho (accès aux stations Karouabo Amont et Passoura Amont) (Source : Hydreco)



Photo 17 : Passage d'un chablis en 4x4 sur la piste Bartho (accès aux stations Karouabo Amont et Passoura Amont) (Source : Hydreco)

Enfin, aucun site de mise à l'eau n'était accessible pour la station Passoura Aval. Il a alors été nécessaire de tirer la pirogue manuellement sur plusieurs mètres en forêt. De plus, suite à la mise à l'eau, le trop grand nombre de macrophytes n'a pas permis d'utiliser le moteur afin d'accéder à la station de pêche. Ainsi, il a également été nécessaire de tirer la pirogue sur l'eau sur plusieurs mètres avant de pouvoir utiliser le moteur pour atteindre la station (Photos 18 et 19).



Photo 18 : Absence de site pour la mise à l'eau sur la station Passoura Aval (Source : Hydreco)



Photo 19 : Passage dans les macrophytes pour rejoindre la station Passoura Aval (Source : Hydreco)

I.4. ANALYSE DES DONNEES

I.4.1. LES POISSONS

Un grand nombre de descripteurs est utilisé dans l'analyse des communautés. Le présent rapport s'attarde sur l'analyse de l'abondance par station, mais aussi sur la richesse spécifique et le nombre de genre et de famille observé.

De plus, le pourcentage d'espèces déterminantes ZNIEFF au sein d'une station est également calculé de la manière suivante :

$$p_i \text{ ZNIEFF} = N_{\text{ZNIEFF}} / N_{\text{total}}$$

Avec, $p_i \text{ ZNIEFF}$: le pourcentage d'espèces déterminantes ZNIEFF ; N_{ZNIEFF} : le nombre d'espèces déterminantes ZNIEFF et N_{total} : le nombre d'espèces total.

Le niveau de diversité d'espèces des stations est calculé via les indices de Shannon et de Simpson. Ce dernier présente l'intérêt d'être limité entre 0 et 1, où 0 est la probabilité la plus élevée de rencontrer des espèces différentes dans la station. L'indice de Shannon est calculé de la manière suivante :

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Avec, H' : l'indice de Shannon et p_i : la proportion d'individu de l'espèce i dans la station.

Tandis que l'indice de Simpson se calcule ainsi :

$$D = \sum N_i(N_i-1)/N_{\text{tot}}(N_{\text{tot}}-1)$$

Avec, D : l'indice de Simpson ; N_i : le nombre d'individus de l'espèce i et N_{tot} : le nombre total d'individus.

A cela s'ajoute le calcul de l'Equitabilité *via* :

$$R = H'/\log_2(RS)$$

Avec, R : l'Equitabilité ; H' : l'indice de Shannon et RS : la richesse spécifique.

Enfin, l'Indice Poisson de Guyane (IPG) est calculé pour la station Passoura Aval. La méthode de calcul de l'IPG est décrite dans le rapport de [Monchaux et al. \(2014\)](#) et les classes de qualité sont détaillées en partie I.2.1..

I.4.2. LES INVERTEBRES AQUATIQUES

Sans être aussi informative que le niveau taxonomique du genre ou de l'espèce, la famille fournit des informations écologiquement exploitables et diminue la marge d'erreur entre les échantillons ([Barbour et al., 1999](#)). Ainsi, l'abondance et la richesse à ce niveau taxonomique seront analysées.







Le pourcentage ETP (Ephémères, Trichoptères, Plécoptères) sera également calculé. Cet indice permet d'intégrer la notion de diversité mais également de qualité biologique, les Ephémères, Trichoptères et Plécoptères étant considérés comme des taxons polluosensibles.

Enfin, le **SMEG** est un indice biotique. Il permet de déterminer directement la qualité du milieu à partir de critères de présence-absence des genres d'éphéméroptères bio-indicateur de qualité ou, au contraire, de pollution des eaux. L'indice est calculé à partir d'une échelle de cotation variant de 0 à 6 (Tableau 1). Cette indice a récemment été modifié ([Clavier et al., 2014](#)) principalement sur la redéfinition des classes d'intégrité. Cependant, il ne sera pas utilisé ici, nous utiliserons le SMEG originel ([Thomas et al., 2001](#)) car les nouvelles classes ne sont pas valables pour l'hydro écorégion 51 dans laquelle sont situées toutes les stations de cette étude.

Chaque Unité Opérationnelle (genres) est affectée d'une valeur comprise entre 1 et 5 selon sa polluosensibilité. Les éphéméroptères sont considérés comme de bons indicateurs biologiques de la qualité des eaux courantes (Lenat, 1988 et 1993 ; Rosenberg & Resh, 1993 ; etc.). Qualitativement, le nombre de genres connus en Guyane est actuellement de 48, soit plus que les hétéroptères et les coléoptères réunis (Depuis, 2001).

- Le SMEG se calcule de la manière suivante :
 - ↪ Etablissement d'un Score Total résultant de la somme des Scores Individuels des Unités Opérationnelles (U.O.) répertoriées à la station considérée.
 - ↪ Calcul d'un Score Moyen, obtenu à partir du Score Total, divisé par le nombre d'U.O.
 - ↪ Addition d'un "apport diversité", chaque taxon comptant pour 0,1 point.
 - ↪ Détermination de la classe d'intégrité du cours d'eau en fonction de la note obtenue.
 - ↪ Enfin, un test de robustesse est appliqué. Ce test consiste à éliminer l'unité opérationnelle la plus polluosensible considérant qu'il s'agit d'un événement fortuit (ensemencement exogène) et à recalculer la note indiciaire à partir du jeu de données ainsi obtenu. Si l'écart entre les deux notes est important, il est probable que le SMEG soit surestimé.

Tableau 4 : Classe d'intégrité des cours d'eau guyanais selon l'indice SMEG

Nombre d' U. O.	S.M.E.G	Communauté des Ephémères	Classe	Code couleur	Signification	Etat des cours d'eau
au moins 4	$i > 4,5$	naturelle ou presque naturelle	I		Très bonne qualité	criques de faible largeur ou petites rivières sans impact anthropique notable Ex : Grand Inini
au moins 4	$4 < i < 4,5$	peu altérée	II		Bonne qualité	références faiblement impactées, ou stations suffisamment éloignées des impacts pour une récupération importante Ex : Takari Tamé, crique Vénus, Courcibo
au moins 4	$3 < i < 4$	assez altérée	III		Qualité passable	influences anthropiques durables mais d'intensité moyenne Ex : Saut Lucifer, Leblond
au moins 3	$2 < i < 3$	fortement altérée	IV		Mauvaise qualité	références exposées à des impacts anthropiques aigus et soutenus ou à conditions naturelles défavorables (oxygénation, matière organique) Ex : rivière Camopi
au moins 1	$1 < i < 2$	détruite; survie des U.O. de catégorie 1	V		Très mauvaise qualité	pollutions importantes; fort déficit en O2 et/ou substratum très modifié Ex : Karouabo
aucune U.O.	0	pas d'Ephémère	VI		Qualité catastrophique	cours d'eau dépourvus de macro-invertébrés polluosensibles (EPT etc.) Ex : Kerrenroch (Sinnamary aval)

II. RESULTATS

II.1. L'ICHTYOFAUNE

Un total de 2770 poissons et 54 espèces a été recensé au sein des six stations durant les deux campagnes de pêche en saison des pluies (mai 2014) et en saison sèche (septembre 2014). Ces espèces appartiennent à 45 genres et 20 familles différents (Annexe 1). La majorité de ces espèces ont déjà été recensées lors des différentes études et suivis réalisés sur la zone du Centre Spatial Guyanais depuis 1995 (Cf, Phase 0 : Etude bibliographique). Seuls 4 espèces sont nouvelles pour le bassin versant de la Karouabo mais déjà présentes sur les autres criques côtières de la zone spatiale telles que la Passoura : *Batroglanis raninus*, *Callichthys callichthys*, *Helognes marmoratus*, *Hemigrammus unilitaeniatus* et *Hemigrammus rodwayi*.

La figure 3 représente les principales familles qui composent les populations de poissons échantillonnées sur toutes les stations pendant les deux campagnes de pêche. Les Characidae sont les plus importants suivis des Curimatidae qui sont plus de 4 fois moins nombreux.

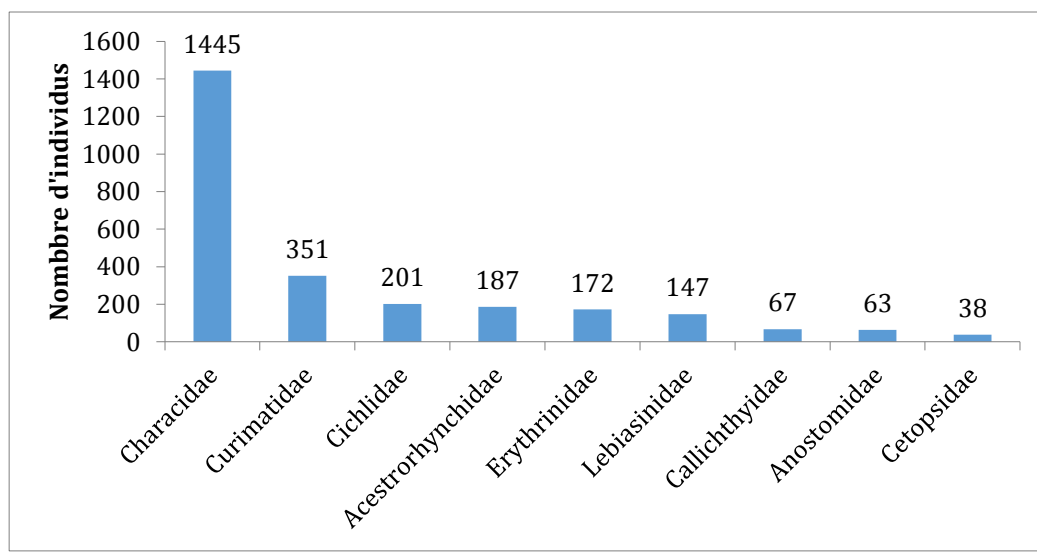


Figure 3 : Répartition de l'abondance des individus au sein des principales familles majoritaires dans toutes les stations pour les deux saisons d'échantillonnage

De plus, une liste complète des espèces échantillonnées est présentée en annexe 1.

II.1.1. INDICES DESCRIPTIFS DES POPULATIONS DE CHAQUE STATION

Dans la Karouabo amont (Tableau 5), 66 poissons ont été capturés pour un total de 13 espèces en saison des pluies. En revanche, 18 espèces ont été identifiées en saison sèche pour un total de 127 individus. Concernant les indices de Shannon et de Simpson obtenus, ils montrent une plus forte diversité en saison des pluies malgré une richesse spécifique totale inférieure. L'indice d'équitabilité est plus important en saison des pluies (0,84) qu'en saison sèche (0,75).

Tableau 5: Descripteurs de la station Karouabo Amont en saison sèche (SS) et saison des pluies (SP)

STATION		H'	R	D	Nsp (ZNIEFF)	p(i) (ZNIEFF)	Nb Familles	Nb Genres	RS	N(i)
Karouabo Amont	SP	3,194	0,839	0,145	1	0,076	10	13	13	66
	SS	3,132	0,751	0,150	1	0,044	12	17	18	127

(H' : Indice de Shannon ; R : Equitabilité ; D : Indice de Simpson, Nsp (ZNIEFF) : Nombre d'espèces d'intérêt ; p(i) ZNIEFF : proportion d'abondance ZNIEFF ; RS : Richesse spécifique totale ; N(i) : Nombre total d'individus)

Dans la **Karouabo UPG** (Tableau6), la saison des pluies a fourni un échantillon plus abondant qu'en saison sèche avec 172 individus en mai contre 121 en septembre..L'identification à vue a permis de relever plus d'espèces en saison sèche

Tableau 6: Descripteurs de la station Karouabo UPG en saison sèche (SS) et saison des pluies (SP)

STATION		H'	R	D	Nsp (ZNIEFF)	p(i) (ZNIEFF)	Nb Familles	Nb Genres	RS	N(i)
Karouabo UPG	SP	2,555	0,769	0,211	2	0,36	10	10	10	172
	SS	2,038	0,569	0,379	1	0,59	12	12	12	121

(H' : Indice de Shannon ; R : Equitabilité ; D : Indice de Simpson, Nsp (ZNIEFF) : Nombre d'espèces d'intérêt ; p(i) ZNIEFF : proportion d'abondance ZNIEFF ; RS : Richesse spécifique totale ; N(i) : Nombre total d'individus)

Sur la **Passoura amont** (Tableau 7), les abondances sont les mêmes entre mai et septembre. Toutefois, 21 espèces ont été identifiées pendant la saison des pluies, alors qu'en saison sèche 16 espèces seulement ont été trouvées. Cette station présente une équitabilité forte pendant les deux saisons. De plus, les indices de Simpson et Shannon calculés pour les deux saisons montrent une diversité importante dans cette station. Cependant, le nombre et la proportion d'abondance d'espèces déterminantes ZNIEFF sont faibles.

Tableau 7: Descripteurs de la station Passoura Amont en saison sèche (SS) et saison des pluies (SP)

STATION		H'	R	D	Nsp (ZNIEFF)	p(i) (ZNIEFF)	Nb Familles	Nb Genres	RS	N(i)
Passoura Amont	SP	3,910	0,890	0,075	2	0,028	14	19	21	72
	SS	3,122	0,764	0,154	3	0,071	12	15	16	70

(H' : Indice de Shannon ; R : Equitabilité ; D : Indice de Simpson, Nsp (ZNIEFF) : Nombre d'espèces d'intérêt ; p(i) ZNIEFF : proportion d'abondance ZNIEFF ; RS : Richesse spécifique totale ; N(i) : Nombre total d'individus)

Sur la **Passoura Aval** (Tableau 8), l'échantillon de la saison sèche était six fois plus important qu'en saison des pluies. En effet, 839 individus ont été récoltés en septembre alors que le nombre total de poissons pêchés en mai ne s'élevait qu'à 139. Encore une fois cet écart est expliqué par la pression d'échantillonnage deux fois moins forte en saison des pluies qu'en saison sèche avec 2 batteries de filets posées en mai contre 4 en septembre. C'est dans cette station que le plus grand nombre d'espèces a été obtenu, avec un total de 24 espèces identifiées en saison sèche. C'est également cet échantillonnage qui contenait le plus grand nombre d'espèces déterminantes ZNIEFF (5). De plus 30% et 42% des individus pêchés respectivement en saison des pluies et saison sèche sont des espèces déterminantes ZNIEFF. L'équitabilité est bonne pendant les deux saisons, avec pour la saison sèche un indice s'élevant à 0,68 et 0,64 en saison des pluies. Les indices de diversité de simpson sont bons pour les deux saisons. De plus, l'Indice Poisson de Guyane a été calculé. La note est de 0,53 et montre que cette station est de qualité moyenne.

Tableau 8: Descripteurs de la station Passoura Aval en saison sèche (SS) et saison des pluies (SP)

STATION		H'	R	D	Nsp (ZNIEFF)	p(i) (ZNIEFF)	Nb Familles	Nb Genres	RS	N(i)
Passoura Aval	SP	2,562	0,641	0,203	5	0,30	9	16	16	139
	SS	3,130	0,683	0,195	5	0,42	10	23	24	839

(H' : Indice de Shannon ; R : Equitabilité ; D : Indice de Simpson, Nsp (ZNIEFF) : Nombre d'espèces d'intérêt ; p(i) ZNIEFF : proportion d'abondance ZNIEFF ; RS : Richesse spécifique totale ; N(i) : Nombre total d'individus)

A **Roche Nicole** (Tableau 9), l'abondance totale observée en saison des pluies était près de deux fois plus importante qu'en saison sèche. De plus, la richesse spécifique totale est faible dans les deux échantillons. Une forte abondance et une faible richesse expliquent les petits indices de Shannon calculés dans les deux saisons. Les faibles valeurs d'équitabilité sont expliquées par le fait qu'une seule espèce participe principalement à l'abondance totale, soit *Hemigrammus rodwayi*). Cette faible diversité est principalement due au type de milieu qui nécessite un échantillonnage de type piège avec un appât qui attire une seule catégorie de poisson.

Parmi les sept espèces identifiées en saison des pluies, deux sont des espèces déterminantes ZNIEFF (*Hemigrammus ora*, et *Krobia guianensis*) (Photos 20, 21). Néanmoins ces dernières étaient peu abondantes dans l'échantillon. En effet, la proportion d'abondance de ces espèces n'est que de 1,4% de l'abondance totale.

Tableau 9: Descripteurs de la station Roche Nicole en saison sèche (SS) et saison des pluies (SP)

STATION		H'	R	D	Nsp (ZNIEFF)	p(i) (ZNIEFF)	Nb Familles	Nb Genres	RS	N(i)
Roche Nicole	SP	0,556	0,198	0,854	2	0,01	4	6	7	759
	SS	0,649	0,325	0,772	0	-	3	4	4	360

(H' : Indice de Shannon ; R : Equitabilité ; D : Indice de Simpson, Nsp (ZNIEFF) : Nombre d'espèces d'intérêt ; $p(i)$ ZNIEFF : proportion d'abondance ZNIEFF ; RS : Richesse spécifique totale ; $N(i)$: Nombre total d'individus



Photo 20 : *Hemigrammus ora* (Source : Hydreco)



Photo 21 : *Krobia guianensis* (Source : Hydreco)

Dans la station de **Pripri** (Tableau 13), un seul échantillonnage a été effectué en saison des pluies (mai). 45 poissons ont été récoltés répartis dans 8 espèces appartenant à 5 familles. La diversité de Simpson est relativement bonne, tout comme l'équitabilité (0,70). Les individus sont donc bien répartis au sein des espèces malgré leur faible nombre. Une seule espèce déterminante ZNIEFF a été identifiée (*Hyphessobrycon simulatus*) et celle-ci ne compose que 4,4% de l'échantillon.

Tableau 10: Descripteurs de la station Pripri en saison sèche (SS)

STATION		H'	R	D	Nsp (ZNIEFF)	$p(i)$ (ZNIEFF)	Nb Familles	Nb Genres	RS	$N(i)$
Pripri	SP	2,211	0,697	0,268	1	0,044	5	8	8	45
	SS	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(H' : Indice de Shannon ; R : Equitabilité ; D : Indice de Simpson, Nsp (ZNIEFF) : Nombre d'espèces d'intérêt ; $p(i)$ ZNIEFF : proportion d'abondance ZNIEFF ; RS : Richesse spécifique totale ; $N(i)$: Nombre total d'individus)

II.1.2. LES ESPECES DETERMINANTES ZNIEFF

Une Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) est « un secteur du territoire national pour lequel les experts scientifiques ont identifié des éléments remarquables du patrimoine naturel ». Ces zones sont caractérisées grâce à la présence d'espèces patrimoniales qui ont été identifiées par des experts du Conseil Scientifique du Patrimoine Naturel (CSRPN). Ces espèces, animales ou végétales, ont été choisies en fonction

de leur statut biologique, de leur rareté, de leur fidélité à un type d'habitat ou encore de leur sensibilité aux perturbations anthropiques. Ces listes sont des outils d'aide à la décision qui permettent l'attribution du caractère ZNIEFF à un espace naturel dans des secteurs d'intérêt patrimonial pour lesquels la région a une responsabilité face à leur conservation. (*Guide méthodologique pour la modernisation de l'Inventaire des Zones Naturelles d'Intérêts Ecologiques, Faunistiques et Floristiques (ZNIEFF) continentales. Mise à jour 2007*)

Un total de 10 espèces déterminantes ZNIEFF a été recueilli au sein de toutes les stations d'échantillonnage. Parmi celles-ci, 8 appartiennent à la catégorie E1, qui correspond à des espèces endémiques du plateau des Guyanes ; 4 d'entre elles sont endémiques de la Guyane française. Quatre espèces sont définies par leur rareté (E2), 5 espèces également font parti du groupe E7 (caractéristiques culturelles), c'est-à-dire que qu'elles présentent une forme typique présente uniquement dans la région. De plus, 4 espèces se trouvent en limite d'aire de répartition. Enfin, 4 espèces ont été retrouvées parmi celles qui présentent une fragilité d'habitat. Cette catégorie est la plus importante concernant les mesures de protection du milieu dans les zones échantillonnées. Ces 4 espèces sont : *Hemigrammus ora* (Photo 20), *Hyphessobrycon simulatus* (Photo 22), *Cyphocharax aff. spilurus* (Photo 23) et *Chaetobranchus flavescens* (Photo 24). Elles ont été capturées dans 4 des 6 stations échantillonnées.



Photo 22 : *Hyphessobrycon simulatus* (Source : Hydreco)



Photo 23 : *Cyphocharax aff. Spirulus* (Source : Hydreco)



Photo 24 : *Chaetobranchus flavescens* (Keith *et al.*, 2000)

Ainsi, *H. simulatus* a été identifié dans deux stations, la Karouabo ainsi que Pripri, même s'ils sont très peu nombreux dans cette dernière, avec 2 individus. *C. aff. spirulus* est en revanche très abondant dans la station Passoura aval, où elle a été recensée à 325 individus. C'est d'ailleurs l'espèce patrimoniale la plus abondante toutes stations confondues (Figure 4). Enfin, les deux dernières espèces (*H. ora* et *C. flavescens*) ont été capturées respectivement à Roche Nicole et dans la Passoura aval mais avec, pour ces deux espèces, peu d'individus (Figure 4). La présence de *H. ora* dans la station Roche Nicole est intéressante car c'est une espèce qui a été peu recensée en Guyane française et surtout jamais dans le cadre des études de suivi CNES.

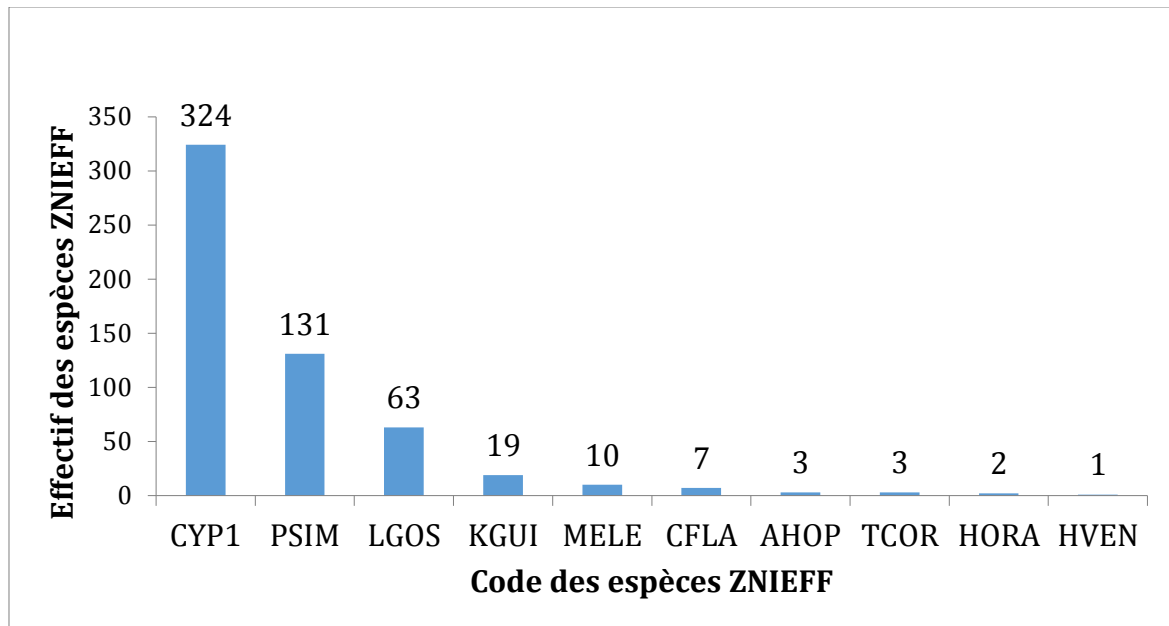


Figure 4 : Classement des espèces d'intérêt ZNIEFF en fonction de leur abondance toutes les stations pour les deux saisons d'échantillonnage

Il est à noter qu'aucune espèce identifiée lors des échantillonnages pour Ariane 6 n'appartenait à la catégorie des espèces en raréfaction sensibles aux perturbations anthropiques.

Une espèce inscrite comme déterminante ZNIEFF dans une région ne l'est pas forcément sur une zone en particulier. Pour qu'une espèce soit identifiée comme déterminante, elle doit :

- Effectuer tout ou partie de son cycle biologique (nidification, alimentation sur site des jeunes, hivernage à fonctions métaboliques ralenties) pour une zone de type I ;
- Jouer un rôle écologique en tant que prédateur, proie, espèce clef de voûte, etc., pour une zone de type II.

Dans la mesure où cet inventaire a été fait uniquement à 2 instants de l'année, les critères de saisonnalité et de cycles biologiques des espèces d'intérêts ne peuvent être vérifiés. Ces espèces permettent uniquement de pointer certains milieux comme étant intéressants et à connaître d'avantage. Mais aussi à porter une attention plus particulière lors de la construction des nouveaux bâtiments, sujet du présent rapport.

II.2. LES INVERTEBRES AQUATIQUES

II.2.1 CARACTERISTIQUE GENERALE DE LA FAUNE BENTHIQUE

Le tableau 8 récapitule l'ensemble des invertébrés aquatiques qui ont été récoltés sur les six stations au cours de l'année 2014. Les taxons entre parenthèses n'ont pu être déterminés jusqu'au niveau taxonomique familial. Soit les connaissances ne permettaient pas une identification plus aboutie, soit les individus n'avaient pas atteint le stade de maturité nécessaire, ou étaient trop dégradés pour observer les critères de classification.

Ce sont ainsi 11842 individus répartis en 53 taxons qui ont été prélevés. Le groupe taxonomique le mieux représenté est la classe des insectes avec 76% du peuplement. Dans les 8993 insectes collectés près de 70% sont des Diptères de la famille des Chironomidae (photo 25).



Photo 25 : *Larves de Chironomidae*

Tableau 11: Liste taxonomique des invertébrés aquatiques récoltés lors des deux saisons d'échantillonnages sur les 6 zones prospectées.

	SAISON DES PLUIE						SAISON SECHE					
	KAROUABO	KAROUABO AMONT	KAROUABO UPG	PASSOURA AMONT	PASSOURA AVAL	ROCHE NICOLE	KAROUABO	KAROUABO AMONT	KAROUABO UPG	PASSOURA AVAL	PASSOURA AVMONT	ROCHE NICOLE
ANNELIDE												
OLIGOCHETE	10	27	14	18	97	29	112	75	349	51	118	1172
ARTHROPODE												
ARACHNIDE			1	3	11		1		25	12	2	
BRANCHIOPODE (CONCHOSTRACE)						16	86					
COLLEMBOLE												
ENTOMOBRYOMORPHA												
ISOTOMIDAE			5						3		17	4
INSECTE												
ANISOPTERE												
CORDULIIDAE		5		2	16	1	55	6	61	3		
GOMPHIDAE								5				
LIBELLULIDAE		2									3	
COLEOPTERE												
DYTISCIDAE					1				86			2
ELMIDAE		14	5	55	2			9		6	33	1
GYRINIDAE			2									
HELODIDAE												1
HYDROPHILIDAE		2							247			
DIPTERE												
CERATOPOGONIDAE		9		63	6		5	8	256		80	27
CHIRONOMIDAE	142	266	53	770	624	40	470	641	1134	226	1436	241
CULICIDAE			2		4			3	4			
PSYCHODIDAE				1	1							
SIMULIDAE				123								
EPHEMEROPTERE												
BAETIDAE	3	2		7	3		10	67			10	3
CAENIDAE	21			46	6		3	9	11	6	3	71
EUTHYPLOCIIDAE				6							20	
LEPTOHYPHIDAE				64							7	
LEPTOPHLEBIIDAE	20	16		74	5		6	49			53	

Etat initial environnemental sur le site du C.S.G. dans le cadre d'Ariane 6
Rapport Final – HYDRECO – 2014

	SAISON DES PLUIE						SAISON SECHE					
	KAROUABO	KAROUABO AMONT	KAROUABO UPG	PASSOURA AMONT	PASSOURA AVAL	ROCHE NICOLE	KAROUABO	KAROUABO AMONT	KAROUABO UPG	PASSOURA AVAL	PASSOURA AVMONT	ROCHE NICOLE
POLYMITARCYIDAE			5						2			
<u>HETEROPTERE</u>												
BELOSTOMATIDAE							1		11			
CORIXIDAE									2			2
GERRIDAE									2			
MESOVELIIDAE									2			
NAUCORIDAE									5			
NOTONECTIDAE				7				5	5			
VELIIDAE									42		3	
<u>LEPIDOPTERE</u>												
PYRALIDAE						2						
<u>PLANIPENNIA</u>												
SISYRIDAE							1					
<u>PLECOPTERE</u>												
PERLIDAE											4	
<u>TRICHOPTERE</u>												
GLOSSOSOMATIDAE									1			
HELICOPSYCHIDAE					3						43	
HELICOPSYCHIDAE					8							
HYDROPSYCHIDAE	3				81	3	8	18			3	
HYDROPTILIDAE	2	4			8		9	2		2	15	
HYDROPSYCHIDAE					69							
LEPTOCERIDAE					24	3					23	
PHILOPOTAMIDAE			3		12							
POLYCENTROPODIDAE							10	13				
<u>ZYGOPTE</u>												
CALOPTERYGIDAE						2						
COENAGRIONIDAE									21			1
PROTONEURIDAE											1	
MALACOSTRACE												
<u>DECAPODE</u>												
EURYRHYNCHIDAE							1					
PALAEONIDAE							12		1			
<u>MYSIDA</u>												
MYSIDAE	10	11			21			3		10		
MAXILLOPODA												
<u>COPEPODE</u>												

Etat initial environnemental sur le site du C.S.G. dans le cadre d'Ariane 6
Rapport Final – HYDRECO – 2014

	SAISON DES PLUIE						SAISON SECHE					
	KAROUABO	KAROUABO AMONT	KAROUABO UPG	PASSOURA AMONT	PASSOURA AVAL	ROCHE NICOLE	KAROUABO	KAROUABO AMONT	KAROUABO UPG	PASSOURA AVAL	PASSOURA AVMONT	ROCHE NICOLE
(COPEPODE)							47		80			
OSTRACODE	31						76		28	32		86
MOLLUSQUE												
GASTEROPODE												
PLANORBIDAE							12			16		
NEMATOMORPHE		26		16				27			45	
Total général	242	392	89	1474	784	88	925	942	3012	364	1919	1611

Le nombre d'individus ainsi que le nombre de taxons récoltés est plus important en saison sèche, contrairement à ce qui a pu être observé sur cette zone dans le cadre des études menées pour le suivi d'Ariane 5 (Guillemet *et al.*, 2013). Cela est très probablement lié, à la présence dans nos deux stations PME (Petite Masse d'Eau) en tête de Bassin, sujet qui sera approfondi dans la section suivante.

II.2.2. RICHESSE ET ABONDANCE

La figure 5, représente un diagramme richesse abondance. L'abondance et la richesse taxonomique sont les descripteurs de peuplement les plus anciens et les plus élémentaires. Leur valeur écologique est toutefois limitée car elle dépend de la taille de l'échantillon et ne fait pas intervenir la fréquence relative de chaque taxon.

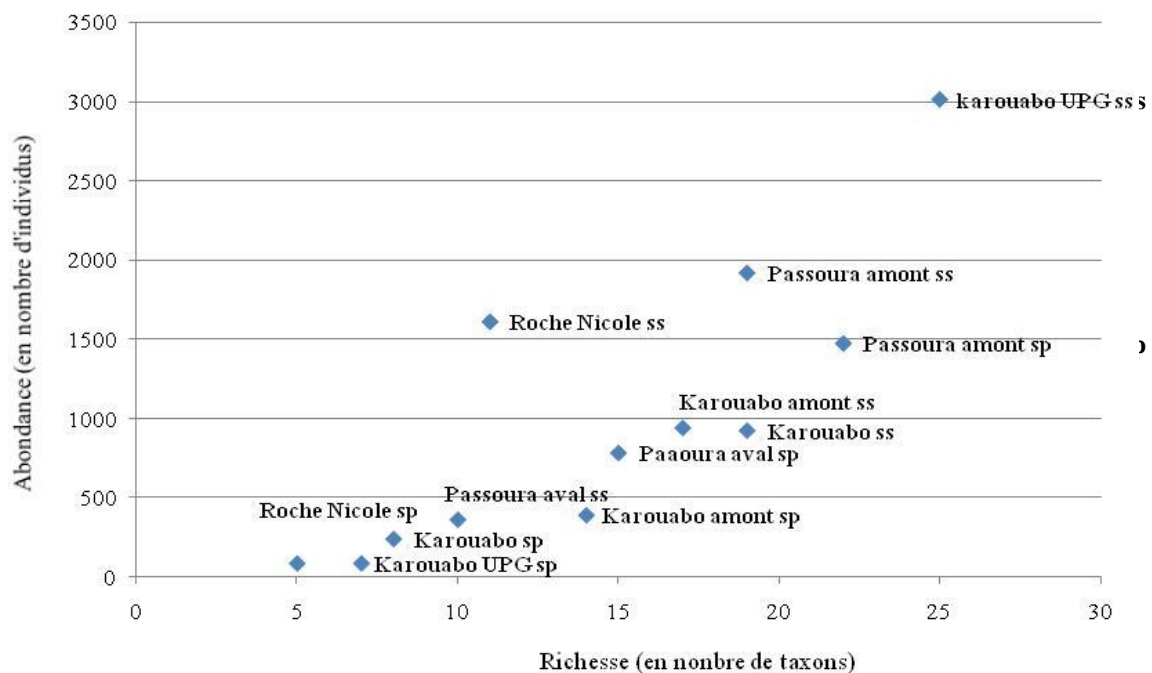


Figure 5 : Richesse et abondance rencontrées dans les six stations échantillonnées lors des saisons des pluies (sp) et de la saison sèche (ss).

Globalement, les prélèvements réalisés en saison sèche (Karouabo UPG, Passoura amont, Roche Nicole, Karouabo amont...) se retrouvent en haut à droite du diagramme ce qui signifie qu'ils ont la plus forte abondance et la plus importante richesse. A l'inverse, l'échantillonnage de saison des pluies est plutôt situé en bas à gauche (Roche Nicole, Karouabo, Karouabo UPG), ce qui indique des abondances et des richesses plus faibles.

La plus forte abondance (plus de 3000 individus ainsi que la richesse la plus importante (25 taxons) sont enregistrées au niveau de la station Karouabo UPG en saison sèche. A titre de comparaison il avait été récolté 32 taxons en 2011 sur la crique Macouria (Vigouroux *et al.*, 2012). La plus faible abondance (moins de 100 individus) et la plus pauvre des stations est Roche Nicole en saison des pluies, avec 5 taxons seulement prélevés.

Notons également que quelque soit la saison (sp. ou ss), les stations situées en amont des cours d'eau (Karouabo amont, Passoura amont) ont des richesses et des abondances bien plus élevées que les stations aval (Karouabo, Passoura aval).

II.2.3. LE POURCENTAGE EPT (EPHEMEROPTERE, PLECOPTERE, TRICHOPTERE)

Le pourcentage en E.P.T. (Ephéméroptère, Plécoptère et Trichoptère) (photo 26) est une métrique fréquemment utilisée pour déterminer la qualité d'un milieu. En effet, ces taxons sont considérés comme de bon bio-indicateurs.



Photo 26 : Larves de *Caenidae* (Ephéméroptère) à gauche ; larve de *Leptoceridae* (Trichoptère) à droite

Tout d'abord, seulement quatre Plécoptères (*Perlidae*) ont été collectés au niveau de Passoura amont en saison sèche. Pour les Trichoptères, la station Passoura amont mais cette fois en saison des pluies se démarque avec un nombre important d'individus et sept familles présentes. A l'inverse il n'y a pas de Trichoptères au niveau de Karouabo UPG et Roche Nicole. Les Ephéméroptères quant à eux sont relativement bien présents partout sauf à Karouabo UPG et Roche Nicole en saison des pluies.

La figure 6 présente les pourcentages EPT, qui ont été calculés sur les six stations et au deux saisons.

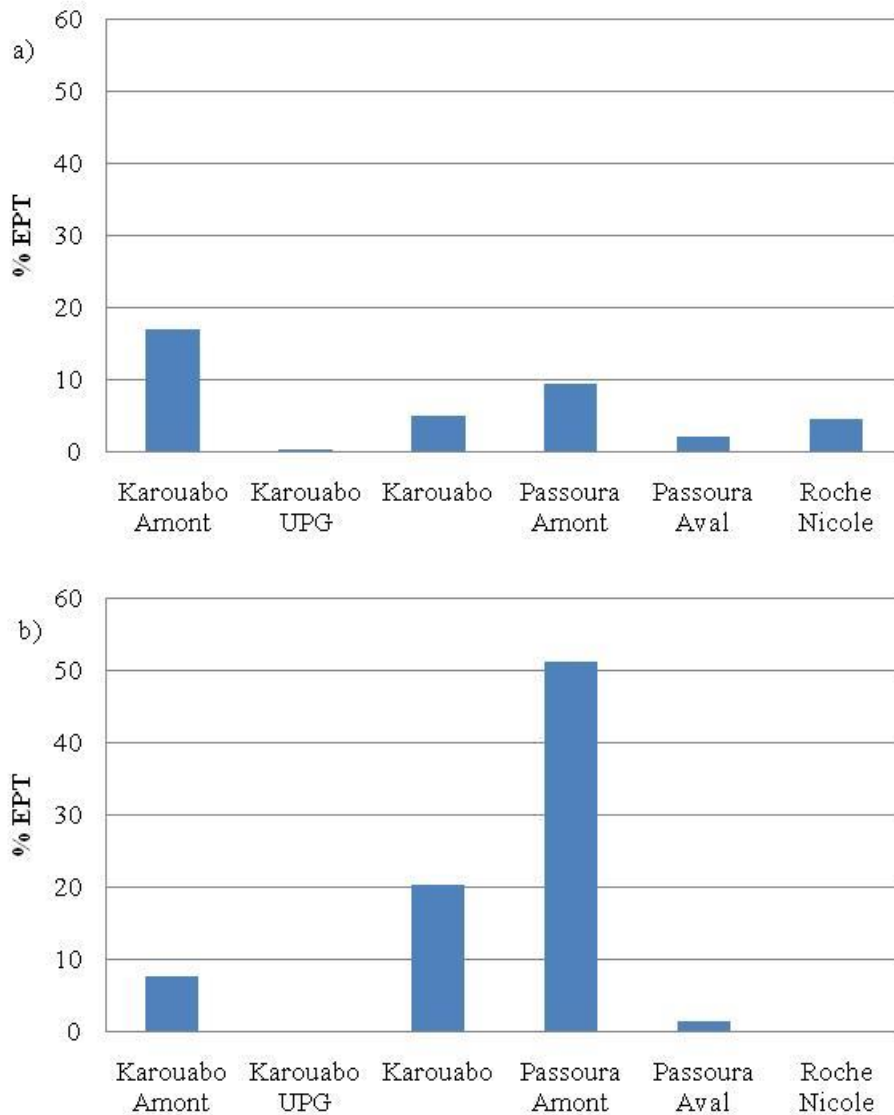


Figure 6 : Pourcentage EPT (Ephémères, Plécoptères, Trichoptères) ; a) : en saison des pluies ; b) : en saison sèche

Le fait marquant au regard de cette figure, est le pourcentage exceptionnel (plus de 50%) observés sur la Passoura Amont en saison sèche. Pour le reste, les niveaux ne sont pas très élevés puisque dans des milieux biogènes et équilibrés cet indicateur peut atteindre plus de 30% (Clavier et al., 2010).

Ensuite il faut retenir l'absence de ces taxons bio-indicateurs à Karouabo UPG et à Roche Nicole en saison sèche, tout en gardant à l'esprit que ces deux milieux n'ont pas un fort potentiel biogène.

II.2.4. LE SMEG (SCORE MOYEN DES EPHEMEROPTERE DE GUYANE)

L'indice SMEG permet, par l'intermédiaire d'une note, de déterminer la qualité des eaux en fonction de la présence ou de l'absence de taxons bio-indicateur de qualité ou au contraire de pollution.

Le tableau 15 présente le niveau d'intégrité et la qualité biologique des six stations au cours de la saison des pluies et de la saison sèche.

Tableau 12 : Note SMEG et classe d'intégrité correspondante

		Saison sèche					
		Karouabo amont	Karouabo UPG	Karouabo	Passoura amont	Passoura aval	Roche Nicole
SMEG		2,27	1	2,15	3,43	1,1	1,2
Classe d'intégrité		IV	V	IV	III	V	V
Robustesse		1,90	0	1,63	2,90	0	1
Nouvelle classe		V	VI	V	IV	VI	V
		Saison des pluies					
		Karouabo amont	Karouabo UPG	Karouabo	Passoura amont	Passoura aval	Roche Nicole
SMEG		2,30	0	1,97	3,73	3,16	0
Classe d'intégrité		IV	VI	V	III	III	VI
Robustesse		1,70	0	1,20	3,18	2,40	0
Nouvelle classe		V	VI	V	III	IV	VI

La lecture du tableau 15 est assez édifiante quant à la mauvaise qualité biologique des eaux de l'ensemble de la zone.

En effet, la classe d'intégrité VI correspond à des cours d'eau dans lesquels il n'y a pas d'Ephémères ni de macro-invertébrés polluosensible. La classe IV signifie elle, que l'on a à faire à des rivières, ou des stations, exposées à des impacts anthropiques aigus et soutenus ou à des conditions naturelles défavorable. Seules les stations (amont et aval) de la crique Passoura tirent leur épingle du jeu. En fonction des saisons, la passoura amont en particulier peut atteindre la classe III, ce qui correspond à des influences anthropiques durable mais d'intensité moyenne.

Cependant, et comme cela a déjà été évoqué dans les rapports concernant Ariane 5 (Guillemet et al., 2013 ; Vigouroux et al., 2012) le SMEG a tendance à déclasser artificiellement les petites rivières côtières qui sont naturellement plus pauvre que les cours d'eau en tête de bassin. Ce qui est d'ailleurs pris en compte, mais pas suffisamment, dans la classe IV lorsque A. Thomas parle de « conditions naturelles défavorables (oxygénation, matière organique...) » nous pourrions également rajouter, particulièrement sur les criques qui nous

intéressent ici, manque de micro habitats potentiellement biogènes ou bien hydro morphologie défavorable.

II.3. L'EAU

Les tableaux 16 et 17 présentent l'ensemble des résultats des mesures et analyses effectuées sur les 5 stations échantillonnées. Les prélèvements ont été réalisés en saison des pluies (avril et mai) et en saison sèche (septembre).

Tableau 13 : Résultats des analyses des échantillons récoltés en avril et mai 2014.

Paramètres	Roche Nicole	Karouabo Amont	Karouabo UPG	Passoura Amont	Passoura Aval	Unités
Prélevé le	23/04/14	07/05/14	06/05/14	05/05/14	14/05/14	
pH	7,02	5,14	5,00	5,04	4,90	u.ph
Température	29,3	24,6	29,7	25,0	25,5	°C
Conductivité	64	41	36	32	30	µS/cm
Oxygène dissous	66	64	46	66	39	%
	5,1	5,3	3,7	5,4	3,2	mg/l
Turbidité	1,23	1,88	1,80	1,35	2,21	NTU
MES	<2	6,5	7,7	3,2	<2	mg/l
	8,4	5,4	9,4	4,4	<2	
	6,4	3,6	11,0	<2	5,0	
ST-DCO	16,5	18,0	74,0	34,6	23,9	mgO ₂ /l
DBO	0,6	0,7	0,9	<0,5	0,8	mgO ₂ /l
Cl	14,2	9,8	9,8	9,8	9,8	mgCl/l
NK	0,59	0,55	0,50	0,52	0,57	mgN/l
P total	0,10	1,50	1,49	5,09	<0,1	mg P/l
PO ₄	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	mgPO ₄ /L
NH ₄	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	mgNH ₄ /L
NO ₃	4,17	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	mgNO ₃ /L
NO ₂	0,004	<0,003	<0,003	0,005	<0,003	mgNO ₂ /L
HCT	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	mg/l

Il ne semble pas y avoir eu un fort lessivage des terrains environnants les valeurs de turbidité sont faibles, les eaux sont considérées comme claires (Cerdan *et al.*, 2005). Cependant les fortes variations entre les 3 concentrations en MES montre une hétérogénéité du milieu.

La conductivité mesurée à la Roche Nicole est légèrement supérieure aux valeurs des autres stations. Cette grande étendue d'eau (photo 1) peu mobile est bordée par roches qui s'érodent lentement au contact de l'eau acide (ruissellement de la pluie) entraînant une minéralisation du milieu et une augmentation du pH alors que la saison des pluies se caractérise, en règle générale, par une acidification de l'eau (le pH de l'eau de pluie est aux alentours de 4,0-4,5 unités de pH).

Les mesures de températures marquent aussi la différence de milieu, les eaux de pripri , Roche Nicole et Karouabo UPG, restent plus chaudes de 4 à 5 °C que celles des milieux ouverts.

Les concentrations en nutriments (PO₄, NH₄, NO₂) sont faibles, les nitrates aussi sauf pour la Roche Nicole avec une concentration de 4,17 mg NO₃/L cependant l'origine peut être naturelle dans la mesure où aucun autre paramètre, tel l'indice hydrocarbure, ne vient corroborer l'hypothèse d'une pollution anthropique. Cet indice est d'ailleurs inférieur à 0,05mg/l sur toutes les stations.

La très faible DBO montre le peu d'activité biologique bactérienne caractéristique des milieux non dégradés. Les valeurs de la DCO vont dans le même sens.

Tableau 14: Résultats des analyses des échantillons récoltés en septembre 2014

Paramètres	Roche Nicole	Karouabo Amont	Karouabo UPG	Passoura Amont	Passoura Aval	Unités
Prélevé le	15/09/14	04/09/14	04/09/14	05/09/14	17/09/14	
pH	5,80	4,70	4,80	4,40	4,65	u.ph
Température	31,6	24,7	28,2	24,6	30,0	°C
Conductivité	72	47	38	34	32	µS/cm
Oxygène dissous	82	62	12	65	35	%
	6,2	5,1	1,5	5,4	2,8	mg/l
Turbidité	1,02	2,88	9,18	3,11	3,25	NTU
MES	<2	27,0	90,0	2,0	8,8	mg/l
	<2	6,4	7,7	2,0	10,5	
	<2	57,9	108,5	4,9	9,6	
ST-DCO	26,0	20,6	<5	38,3	61,7	mgO ₂ /l
DBO	1,3	<0,5	4,0	3,3	1,6	mgO ₂ /l
Cl	12,4	15,1	9,8	9,8	8,9	mgCl/l
NK (1)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	mgN/l
P total (1)	<0,01	<0,01	0,02	0,03	0,03	mg P/l
PO ₄	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	mgPO ₄ /L
NH ₄	<0,03	<0,03	0,03	<0,03	<0,03	mgNH ₄ /L
NO ₃	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	mgNO ₃ /L
NO ₂	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mgNO ₂ /L
HCT	0,15	0,15	0,13	<0,10	0,14	mg/l

(1) les analyses ont été réalisées par un laboratoire partenaire

Les caractéristiques physico-chimiques d'un milieu évoluent (tableaux 16 et 17 et figures 7 et 8) selon la saison. Les effets de dilution ou d'apport de par la pluie disparaissent.

Ainsi les concentrations de l'indice hydrocarbures, tout en restant très faibles, augmentent par rapport à mai tout comme la DBO. Par contre, les concentrations du Phosphore total et de l'Azote kjeldhal diminuent fortement ce qui tendrait à prouver que les apports dus au lessivage des sols par la pluie sont très importants ou il peut s'agir de retombées atmosphériques.

Pour les 4 nutriments, les concentrations restent toujours aussi faibles, il n'y a pas de différence notable entre les 2 saisons.

La moins bonne oxygénation de Karouabo UPG par rapports aux autre stations s'accroît en saison sèche, on passe de 3,7 mgO₂/l en mai à 1,5 mgO₂/l en septembre, dans le même temps la DBO passe de 0,9 à 4,0 mgO₂/l. C'est aussi sur cette station que l'augmentation des valeurs en MES est la plus importante, aux alentours de 10 fois plus d'une saison à l'autre.

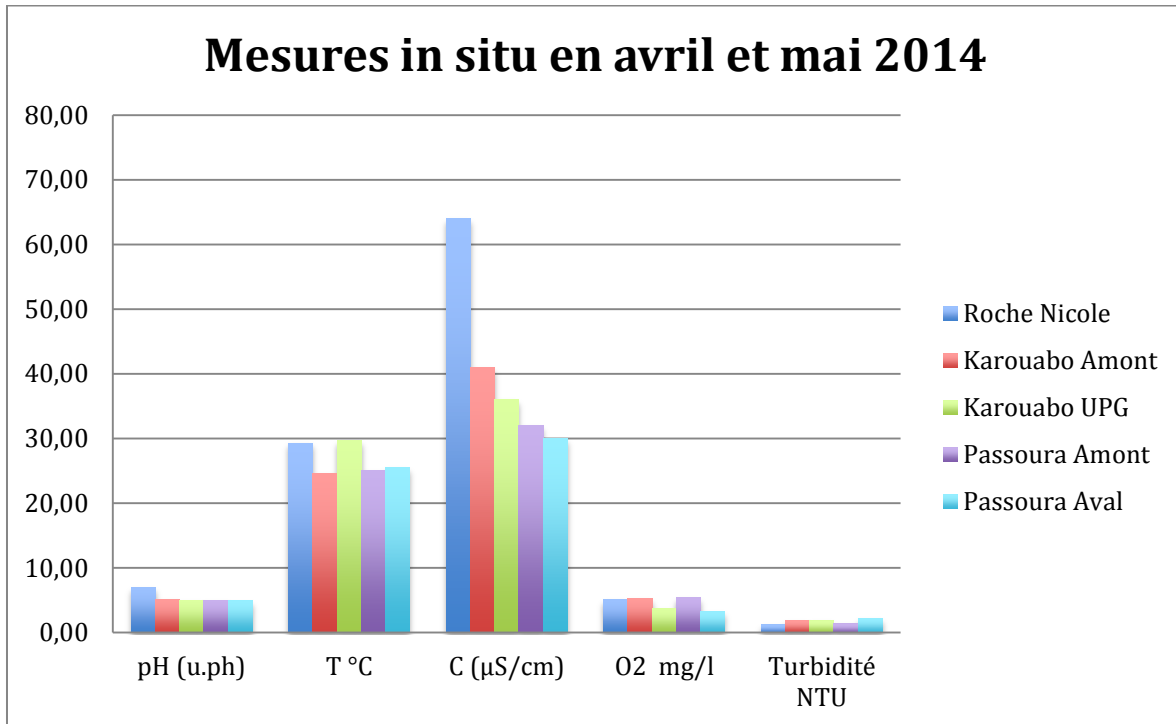


Figure 7: Mesures des paramètres physico-chimiques sur les 5 stations en avril et mai 2014

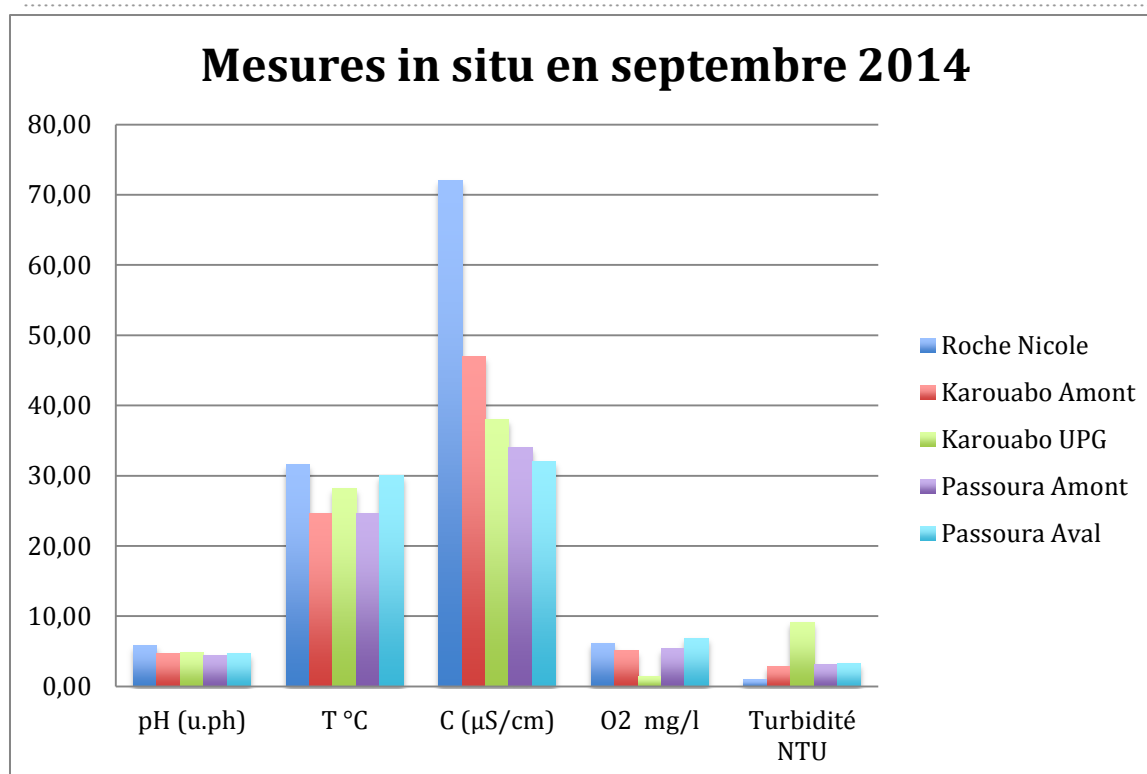


Figure 8 Mesures des paramètres physico-chimiques sur les 5 stations en septembre 2014

II.4. LES SEDIMENTS

Tableau 15 : Concentrations en métaux dans les sédiments récoltés en avril et mai 2014

Paramètres	Roche Nicole	Karouabo amont	Karouabo UPG	Passoura amont	Passoura aval	
Aluminium	11,5	9,3	13,6	5,7	19,4	g/kg MS
Fer	15,7	6,6	15,2	1,64	2,9	g/kg MS
#Calcium	2,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	g/kg MS
#Magnésium	5,8	<0,25	<0,25	<0,25	0,28	g/kg MS
#Potassium	2,1	0,30	0,17	0,04	0,17	g/kg MS
#Sodium	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	g/kg MS
#Arsenic	<2,0	<2,0	3,6	<2,0	<2,0	mg/kg MS
#Cadmium	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	mg/kg MS
#Chrome	16,3	10,7	21,1	9,4	31,3	mg/kg MS
#Cuivre	<5,0	<5,0	7,0	<5,0	14	mg/kg MS
#Manganèse	233	20	12	8,0	9,0	mg/kg MS
#Nickel	7,3	<2,0	<2,0	2,8	6,3	mg/kg MS
#Plomb	7,2	4,7	11,2	2,8	9,4	mg/kg MS
#Selenium	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	3,8	mg/kg MS
#Zinc	81	6	15	7,0	7,0	mg/kg MS
Indice Hydrocarbure	72	65	107	102	13,4	mg/kg MS
Mercure	0,02	0,03	0,04	0,03	0,24	mg/kg MS

Tableau 16: Concentrations en métaux dans les sédiments récoltés en septembre 2014

Paramètres	Roche Nicole	Karouabo amont	Karouabo UPG	Passoura amont	Passoura aval	
Aluminium	14,5	3,13	30,8	6,70	46,0	g/kg MS
#Calcium	2,95	0,64	<0,6	<0,6	0,69	g/kg MS
#Magnésium	5,38	<0,25	0,40	<0,25	0,65	g/kg MS
#Potassium	5,4	<0,11	1,1	<0,11	1,2	g/kg MS
#Sodium	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	g/kg MS
Fer	17,9	1,46	22,8	2,09	4,20	g/kg MS
#Arsenic	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	mg/kg MS
#Cadmium	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	mg/kg MS
#Chrome	17,4	6,2	27,9	6,1	51,0	mg/kg MS
#Cuivre	7	<5,0	26	<5,0	11	mg/kg MS
#Manganèse	247	6	36	6	13	mg/kg MS
#Nickel	7,3	<2,0	5,0	<2,0	12,9	mg/kg MS
#Plomb	5,7	<2,0	5,5	<2,0	9,1	mg/kg MS
#Selenium	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	mg/kg MS
#Zinc	58	7	20	3	21	mg/kg MS
Indice Hydrocarbure	9,4	<7,6	<10,5	22,1	41	mg/kg MS
#Mercure	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,21	mg/kg MS

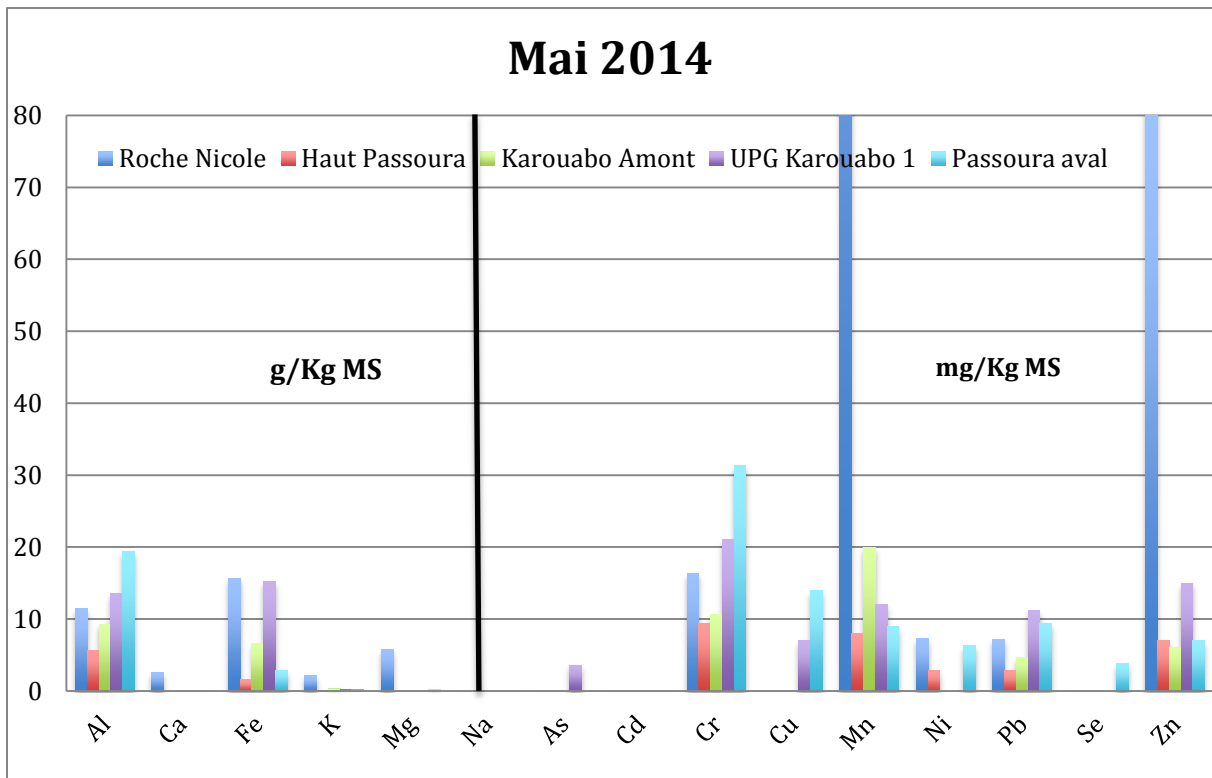


Figure 9: Concentrations en métaux dans les différentes stations suivies en avril et mai 2014

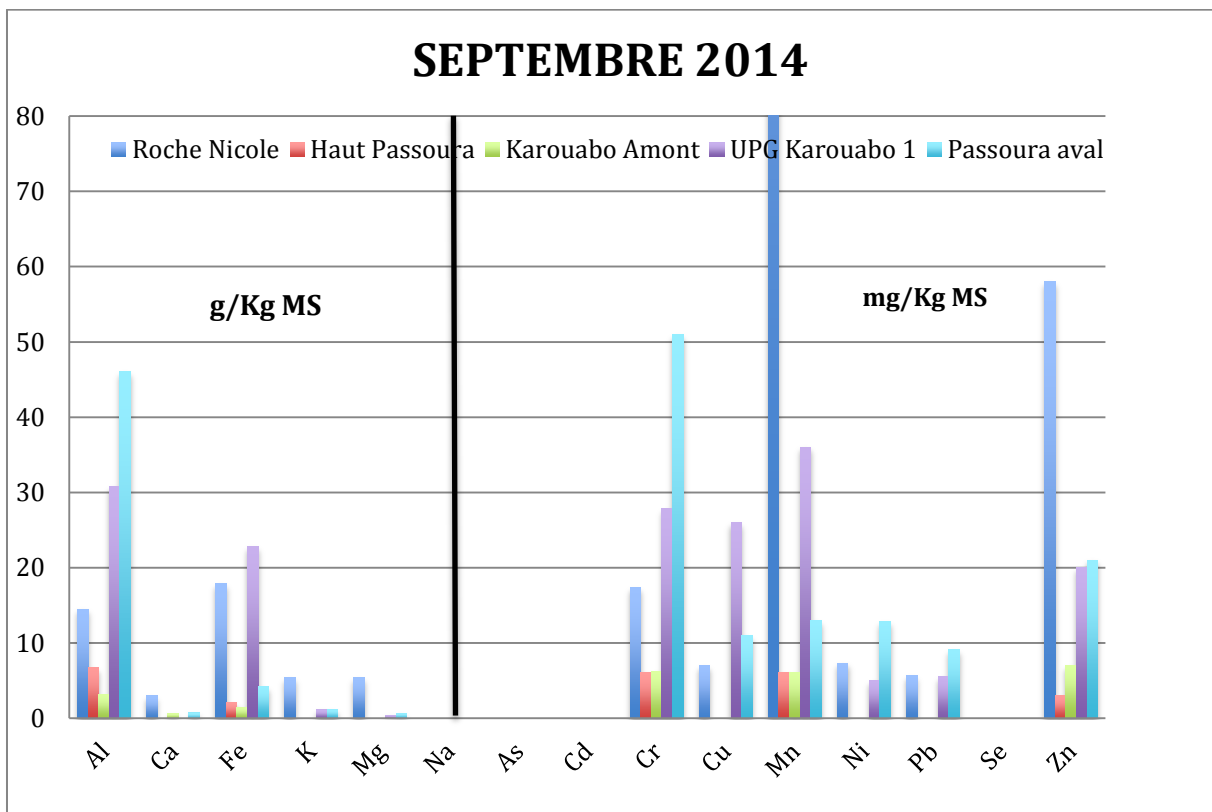


Figure 10: Concentrations en métaux dans les différentes stations suivies en septembre 2014

Les valeurs en manganèse sur la station de Roche Nicole ont été tronquées afin de permettre une meilleure lisibilité des graphiques. Les concentrations inférieures à la limite de quantification n'apparaissent pas sur le graphique.

L'Aluminium et le Fer sont constitutifs du milieu, les concentrations sont importantes mais en adéquation avec de précédents résultats.

Pour tous les métaux testés aucune analyse de sédiment prélevé en saison sèche ou en saison des pluies ne présente un résultat atypique, pouvant révéler une contamination anthropique.

CONCLUSION

Le maillage des stations qui a été mis en place permettait de vérifier d'éventuels impacts liés aux travaux d'aménagement et d'agrandissement nécessaire au programme Ariane 6, tant du côté de l'UPG que des installations de lancement elles mêmes. La zone pressentie pour accueillir la future zone de lancement (ELA4) n'étant actuellement plus retenue, un nouveau plan d'échantillonnage devra être mise en œuvre dès que le nouvel emplacement sera connu.

L'ensemble des analyses physico-chimiques réalisées sur l'ensemble des 5 stations dans les 2 saisons, ne présentent pas des résultats mettant en évidence une forte dégradation du milieu cependant l'environnement industriel n'est pas sans effet sur les sites étudiés. Il existe un gradient amont-aval de qualité.

Il semble que le lessivage dû à la pluie amène des polluants dans les cours d'eaux puisque les caractéristiques physico-chimiques montrent une meilleure qualité des eaux en saison sèche qu'en saison des pluies.

Les concentrations en métaux dans les sols et sédiments ne mettent pas en évidence une pollution, C'est quand même sur les stations aval que les concentrations sont les plus importantes.

Concernant le volet ichtyologique, les inventaires effectués pendant les deux saisons montrent une importance de la Karouabo ainsi que de la Passoura (en particulier l'aval). Ces deux cours d'eau ont montré des indices de diversité importants ainsi que la présence d'espèces patrimoniales d'intérêt ZNIEFF qui sont sensibles à la modification de leur habitat. En revanche, l'échantillonnage de Roche Nicole était de faible diversité. De plus, la forte abondance totale observée est principalement due à une seule espèce, expliquant ainsi une équitabilité calculée très faible.

Bien que les récoltes d'invertébrés aquatiques aient été plus importantes que ce que l'on rencontre habituellement au niveau des criques évoluant dans la zone du centre spatial, la qualité biologique des cours d'eau qui traversent ce dernier ou qui le jouxtent reste médiocre. Les collectes importantes principalement en saison sèche sont probablement liées aux conditions climatiques qui nous ont permis d'échantillonner des rivières encore relativement pleines.


La globale médiocrité de la qualité biologique de ces cours d'eau – même en considérant que l'on se trouve en présence d'une zone déjà fortement anthropisée - revêt ici un aspect plutôt naturel selon un gradient amont aval des fleuves et criques de la zone littorale guyanaise.

BIBLIOGRAPHIE

- Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D., and J.B, Stribling (1999) Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish, US Environmental Protection Agency, Washington D,C, 202 pp,
- Depuy F, & Thomas A, 2001, Clés d'identification illustrées générales des macroinvertébrés des rivières de Guyane française, (Embranchement, Classes, Ordres), *in* IRD - Qualité des eaux des rivières de Guyane, 1-21,
- Depuy F, 2001, Clés d'identification illustrées des coléoptères des rivières de Guyane française, Clé de détermination à la famille - Clé de détermination générique, *in* IRD - Qualité des eaux des rivières de Guyane, 88-129,
- Guillemet L., Monchaux D, et Lereun S, – 2013 – Surveillance la faune aquatique dans la zone du Centre Spatial Guyanais : Etude de l'impact des retombées des produits issus de la propulsion des lanceurs Ariane 5 et Soyouz sur les populations de poissons et les invertébrés aquatiques, *Rapport Final, Année 2012, Contrat HYDRECO – CNES* 62p,
- Guillemet, L, & Manchon, V, 2007,Caractérisation de la faune benthique du fleuve Kourou, Mise en place d'un protocole d'échantillonnage adapté aux zones amont des fleuves guyanais, *Rap, HYDRECO / DIREN*, 31p,
- Keith P., Le Bail P,Y., Planquette P, – 2000 – Atlas des poissons d'eau douce de Guyane, Tome 2, Fascicule 1, *Collection du patrimoine naturelle, Paris*, 286p,
- Le Bail P.Y., Keith P., Planquette P. – 2000 – Atlas des poissons d'eau douce de Guyane. Tome 2. Fascicule 2. *Collection du patrimoine naturelle, Paris*, 307p.
- Lenat, D,R, 1988, Water quality assesment of streams using a qualitative collection method for benthic macroinvertebrates, *Journal of the North American Benthological Society*, 7 (3): 222-233,
- Lenat, D,R, 1993, A biotic index for the southeastern United States: derivation and list of tolerance values, with criteria for assigning water quality ratings, *Journal of the North American Benthological Society*, **12**: 279- 290,McCafferty, W,P, 1981, Aquatic entomology, *Jones& Bartlett publ.*, Boston, 448 p,
- Mérona B, (de) – 2011 – Contrat cadre recherche et développement pour la définition d'indices biologiques en vue de l'évaluation de la qualité écologique des eaux continentales de la Guyane, *Rapport terminal DIREN, IRD, ONEMA, Hydreco*, 2, 167p,
- Merrit R, W, et Cummins K,W, 1988, An introduction to the aquatic insect of north America, *Second Edition, Ed., Dubuque, Iowa*, 722p,
- Monchaux D., Vigouroux R., Mérona B. (de) – 2013 – Etude des données ichtyologiques DCE de Guyane 2013 : Mise à jour et étude de l'indice poisson de Guyane. *Rapport final Hydreco, OEG, DEAL*, 80p.
- Planquette P., Keith P., Le Bail P,Y, – 1996 – Atlas des poissons d'eau douce de Guyane, Tome 1, *Collection du patrimoine naturelle, Paris*, 429p,
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P., 2002. Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie écologie. *CNRS éditions*. 587p.

Thomas A., Orth K., Dominique Y, 2001, Etude des éphéméroptères de la Guyane française : Systématique, répartition géographique et élaboration d'un indice de qualité des eaux (SMEG), *in* IRD- Qualité des eaux de rivières de Guyane, 1-84,

Vigouroux R., Guillemet L. 2010. Surveillance de la faune aquatique dans la zone du Centre Spatial Guyanais : Etude de l'impact des retombées des produits issus des poudres de propulsions du lanceur Ariane 5 sur les populations de poissons et les invertébrés aquatiques. Année 2009. *Rap. Hydréco-CNES*. 61 p.



ANNEXES

ANNEXE 1 : LISTE DES ESPECES DE POISSONS ECHANTILLONNEES

Familles Genre espèce	Karouabo amont	KAROUABO UPG	PASSOURA AMONT	PASSOURA AVAL	PRIPRI TEMP	ROCHE NICOLE	Total
Acestrorhynchidae		3	2	182			187
Acestrorhynchus falcatus		3	2	182			187
Anostomidae		4		59			63
Leporinus gossei		4		59			63
Auchenipteridae			3	14			17
Tatia intermedia			3				3
Trachelyopterus coriaceus					3		3
Trachelyopterus galeatus					11		11
Callichthyidae	1			66			67
Callichthys callichthys	1						1
Megalechis thoracata					66		66
Cetopsidae	9		29				38
Helogenes marmoratus	9		29				38
Characidae	43	224	15	79	10	1074	1445
Astyanax bimaculatus		1		2			3
Bryconops caudomaculatus					26		26
Hemigrammus ora						2	2
Hemigrammus rodwayi		45	4			1015	1064
Hemigrammus unilineatus	38	1	5				44
Hyphessobrycon simulatus		129			2		131
Metynnis lippincottianus		10		9			19
Moenkhausia chrysargyrea	5			30			35
Moenkhausia collettii		1					1
Moenkhausia hemigrammoides					8		8
Moenkhausia oligolepis			1				1
Poptella brevispina			5	12			17
Pristella maxillaris		37				57	94
Cichlidae	31	3	27	125	1	14	201
Chaetobranchus flavescens				7			7
Cichlasoma bimaculatum		1		11	1		13
Cleithracara maronii	1			19			20
Crenicichla saxatilis	6	1	5	4		1	17
Heros efasciatus		1		48		4	53
Krobia guianensis			2	8		9	19
Nannacara sp	24		20				44
Microcharacidium electrioides	8		2				10

Familles Genre espèce	Karouabo amont	KAROUABO UPG	PASSOURA AMONT	PASSOURA AVAL	PRIPRI TEMP	ROCHE NICOLE	Total
Curimatidae		2		331	1	17	351
Curimata cyprinoides				7			7
Curimatopsis crypticus		2			1	17	20
Cyphocharax aff. spilurus				324			324
Erythrinidae	6	53	1	107	2	3	172
Erythrinus erythrinus	3						3
Hoplerythrinus unitaeniatus		30		17			47
Hoplias malabaricus	3	23	1	90	2	3	122
Gymnotidae	9		4	9			22
Electrophorus electricus				2			2
Gymnotus carapo	7		2	7			16
Gymnotus coropinae	2		2				4
Gymnotiforme			6				6
Gymnotiforme sp			6				6
Heptapteridae	3	3	6	5			17
Pimelodella cristata			5				5
Rhamdia quelen	3	3	1	5			12
Hypopomidae	1						1
Brachyhypopomus beebei	1						1
Lebiasinidae	72		33		31	11	147
Copella carsevennensis	36		4		1		41
Nannostomus beckfordi					20		20
Pyrrhulina filamentosa	36		29		10	11	86
Loricariidae			3	1			4
Ancistrus hoplogenyis			3				3
Hypostomus plecostomus				1			1
Polycentridae	3	1					4
Polycentrus schomburgkii	3	1					4
Pseudopimelodidae	2		4				6
Batrochoglanis raninus	2		4				6
Rivulidae	5		6				11
Rivulus agilae	4		4				8
Rivulus lungi	1						1
Rivulus xiphidius			2				2
Trichomycteridae			1				1
Ituglanis amazonicus			1				1
Total	193	293	142	978	45	1119	2770