

**BUREAU D'ETUDES
EN ENVIRONNEMENT**

- Etudes d'impact
- Gestion de l'environnement

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



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

Nourag'Obs'Eau (NOE)

Inventaire de type DCE sur les secteurs de la Haute-Comté

(Rivière Comté, criques Brodel, Blanc et Mazin)

2020

Rapport final

Décembre 2020

Contrat HYDRECO – Réserve Naturelle des Nouragues

Siège social et bureaux

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

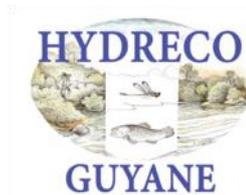
hydrecolab.com

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

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



⇒ **Commanditaires :**



Laboratoire Environnement de Petit Saut
B.P.823 97388 KOUROU CEDEX
contact@hydrecolab.com
Tel.05 94 32 40 79
SIRET n° 49784575000015

Chimie :

FREDERICK J.

AYMARD A.

Diatomées :

EULIN-GARRIGUE A.

FREDERICK J.

Invertébrés :

ROCHET M.

BOUVIER D.

Poissons :

FREDERICK J.

VIGOUROUX R.

Assemblage et contrôle qualité :

BARGIER N.

QUARTAROLLO G.

Mots clés : Guyane, Réserve Naturelle des Nouragues, DCE, cours d'eau, Haute-Comté, 2020, Analyses physico-chimiques, sédiments, état chimique, diatomées, invertébrés aquatiques, poisson, mercure.

HYDRECO, 2020. Nourag'Obs'Eau (NOE), inventaire de type DCE sur les secteurs de la Haute-Comté (Rivière Comté, criques Brodel, Blanc et Mazin) - District hydrographique de Guyane – PHYSICO-CHIMIE – Rapport HYDRECO, p30.

© *HYDRECO 2020. Ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du client (Réserve Naturelle Nouragues)*

© *Toutes les photos de ce rapport sont la propriété de HYDRECO*

Sommaire

1	CONTEXTE	7
2	MATERIEL ET METHODE	8
2.1	STATIONS PROSPECTEES	8
2.2	CONDITIONS DE PRELEVEMENT	9
2.3	CHIMIE	9
2.3.1	MESURES IN SITU	9
2.3.2	ECHANTILLONNAGE ET PRELEVEMENTS D'EAU	10
2.3.3	ANALYSES CHIMIQUES	10
2.4	FLORE DIATOMEES BENTHIQUES	13
2.4.1	LES DIATOMEES	13
2.4.2	PROTCOLE D'ECHANTILLONNAGE	13
2.4.3	OPERATIONS DE LABORATOIRE : PREPARATION DES LAMES	14
2.4.4	DETERMINATIONS ET INVENTAIRES	15
2.4.5	TRAITEMENT DES DONNEES	16
2.5	FAUNE INVERTÉBRÉE BENTHIQUES	18
2.5.1	LES INVERTÉBRÉS BENTHIQUES	18
2.5.2	PROTCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE	18
2.5.3	TRAITEMENT DES DONNÉES	21
2.6	FAUNE PISCICOLE	26
2.6.1	CONTEXTE	26
2.6.2	PROTCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE	26
2.6.3	DETERMINATION	28
2.6.4	Analyses mercure	28
3	RESULTATS PHYSICO-CHIMIQUES	30
3.1	Mesures physiques in situ	31
3.1.1	Température	31
3.1.2	pH	32
3.1.3	Conductivité	32
3.2	Bilan en oxygène	33
3.2.1	Oxygène dissous	33
3.2.2	Demande Chimique et Biochimique en Oxygène	33
3.2.3	Carbone Organique	34
3.3	Équilibre de l'eau	35
3.3.1	Alcalinité (TAC)	35
3.3.2	Dureté (TH)	35
3.4	Nutriments	36
3.4.1	Matières azotées	36
3.4.2	Matières phosphorées	36
3.4.3	Chlorures, silice, sulfates	37
3.5	Turbidité, matières en suspension	39
3.5.1	Turbidité	39
3.5.2	Matières en suspension	39
3.6	Biomasse phytoplanctonique	40
3.6.1	Chlorophylle a	40
3.6.2	Phéopigments	40
3.7	HAP	40
3.8	Métaux lourds - Sédiments	41
3.9	SYNTHESE DES RESULTATS CHIMIQUES	42
4	ANALYSE FLORISTIQUE DIATOMEES	45
4.1	Caracteristiques floristiques generales	45
4.2	Diversite et richesse taxonomique	47
4.3	Particularites taxonomiques	48
4.4	Indices diatomiques	50
4.4.1	Indice de polluosensibilite specifique (ips)	50
4.4.2	Indice diatomique de guyane franÇaise (IDGF)	50
4.5	Conclusion	52
5	ANALYSE FAUNISTIQUE INVERTÉBRÉS	54
5.1	Indices par station	54

5.1.1	Mazin	55
5.1.2	Blanc.....	55
5.1.3	Brodel	55
5.1.4	Comté.....	55
5.1.5	Roche Fendé.....	56
5.1.6	Bagot	56
5.1.7	Récapitulatif SMEG – IBMG 2	56
5.2	Analyses.....	57
5.2.1	Shannon	58
5.2.2	Conclusion.....	59
5.3	Conclusions faune invertébrée.....	59
6	ANALYSE FAUNISTIQUE PISCICOLE	60
6.1	Blanc.....	60
6.2	Brodel	61
6.3	Comté	62
6.4	Mazin	63
6.5	Mercuré	63
6.6	Interpretation	65
6.7	Conclusion faune piscicole.....	67
7	PRECONISATIONS	69
8	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	72
8.1	CHIMIE.....	72
8.2	Diatomees	72
8.3	Invertébres aquatiques.....	80
8.4	Poissons	81
9	ANNEXES.....	82
9.1	ANNEXES 1 : SUIVI TEMPERATURE.....	82
9.2	ANNEXES 2 : inventaires diatomees (resultats bruts)	84
9.3	ANNEXES 3 : inventaires diatomees (abondances relatives)	87
9.4	ANNEXES 4 : fiches station diatomees	90
9.5	ANNEXES 5 : liste taxonomique des invertébrés benthiques par station et par échantillon.....	97
9.6	ANNEXES 6 : poissons : Planches photographiques réalisées sur le terrain des espèces piscicoles décrites et régulièrement prélevées	100
9.7	ANNEXES 7 : taux mercuriel des poissons.....	104

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des points théoriques de prélèvements lors du suivi de type DCE de la réserve des Nouragues – 2020	8
Figure 2 : Pluviométrie en début 2020 en Guyane (source : Météo France)	9
Figure 3 : Processus d'échantillonnage du protocole PEZADA-DCE (© HYDRECO).....	20
Figure 4 : Processus du tri et de la détermination en laboratoire (HYDRECO)	21
Figure 5 : Hydroécotémoins de Guyane et localisation des stations. En bleu le bouclier Guyanais, en violet la plaine alluviale.....	23
Figure 6 : Type de nasse utilisé dans le cadre de cette étude.....	26
Figure 7 : Photos de nasses mises en place sur les stations Blanc (à droite) et Comté (à gauche)....	27
Figure 8 : Lancer d'épervier sur la station Comté	27
Figure 9 : Analyseur AMA 254 utilisé pour mesurer la concentration de mercure dans la chair des poissons.....	29
Figure 10 : Température relevée in situ	31
Figure 11 : pH relevé in situ.....	32
Figure 12 : Conductivité relevée in situ	32
Figure 13 : Oxygène dissous relevé in situ	33
Figure 14 : Demande Chimique en Oxygène.....	33
Figure 15 : Demande Biochimique en Oxygène.....	34
Figure 16: Demande Chimique et Biochimique en Oxygène	34
Figure 17 : Carbone Organique.....	35
Figure 18 : Alcalinité	35
Figure 19 : Dureté.....	36
Figure 20 : Phosphore total	37
Figure 21 : Chlorures.....	37
Figure 22 : Silice dissoute	38
Figure 23 : Sulfates	38
Figure 24 : Turbidité mesurée in situ.....	39
Figure 25: Matières en suspension (MES).....	39
Figure 26 : Quantité de métaux lourds mesurés dans les sédiments - lesLQ sont schématisés par une ligne noire	42
Figure 27 : Etat physico-chimique des 4 stations sur la Haute-Comté (Brodé, Blanc, Comté et Mazin) en février 2020.....	44
Figure 28 : Proportion des grands groupes de diatomées pour chaque site (A : en abondance relative et B : en nombre d'espèces).....	45
Figure 29 : Répartition du nombre de genres au sein des grands groupes de diatomées pour chaque site	46
Figure 30 : Répartition du nombre d'espèces au sein des grands groupes de diatomées pour chaque site	46
Figure 31 : Répartition du nombre de genres et d'espèces pour chaque site	47
Figure 32 : Répartition des nouvelles espèces en fonction des groupes morphologiques et des sites	48
Figure 33 : Répartition des nouvelles espèces en termes de nombre de taxons (A) et d'abondance relative (B)	49
Figure 34 : Distribution en pourcentage cumulé des taxons d'alerte par altération pour chacun des sites	51
Figure 35 : Discrimination des altérations pour chacun des sites	52
Figure 36 : Localisation des stations sur le bassin versant du Mahury.....	54
Figure 37 : Score SMEG des différentes stations (orange : mauvais ; jaune : moyen ; vert : bon ; bleu : très bon).....	57
Figure 38 : Score IBMG 2 des différentes stations (rouge : très mauvais ; orange : mauvais ; jaune : moyen ; vert : bon).....	57

<i>Figure 39 : Représentation graphique de l'indice de diversité spécifique Shannon</i>	<i>58</i>
<i>Figure 40 : Représentation graphique de l'indice de diversité spécifique 1-Hill.....</i>	<i>58</i>
<i>Figure 41 : Photos de la station Blanc : à gauche l'amont de la station, à droite l'aval</i>	<i>60</i>
<i>Figure 42 : Photos de la station Brodel : à gauche l'amont de la station, à droite l'aval.....</i>	<i>61</i>
<i>Figure 43 : Photos de la station Comté : à gauche l'amont de la station, à droite l'aval.....</i>	<i>62</i>
<i>Figure 44 : Photos de la station Mazin : à gauche l'amont de la station, à droite l'aval</i>	<i>63</i>
<i>Figure 45 : Teneur mercurielle et écart type des poissons analysés lors de cette campagne</i>	<i>64</i>

Liste des tableaux

Tableau 1 : Dénomination et coordonnées terrain des stations.....	8
Tableau 2 : Paramètres physiques mesurés in situ	9
Tableau 3 : Paramètres chimiques analysés au laboratoire HYDRECO	10
Tableau 4 : Paramètres chimiques analysés par le laboratoire partenaire.....	11
Tableau 5 : Paramètres chimiques analysés en laboratoire dans les sédiments prélevés	11
Tableau 6 : État écologique des cours d'eau, paramètres chimiques, arrêté du 25/01/2010	12
Tableau 7 : Classes d'état et seuils des paramètres soutenant la biologie, adaptation Guyane.....	12
Tableau 8 : Synthèse des échantillons et des protocoles du réseau de suivi DCE 2019.....	15
Tableau 9 : Nouvelles classes de qualité de l'indice SMEG (d'après Clavier et al., 2014).....	22
Tableau 10 : Liste actualisée des U.O des éphéméroptères de Guyane intégrées à l'indice SMEG (HYDRECO. Unpublished data)	22
Tableau 11 : Les différentes valeurs nécessaires pour calculer l'IBMG.	23
Tableau 12 : Les différents seuils de classe de qualité de l'indice IBMG	24
Tableau 13 : Ensemble des valeurs de références nécessaires pour le calcul de l'IBMG 2	25
Tableau 14 : Intervalles de notation de l'IBMG 2 en relation avec les classes écologiques correspondantes.....	25
Tableau 15 : Résultats des mesures in situ et analyses chimiques.....	30
Tableau 16 : Résultats des mesures de HAP dans les prélèvements d'eau	40
Tableau 17 : Résultats mesures de métaux lourds dans les sédiments (MS : matière sèche)	41
Tableau 18 : Qualité de l'eau globale par station selon les paramètres soutenant la biologie	43
Tableau 19 : Nombre de taxons, Indice de diversité et Equitabilité	48
Tableau 20 : Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS) et états écologiques.....	50
Tableau 21 : Indice Diatomique de Guyane Française (IDGF) et états écologiques.....	50
Tableau 22 : Indices de la station Mazin	55
Tableau 23 : Indices de la station Blanc.....	55
Tableau 24 : Indices de la station Brodel	55
Tableau 25 : Indices de la station Comté	55
Tableau 26 : Indices de la station Roche Fendé	56
Tableau 27 : Indices de la station Bagot	56
Tableau 28 : Classes de qualités déduites des résultats bruts	57
Tableau 29 : Liste des espèces prélevées sur la station Blanc (Statut IUCN, LC = Préoccupation mineure, DD = Données insuffisantes).....	60
Tableau 30 : Liste des espèces prélevées sur la station Brodel (Statut IUCN, LC = Préoccupation mineure, NT = Quasi menacée; Photos, obs. = observation à vue)	61
Tableau 31 : Liste des espèces prélevées sur la station Comté (Statut IUCN, LC = Préoccupation mineure ; Photos, obs. = observation à vue ; espèces en gras = espèces déterminantes ZNIEFF)....	62
Tableau 32 : Liste des espèces prélevées sur la station Mazin (Statut IUCN, LC = Préoccupation mineure,).....	63
Tableau 33 : Résultats des analyses de mercure réalisées sur l'ensemble de la zone d'étude.....	64
Tableau 34 : Liste des espèces prélevées sur l'ensemble des stations	65
Tableau 35 : Liste des espèces menacées qui pourraient être présentes sur la rivière Brodel et ses affluents	70

1 CONTEXTE

La réserve naturelle des Nouragues (co-gérée par l'ONF et le GEPOG) est située sur deux bassins versants, celui de l'Approuague dans la partie centre sud, et celui de la Comté dans la partie nord. Depuis 2007, la rivière Arataye, côté bassin versant Approuague, (qui traverse la réserve des Nouragues dans la partie centre-sud) est incluse dans le réseau de stations de référence de Guyane française. Aujourd'hui, ce réseau compte 17 stations (Arrêté Préfectoral R03-2016-06-24-007) dont les masses d'eau sont définies selon la base du référentiel BD Carthage® publié en 2010. Cette même typologie inclut l'Arataye dans les cours d'eau moyens du bouclier guyanais (rangs 5 et/ou 6 de Strahler). Comme elle est incluse dans ce réseau de stations de référence, la rivière Arataye bénéficie d'un suivi de la qualité de l'eau bisannuel réalisé à Pararé, dans le cadre de la DCE (Directive Cadre Eau).

Toutefois, sur le bassin versant de la Comté, la station DCE la plus haute sur le réseau hydrographique se situe au niveau de Roche Fendé soit environ 20 km en aval des limites de la Réserve des Nouragues. La Haute-Comté correspond à un secteur particulièrement orpaillé légalement et illégalement. Le nouveau plan de gestion 2017-2022 de la réserve a ainsi identifié l'enjeu RESEAU HYDROGRAPHIQUE comme prioritaire et à fort enjeu de conservation. Il engage donc les gestionnaires de la Réserve à garantir la fonctionnalité écologique optimale des cours d'eau sur le long terme. Pour ce faire, les actions de gestion doivent, à court et moyen terme (5-10 ans) agir sur les facteurs d'influence pour enrayer les menaces que sont l'orpaillage illégal et légal, la pêche et les éventuels rejets dans les cours d'eau des sites de vie (camps Pararé, Inselberg et Arataï). Afin de suivre et d'évaluer l'efficacité des actions de gestion, il est impératif pour les gestionnaires de mener des suivis de l'état écologique des cours d'eau, en particulier via des indicateurs biologiques. En effet, la seule station DCE établie à Saut Pararé ne suffit pas à suivre l'état de conservation du réseau hydrographique à l'échelle de la réserve naturelle des Nouragues.

La prestation a concerné la réalisation durant le mois de février 2020 de l'ensemble des opérations nécessaires à l'évaluation de la qualité biologique de 4 stations (Brodél, Mazin, Comté et Blanc) réunies sur le secteur de la Haute-Comté. Le laboratoire environnement HYDRECO Guyane devait :

- organiser et réaliser la campagne de prélèvements en cohérence avec les prescriptions décrites dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières ;
- réaliser sur site des mesures physico-chimiques ;
- réaliser des prélèvements d'échantillons d'eau, et de sédiments ;
- réaliser les prélèvements biologiques ;
- réaliser au laboratoire des analyses chimiques et biologiques ;
- bancaiser, qualifier et valoriser les données.

2 MATERIEL ET METHODE

2.1 STATIONS PROSPECTEES

L'inventaire de type DCE sur les secteurs de la Haute-Comté se compose de quatre stations (Tableau 1) : Mazin, Brodel, Blanc et Comté.

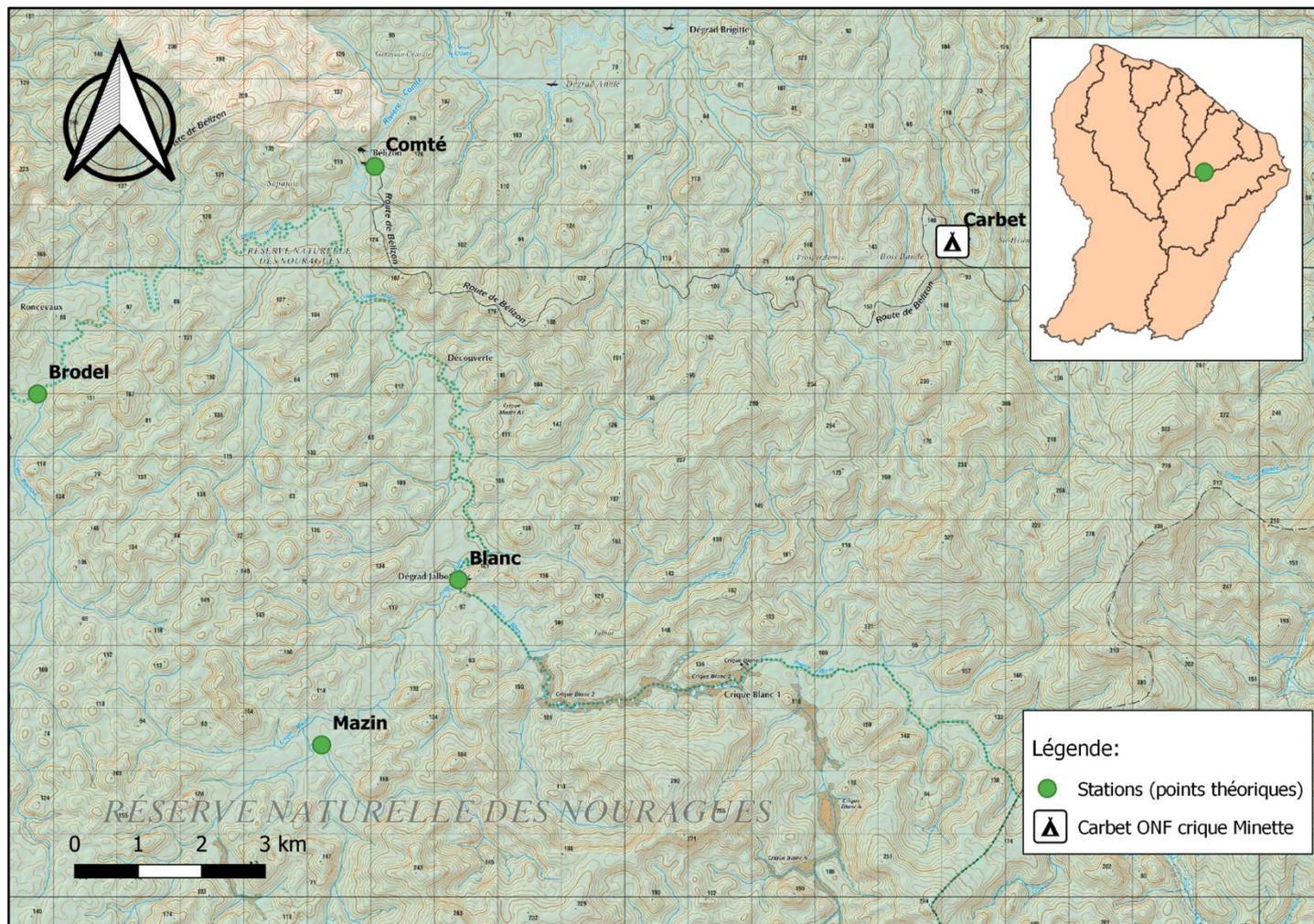


Figure 1 : Localisation des points théoriques de prélèvements lors du suivi de type DCE de la réserve des Nouragues – 2020

Tableau 1 : Dénomination et coordonnées terrain des stations

Stations	Cours d'eau	Bassin Versant	Code ME	Typologie	X-RGFG95	Y-RGFG95	Pressions
Blanc	Mazin	Mahury	FRKR8053	PME	317384	465027	Orpillage illégal
Brodel	Brodel	Mahury	FRKR8053	Fleuve	310751	467984	-
Mazin	Mazin	Mahury	FRKR8053	PME	315227	462406	Orpillage illégal
Comté	Comté	Mahury	FRKR8053	Fleuve	316066	471600	Orpillage illégal

2.2 CONDITIONS DE PRELEVEMENT

Les données météorologiques de l'année sont importantes car elles influencent les paramètres physico-chimiques à court terme, mais aussi les paramètres chimiques comme le cycle de l'azote à long terme et bien sûr la biologie (Figure 2).

Les prélèvements ont tous été réalisés durant la semaine du 17 au 21 février.

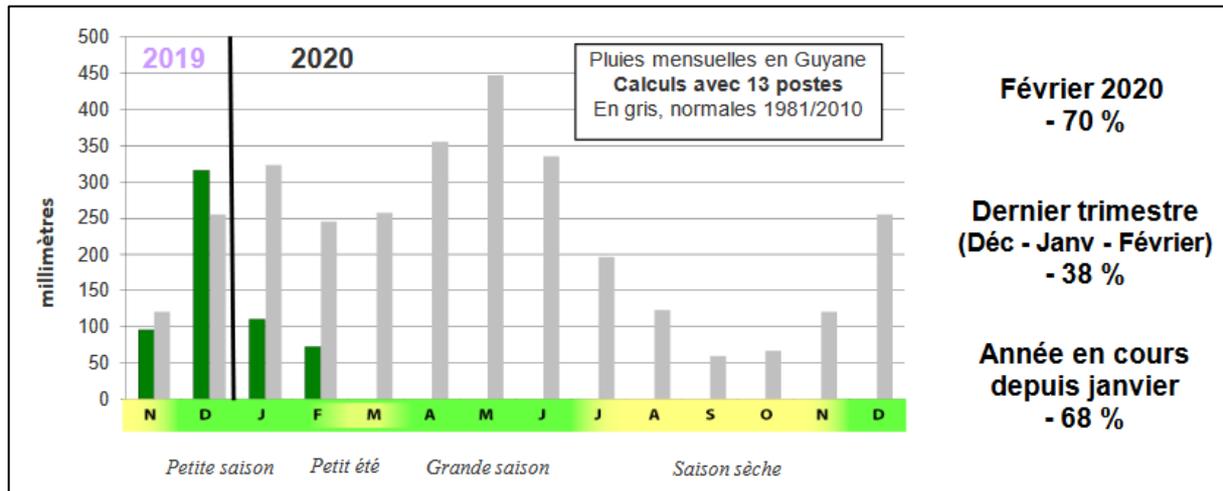


Figure 2 : Pluviométrie en début 2020 en Guyane (source : Météo France)

Après un mois de janvier déjà très sec (-66% de pluie par rapport à la normale) ; le mois de février renforce le déficit pluviométrique de ce début d'année 2020. En effet, les pluies sont encore largement déficitaires au cours de ce mois de février : -70 % de pluie globalement à l'échelle du département. La ZCIT (Zone de Convergence Inter-Tropicale) a très rapidement rejoint sa position la plus méridionale de l'année qui n'est en général atteinte qu'au mois de mars durant le fameux "petit été de mars" (ce fut déjà le cas en 2019). Les températures sont supérieures aux normales de saison (+0,6°C)¹.

2.3 CHIMIE

2.3.1 MESURES IN SITU

Les paramètres physiques ont été mesurés lors de chaque prélèvement selon les normes AFNOR en vigueur (Tableau 2), directement dans le cours d'eau, à l'aide de sondes de terrain WTW et de turbidimètres EUTECH. Ces appareils sont étalonnés de façon hebdomadaire, contrôlés par des solutions certifiées, vérifiés avant et après chaque utilisation et reçoivent une maintenance régulière. L'ensemble de ces opérations est consigné dans une fiche de vie du matériel archivée au laboratoire.

Tableau 2 : Paramètres physiques mesurés in situ

Paramètres physiques	Unité	Norme / Méthode	Abréviation
Conductivité à 25°C	µS/cm	NF EN 27888	C
Oxygène dissous	mg/L et %	NF EN 25814	O ₂
pH	u. pH	NF EN ISO 10523	pH
Température de l'eau	°C	Sonde	T°C
Turbidité	NTU	NF EN ISO 7027	Turbi

¹ Données référencées par Météo France, consulté en ligne le 27/08/2020 : https://donneespubliques.meteofrance.fr/donnees_libres/bulletins/BCMOM/BCMOM_973_202002.pdf

2.3.2 ECHANTILLONNAGE ET PRELEVEMENTS D'EAU

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

- Norme NF EN 25667-1 et -2 (Qualité de l'Eau – Conception de programme et technique d'échantillonnage),
- Norme NF EN ISO 5667-3 (Qualité de l'Eau – Conservation et manipulation des échantillons),
- Recommandations techniques AQUAREF – Opérations d'échantillonnage d'eau en cours d'eau dans le cadre des programmes de surveillance DCE,
- Guide FD T 90-523-1 (Qualité de l'Eau – Prélèvement d'eau naturelle),
- Guide FD T 90-524 (Qualité de l'Eau – Contrôle qualité pour l'échantillonnage et conservation des eaux),
- Guide « Prélèvement d'échantillons en rivière – Techniques d'échantillonnage en vue d'analyses physico-chimiques »,
- 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).

2.3.3 ANALYSES CHIMIQUES

2.3.3.1 PARAMETRES ANALYSES EN LABORATOIRE

Vingt paramètres chimiques, présentés dans les Tableaux 3 et 4, ont été déterminés selon les normes AFNOR en vigueur ou des techniques reconnues par des laboratoires spécialisés.

Le laboratoire HYDRECO Guyane est inscrit depuis 1999 à 4 programmes d'Essais Inter-Laboratoires A.G.L.A.E. qui comprennent l'ensemble des paramètres analysés dans le cadre de cette étude.

Cinq paramètres ont été analysés par le laboratoire LABOCEA, Laboratoire Départemental d'Analyse et de Recherche de la Drôme (Tableau 4) : la silice dissoute, le carbone organique total (COT) et dissous (COD), ainsi que la biomasse chlorophyllienne active et totale, représentée par la chlorophylle a (Chl a) et l'indice phéopigments (phéo).

Tableau 3 : Paramètres chimiques analysés au laboratoire HYDRECO

LQ : Limite de Quantification

Paramètres chimiques	Unité	Norme / Méthode	Abréviation	LQ
Alcalinité	°f	NF EN ISO 9963-1	TAC	0,3°f
Ammonium	mgNH ₄ /L	NF EN ISO 14911	NH ₄	0,02 mg/L
Azote Kjeldahl	mgN/L	NF T 90-110	N _k	0,1 mgN/L
Calcium	mgCa/L	NF EN ISO 14911	Ca	0,5 mg/L
Chlorures	mgCl/L	NF EN ISO 10304-1	Cl	0,1 mg/L
Demande Biochimique en Oxygène	mgO ₂ /L	NF EN 1899-2	DBO	0,5 mgO ₂ /L
Demande Chimique en Oxygène	mgO ₂ /L	ISO 15705	ST-DCO	10 mgO ₂ /L
Dureté	°f	Somme calcium et magnésium	TH	0,3°f
Magnésium	mgMg/L	NF EN ISO 14911	Mg	0,5 mg/L
Matières en Suspension	mg/L	NF EN 872	MES	2 mg/L
Nitrates	mgNO ₃ /L	NF EN ISO 10304-1	NO ₃	0,1 mg/L
Nitrites	mgNO ₂ /L	NF EN ISO 10304-1	NO ₂	0,05 mg/L
Orthophosphates	mgPO ₄ /L	NF EN ISO 10304-1	oPO ₄	0,02 mg/L
Phosphore total	mgP/L	NF EN ISO 6878	Ptot	0,05 mg/L
Sulfates	mgSO ₄ /L	NF EN ISO 10304-1	SO ₄	0,1 mg/L

Tableau 4 : Paramètres chimiques analysés par le laboratoire partenaire

LQ : Limite de Quantification

Paramètres chimiques	Unité	Norme / Méthode	Abréviation	LQ
Carbone Organique Dissous et Total *	mg/L	NF EN 1484	COD/COT	0,5 mg/L
Chlorophylle a Indice phéopigments	µg/L	NF T 90-117	Chl a phéo	1 µg/L
Silice dissoute *	mgSiO ₂ /L	NF EN ISO 11885	SiO ₂	0,5 mg/L

* Paramètre accrédité

Tableau 5 : Paramètres chimiques analysés en laboratoire dans les sédiments prélevés

Paramètre chimique	Unités	Norme / Méthode	Limite de qualité (mg/kg MS)
Arsenic	mg/kg MS	NF EN ISO 11885	30
Cadmium	mg/kg MS	NF EN ISO 11885	2
Chrome	mg/kg MS	NF EN ISO 11886	150
Cuivre	mg/kg MS	NF EN ISO 11885	100
Mercure	mg/kg MS	ANA-I9.MOA.07B	1
Nickel	mg/kg MS	NF EN ISO 11885	50
Plomb	mg/kg MS	NF EN ISO 11885	100
Zinc	mg/kg MS	NF EN ISO 11885	300

2.3.3.2 FLACONNAGE, CONSERVATION, TRANSPORT DES ECHANTILLONS

Le flaconnage fourni par le laboratoire HYDRECO, destiné aux analyses réalisées en Guyane et en métropole, ainsi que la conservation des échantillons, sont conformes aux prescriptions décrites dans la norme NF EN ISO 5667-3 (Lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau) et dans les normes figurant dans les tableaux 2 et 3, ainsi qu'aux recommandations d'AQUAREF. Pour le carbone organique dissous et la silice dissoute, les échantillons ont été filtrés sur membrane de porosité 0,45 µm. Pour l'analyse du COT et COD, les prélèvements d'eau ont été stabilisés à l'acide sulfurique. Pour ces 3 paramètres, les flacons ont été envoyés par Chronopost et analysés dans les délais recommandés par les documents de référence (tableau 5).

Les échantillons destinés à l'analyse de la chlorophylle a et de l'indice phéopigments ont été filtrés dès réception au laboratoire HYDRECO sur filtre acétate de cellulose (0,8 µm) et conservés à -25°C jusqu'à leur envoi en métropole par Chronopost, selon les préconisations de la norme NF T 90-117 (méthode Lorenzen).

Les glacières renfermant les prélèvements sont réfrigérées préalablement à l'introduction des échantillons. La température interne de la plupart des enceintes est contrôlée et enregistrée du prélèvement jusqu'à l'arrivée des échantillons au laboratoire à l'aide d'un enregistreur de température Kimo KT-120. Les profils de température correspondants sont présentés en annexe.

2.3.3.3 INTERPRETATIONS

2.3.3.3.1 Paramètres chimiques

Les classes d'état issues de l'arrêté du 25 janvier 2010 et son adaptation au contexte guyanais (Etat des lieux du district de la Guyane 2014) sont présentées dans les

Tableau 6.

Tableau 6 : État écologique des cours d'eau, paramètres chimiques, arrêté du 25/01/2010

Paramètres par élément de qualité	Limites de classes d'état				
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Bilan de l'oxygène					
Oxygène dissous (mg O ₂ /l)	8	6	4	3	
Taux de saturation en O ₂ dissous (%)	90	70	50	30	
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	3	6	10	25	
Carbone organique dissous (mg C/l)	5	7	10	15	
Température					
eaux salmonicoles	20	22	25	28	
eaux cyprinicoles	24	26	27	28	
Nutriments					
PO ₄ ³⁻ (mg PO ₄ ³⁻ /l)	0,1	0,5	1	2	
Phosphore total (mg P/l)	0,05	0,2	0,5	1	
NH ₄₊ (mg NH ₄₊ /l)	0,1	0,5	2	5	
NO ₂₋ (mg NO ₂₋ /l)	0,1	0,3	0,5	1	
NO ₃₋ (mg NO ₃₋ /l)	10	50			
Acidification					
pH minimum	6,5	6	5,5	4,5	
pH maximum	8,2	9	9,5	10	

Tableau 7 : Classes d'état et seuils des paramètres soutenant la biologie, adaptation Guyane

Paramètres par élément de qualité	Limites de classes d'état				
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Bilan de l'oxygène					
Oxygène dissous (mg O ₂ /l)	5,6	4,2	2,8	1,4	
Taux de saturation en O ₂ dissous (%)	70	52,5	35	17,5	
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	3	6	10	25	
Carbone organique dissous (mg C/l)	5	7	10	15	
Nutriments					
PO ₄ ³⁻ (mg PO ₄ ³⁻ /l)	0,1	0,5	1	2	
Phosphore total (mg P/l)	0,05	0,2	0,5	1	
NH ₄₊ (mg NH ₄₊ /l)	0,1	0,5	2	5	
NO ₂₋ (mg NO ₂₋ /l)	0,1	0,3	0,5	1	
NO ₃₋ (mg NO ₃₋ /l)	10	50			
Particules en suspension					
MES (mg/l)	25	50	100	150	
Turbidité (NTU)	15	35	70	100	

L'état écologique des 4 stations étudiées est présenté dans le chapitre Synthèse des résultats (cf. 26)

2.3.3.3.2 Micropolluants

Nous avons regroupé dans ses micropolluants les métaux lourds et les HAP.

Ces molécules peuvent être présentes de manière naturelle dans les eaux et sédiments : métaux lourds issus du fond géochimique des sols traversés, HAP provenant des feux et de certaines phases de

dégradation de la matière organique. Par contre, elles apparaissent clairement dans les milieux aquatiques à la faveur de certaines activités comme toute activité de modification des sols (dont l'orpaillage), les activités industrielles, agricoles et toutes les activités humaines s'agissant des HAP (combustion, production, usage et dégradation des hydrocarbures, des bois, huiles moteurs, mais aussi produits plastiques etc.).

Tous ces polluants sont suivis dans le cadre de la DCE. Les seuils provenant du Guide relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentales (cours d'eau, canaux, plans d'eau) de Janvier 2019 (Guide REEE-ESC 2019) sont alors utilisés.

Dans certains cas, les molécules ne bénéficient d'aucun seuil réglementaire.

2.4 FLORE DIATOMEES BENTHIQUES

2.4.1 LES DIATOMEES

Les **diatomées benthiques** des cours d'eau sont l'un des maillons biologiques-clés identifiés par l'Union Européenne pour diagnostiquer l'Etat Ecologique des cours d'eau dans tous les Etats-Membres. Au niveau du territoire français métropolitain, l'antériorité de la connaissance écologique des espèces, la constitution de référentiels de données importants et la mise au point d'indices diatomiques désormais bien calés (IPS Coste in CEMAGREF, 1982 et IBD, Lenoir & Coste, 1996) permettent de définir et d'évaluer ce bon état écologique (Circulaire MEDD/DE/MAGE/BEMA N° 14 du 28 Juillet 2005 modifiée le 13 Juin 2007).

La mise en œuvre de la DCE nécessite la mise en application d'indices biologiques permettant d'évaluer l'état écologique intégré des milieux aquatiques. Cependant, jusqu'à un passé récent, il n'existait pas d'outils biologiques adaptés à la Guyane, les indices biologiques mis en place pour l'espace européen continental, dont la France métropolitaine, étant entachés d'un décalage biogéographique beaucoup trop important pour être utilisables et donner des résultats satisfaisants.

Dans ce contexte, et en tirant les enseignements adéquats des précédents indices diatomiques élaborés dans d'autres DOM-COM, une méthodologie adaptée au contexte Guyanais a été développée en se basant (i) sur une réduction du nombre de taxons pris en compte dans les assemblages et (ii) sur la recherche de taxons d'alerte dans une optique multimétrique. Cette approche a permis la conception d'un indice présentant une évaluation écologique compatible avec les préconisations de la DCE (notion d'écart à une référence régionale) et donnant des résultats pertinents, selon l'avis des experts locaux, et cohérents par rapport au contexte naturel et aux activités anthropiques rencontrés en Guyane.

Cette action a été menée dans le cadre d'une convention de travail 2016-2018 entre l'AFB et l'IRSTEA en partenariat avec HYDRECO.

Extrait de l'arrêté d'évaluation du 7 août 2015 concernant les diatomées²

1.1.2.5. Méthodes ou principes applicables en Guyane

Un indice de bioindication de la qualité de l'eau des cours d'eau guyanais à partir des diatomées est en cours de développement pour le troisième cycle DCE. Dans l'attente de la livraison de cet indicateur et de son guide méthodologique de mise en œuvre, les méthodes à utiliser sont :

Méthode ou principes d'échantillonnage :

-Norme française : NF T90-354. Qualité de l'eau-Détermination de l'Indice Biologique Diatomées (IBD) ;

-Compte tenu des spécificités de l'environnement tropical insulaire et du peuplement diatomique de Guyane, des adaptations du protocole d'échantillonnage sont nécessaires (nature du support, surface à échantillonner ...).

Méthode ou principes de traitement et d'analyse des échantillons :

-Norme française : NF T90-354. Qualité de l'eau-Détermination de l'Indice Biologique Diatomées (IBD).

2.4.2 PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE

Les prélèvements sont effectués conformément à la norme NF T 90-354 d'avril 2016 et la norme NF EN 13946. Toutefois, pour la mise en œuvre de l'IBD la norme NF T 90-354 d'avril 2016 prévaut sur les normes Européennes : « Toutefois ces normes autorisant plusieurs options, seule la technique ci-après convient pour le calcul de l'IBD » est mentionné en page 4 de la nouvelle norme.

² Arrêté du 7 août 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement (annexe IV).

Certaines recommandations pour le prélèvement des diatomées sont rappelées ci-après. Compte-tenu des caractéristiques particulières liées à l'environnement tropical et au peuplement diatomique de Guyane, des adaptations se sont avérées nécessaires. Elles sont précisées en « remarque ».

- Le prélèvement en faciès lotique est préconisé en priorité, même si ce n'est pas le faciès dominant du site. Les récoltes ainsi réalisées minimisent l'effet de dérive-dépôt des diatomées sur les substrats. Les milieux lentiques ne sont prospectés que par défaut et l'on privilégiera les supports verticaux dans ce cas de figure.
- Un seul échantillon est réalisé par station quel que soit le nombre de supports prospectés. L'échantillonnage ne doit être effectué que sur un seul type de support pour toute la station.
- La nature des supports à échantillonner est hiérarchisée comme suit :
 - ✓ Support dur naturel le plus stable possible (blocs en priorité, puis galets, et enfin cailloux (non friables de préférence),
 - ✓ Support dur artificiel présent dans le milieu (piles de pont, quais, ...)
 - ✓ Support végétal, si les deux précédents font défaut (expression de végétaux ou raclage des feuilles et des tiges).
- Aucun prélèvement sur support meuble (sable, vases, ...), ni sur bois n'a été réalisé.
- La surface à échantillonner afin d'obtenir une flore diatomique représentative est d'environ 100 cm² minimum, quel que soit le nombre et la nature des supports prospectés et la technique d'échantillonnage utilisée. Dans certain cas, cette surface pourra être étendue à 1000 cm² (cours d'eau très pauvre en algues). Généralement, l'échantillonnage est réalisé sur 5 substrats différents (20 cm² par substrat).

Remarque : L'abondance, globalement faible, des diatomées en Guyane est relativement variable d'une saison à l'autre et encore plus d'un cours d'eau à un autre. La surface échantillonnée a donc été adaptée à l'abondance estimée de matériel. Il est recommandé de prélever 10 substrats naturels minimum (parfois 20 ou plus) pour une surface minimale de l'ordre de 1000 cm².

- Des études antérieures ont été réalisées afin de développer une méthodologie de récolte du biofilm sur substrat artificiel adaptée au contexte guyanais³. Ceci permet d'échantillonner les diatomées dans de bonnes conditions sur les sites où aucun substrat approprié n'est présent dans le milieu. Ils sont immergés pendant 6 semaines à une profondeur variable selon le milieu⁴.
- L'échantillon ainsi récolté sur le terrain est conditionné immédiatement par fixation à l'alcool (70 % concentration finale).

2.4.3 OPERATIONS DE LABORATOIRE : PREPARATION DES LAMES

Le traitement des échantillons et le montage des lames pour analyse sont réalisés en Guyane (Laboratoire Hydreco de Petit Saut) par les personnes formées et habilitées à cette technique.

La préparation et le montage des lames de diatomées ont été réalisés conformément à la norme NF T 90-354 d'avril 2016.

L'identification des diatomées étant basée sur l'examen microscopique du frustule siliceux, les échantillons sont traités afin d'éliminer le protoplasme et en général toute la matière organique pouvant contaminer la préparation.

La qualité des lames issues des premiers échantillons récoltés dans les cours d'eau de Guyane n'ayant pas été satisfaisante, des aménagements du protocole décrit dans la norme ont été mis au point progressivement pour améliorer la qualité des lames.

Une fraction aliquote de l'échantillon est prélevée pour être traitée en vue de la confection d'une lame. Les béciers sont couverts pour éviter toutes contaminations entre échantillons. L'échantillon subit un long traitement à l'acide nitrique pendant 24 à 48 heures, puis à l'acide chlorhydrique, et enfin au

³ Eulin-garrigue A. – 2014 - *Mise au point de supports artificiels pour la récolte des diatomées dans les eaux superficielles de Guyane - Année 2012-2013. Contrat ASCONIT Consultants – Office de l'Eau Guyane, 17p.*

⁴ Le dispositif de substrat artificiel se compose d'une plaque de plexiglas de 529 cm² (23cm X 23cm) préalablement frottée à la brosse métallique pour faciliter l'accrochement des diatomées. Le dispositif est lesté et accroché à la végétation ripicole ou préférentiellement à un support flottant (ex : ponton) pour une durée minimale de 6 semaines. La plaque de plexiglas doit se situer dans la zone photique, c'est à dire entre 1,5m et la surface.

peroxyde d'hydrogène (H₂O₂ 30% volume) à froid, dans le but de commencer l'attaque de la matière organique. La préparation est ensuite mise à chauffer avec du peroxyde d'hydrogène durant plusieurs heures. La température de la solution doit être d'environ 90°C pour obtenir un traitement optimal durant une dizaine d'heures. Après refroidissement de l'échantillon, de l'acide chlorhydrique est ajouté pour éliminer les carbonates de calcium.

Quatre ou cinq cycles complets de traitement à l'H₂O₂ à chaud (eau oxygénée) + acide chlorhydrique sont systématiquement réalisés avant les rinçages successifs.

Quatre cycles de rinçage/décantation sont ensuite effectués pour éliminer tous les résidus des produits chimiques utilisés.

Après homogénéisation de l'échantillon traité restant, une goutte est déposée à l'aide d'un Pipetman Gilson sur une lamelle préalablement dégraissée (dans de l'eau savonneuse) ; ensuite celle-ci est laissée au repos jusqu'à l'évaporation totale du liquide. Le séchage se déroule à température ambiante. Le montage de la lamelle sur la lame se fait dans un milieu à indice de réfraction élevé (Naphrax, Brunel Microscopes Ltd). La plupart des détails structuraux des diatomées sont à la limite de la résolution de la lumière ce qui explique l'utilisation de ce milieu de montage. Une vérification de la concentration en diatomées en conditions réelles de comptage (objectif X100) est réalisée, pour aboutir après réglage (dilution ou concentration de l'échantillon traité) à une densité correcte de 10 à 20 unités diatomiques par champs. La lame est alors prête pour la détermination et l'inventaire.

Tableau 8 : Synthèse des échantillons et des protocoles du réseau de suivi DCE 2019

Code interne	Référence Etude	Bassin Versant	Cours d'eau	Station	Typologie	coordonnées prélèvement		Substrat	Date de prélèvement	Protocole	Préparateur	Analyste
						(RGFG95 UMT Nord fuseau 22)						
						X	Y					
COM	Noé Nourague	Comté	Comté	Comté	Fleuve	316097	471617	Naturel	20/02/2020	NF T 90-354 d'avril 2016/norme NF EN 13946	JF	AEG
BRO	Noé Nourague	Comté	Crique Brodel	Brodel	PME	312874	470019	Naturel	19/02/2020	NF T 90-354 d'avril 2016/norme NF EN 13946	JF	AEG
BLA	Noé Nourague	Comté	Crique Mazin	Blanc	PME	317449	465169	Naturel	18/02/2020	NF T 90-354 d'avril 2016/norme NF EN 13946	JF	AEG
MAZ	Noé Nourague	Comté	Crique Mazin	Mazin	PME	315246	462225	Naturel	18/02/2020	NF T 90-354 d'avril 2016/norme NF EN 13946	JF	AEG

JF : Julian Frederick
AEG : Anne Eulin-Garrigue

2.4.4 DETERMINATIONS ET INVENTAIRES

La détermination et les inventaires de diatomées sont réalisés en métropole (antenne Hydreco basée à Perpignan). Chaque préparation a été examinée au microscope avec un grossissement x1000 (objectif X100 à immersion). Les observations peuvent être réalisées en contraste de phase, en contraste interférentielle et en fond clair. Après un balayage exhaustif de la lame afin d'identifier le plus d'espèces possibles, un comptage par champs (balayage par transect) est effectué sur au moins 500 valves comme préconisé dans la norme NF T 90-354 d'avril 2016 pour les départements et territoires d'Outre-mer afin de dresser un inventaire taxonomique.

Une attention particulière est apportée pour ne pas compter plus d'une fois une unité diatomique. La prise en compte des valves cassées se fait uniquement si au moins un pôle et la partie centrale sont présents, ce qui évite de compter deux fois la même unité. La même règle est utilisée si l'unité dépasse du champ d'observation. Les taxons observés sont régulièrement photographiés pour éviter toute dérive d'identification pour les taxons déjà connus, pour distinguer certains morphotypes dont l'identification est parfois plus aisée en comparant les photographies ou encore pour une recherche ultérieure pour ceux encore non connus.

L'identification fait appel aux ouvrages des séries « Süßwasserflora von Mitteleuropa, Diatoms of Europe, Iconographia Diatomologica, Bibliotheca Diatomologica », ainsi qu'à d'autres ouvrages et articles plus spécifiques, en particulier sur les flores tropicales et sub-tropicales d'Amérique du Sud publiés respectivement par Metzeltin & Lange Bertalot (1998), Rumrich & al (2000), Metzeltin & al. 2003 et Metzeltin & Lange Bertalot (2007), tous consultés lors de l'identification.

Cependant, la très forte diversité et le fort endémisme de la flore diatomique guyanaise nous a amené à réaliser un guide iconographique rassemblant tous les taxons inventoriés depuis 2008.

Les inventaires ont donc été réalisés avec ce guide iconographique initié en 2013 avec la DEAL et l'Office de l'Eau et amendé au fur et à mesure des observations de nouveaux taxons. Ce guide rassemble actuellement environ 1700 taxons, dont 75% sont pour l'instant numérotés (non répertoriés dans les flores ou en cours de validation avec des experts taxonomistes).

Cette étude va donc permettre d'enrichir le guide iconographique des diatomées de Guyane.

2.4.5 TRAITEMENT DES DONNEES

L'abondance, la richesse, l'indice de diversité de Shannon & Weaver ainsi que l'équitabilité sont calculés afin de comparer les différentes stations.

Deux indices diatomiques ont été calculés afin de mesurer les impacts éventuels potentiellement générés par les pressions que subissent les milieux aquatiques guyanais.

Cependant il ne faut jamais oublier de séparer les notions de pression et d'impact dans ce genre de travail et la capacité d'intégration du maillon biologique utilisé.

Plusieurs facteurs entrent en jeu, mais principalement la nature de la pression, la sensibilité du maillon biologique utilisé pour mesurer un éventuel impact de cette même pression et la/les capacités d'autoépuration du milieu récepteur.

2.4.5.1 CALCUL DE L'I.P.S. (INDICE DE POLLUOSENSIBILITE SPECIFIQUE)

La saisie codifiée de chaque comptage, à l'aide du logiciel OMNIDIA, permet d'obtenir la liste floristique, l'estimation de l'abondance relative des taxa et le calcul de l'Indice de Polluosensibilité Spécifique (I.P.S.).

Il est actuellement considéré comme l'indice le plus précis. Contrairement à d'autres indices qui utilisent une liste de taxa limitée pour leur calcul, l'IPS utilise toutes les espèces (sauf exception). Il reste néanmoins difficile à utiliser car il nécessite une bonne connaissance de l'autoécologie de toutes les espèces. Les tests menés antérieurement sur les cours d'eau de Martinique, de Guadeloupe et de la Réunion ont démontré la pertinence d'utiliser cet indice en milieu tropical comme la Guyane, dans l'attente d'un indicateur spécifique.

Lors d'une étude spécifique sur la Guyane menée par le CEMAGREF en 2009 (projet QUES), de nombreux taxons guyanais ont été ajoutés ou réévalués dans la base de données OMNIDIA et des valeurs indicatrices et de sensibilité leur ont été attribuées en grande partie sur une base bibliographique.

L'interprétation des valeurs est réalisée en faisant référence aux grilles d'EQRs par région naturelle élaborée spécifiquement pour la Guyane par l'INRAe (ex-IRSTEA) (cf. ci-dessous).

Extrait de l'arrêté d'évaluation du 27 juillet 2015 concernant les diatomées⁵

1.1.2.4. Indice biologique diatomées pour le département de la Guyane

L'indice biologique diatomées à utiliser est l'IPS : indice de polluo-sensibilité spécifique, adapté à la Guyane (Guide méthodologique de mise en œuvre à paraître en 2015).

Le tableau 29 ci-dessous indique les valeurs inférieures des limites de classe, en EQR, par type de cours d'eau pour l'IPS, sous la forme suivante : a-b-c-d (a = limite inférieure du très bon état, b = limite inférieure du bon état, c = limite inférieure de l'état moyen, d = limite inférieure de l'état médiocre). Le tableau 30 ci-dessous indique les valeurs de référence, par type de cours d'eau pour l'IPS.

La classification de l'état pour l'élément de qualité biologique « diatomées » s'établit en calculant la moyenne des indices obtenus à partir des données acquises conformément aux dispositions de l'article 12 du présent arrêté ; puis, en comparant cette moyenne aux limites de classe indiquées dans le tableau 29 ci-dessous. La note en EQR se calcule comme suit :

Note en EQR = (note observée) / (note de référence du type)

Tableau 29 : Valeurs inférieures des limites des classes d'état, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'IPS

DIATOMÉES DES COURS D'EAU DE GUYANE		CATÉGORIES DE TAILLE DE COURS D'EAU				
Hydroécorégions		Très grands	Grands	Moyens	Petits	Très petits
1	Plaine littorale	0,97 - 0,85 - 0,63 - 0,35				
2	Bouclier guyanais	0,92 - 0,78 - 0,58 - 0,32				
3	Exogènes de l'HER 2					

a-b-c-d : a = limite inférieure du très bon état, b = limite inférieure du bon état, c = limite inférieure de l'état moyen, d = limite inférieure de l'état médiocre.
En grisé : type inexistant, TG51 est considéré comme exogène de TG52 et c'est la grille de l'HER bouclier qui s'applique.

Tableau 30 : Valeurs de référence par type de cours d'eau pour l'IPS

DIATOMÉES DES COURS D'EAU DE GUYANE		CATÉGORIES DE TAILLE DE COURS D'EAU				
Hydroécorégions		Très grands	Grands	Moyens	Petits	Très petits
1	Plaine littorale	18				
2	Bouclier guyanais	17,4				
3	Exogènes de l'HER 2					

En grisé : type inexistant, TG51 est considéré comme exogène de TG52 et c'est la grille de l'HER bouclier qui s'applique.

⁵ Annexe III de l'arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.

2.4.5.2 CALCUL DE L'IDGF (INDICE DIATOMIQUE DE GUYANE FRANÇAISE)

En tirant les enseignements adéquats des précédents indices diatomiques élaborés dans d'autres DOM-COM, une méthodologie adaptée au contexte Guyanais a été développée en se basant sur une réduction du nombre de taxons pris en compte dans les assemblages et sur la recherche de taxons d'alerte dans une optique multimétrique.

Cette approche a permis la conception d'un indice présentant une évaluation écologique compatible avec les préconisations de la DCE (notion d'écart à une référence régionale) et donnant des résultats pertinents, selon l'avis des experts locaux, et cohérents par rapport au contexte naturel et aux activités anthropiques rencontrés en Guyane.

La méthodologie du calcul de ce nouvel indice diatomique spécifique à la Guyane est détaillée dans le rapport « Carayon, D., Delmas, F., Eulin-Garrigue, A., Vigouroux, R. (2019). Evaluation de l'état écologique des cours d'eau de Guyane française : Un nouvel Indice Diatomique pour la Guyane Française (IDGF). Rapport final – V1 – 30 avril 2019. IRSTEA Eds., 60 p + annexes ».

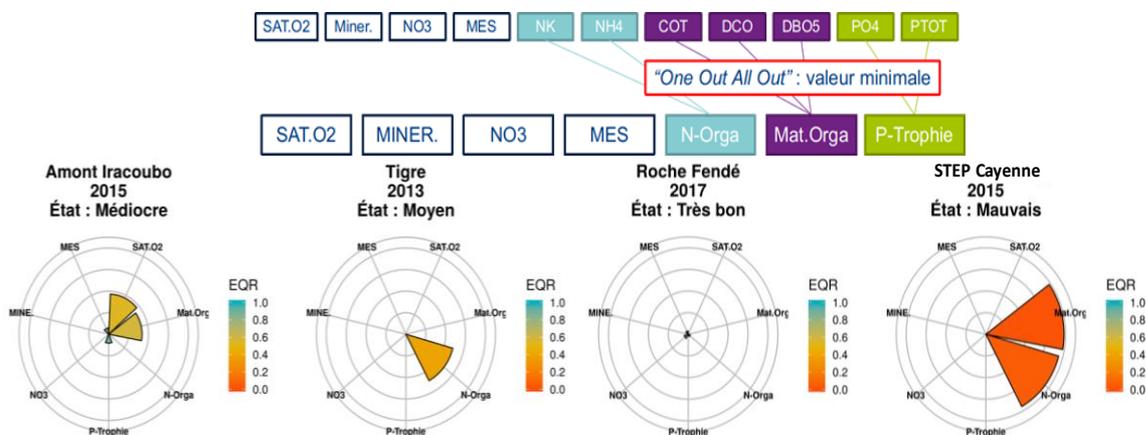
Cet indice sera calculé pour toutes les stations du suivi des réseaux DCE 2019 et l'interprétation des valeurs de l'IDGF sera réalisée en faisant référence aux grilles d'EQRs par région naturelle élaborée spécifiquement pour la Guyane par l'INRAe (ex-IRSTEA) (Carayon et al, 2019 et 2020).

Dans cette optique, nous avons augmenté l'effort de comptage à toute la lame, étant donné la présence de nombreux taxons non encore répertoriés, comme préconisé pour le calcul de L'Indice Diatomique de Guyane Française (IDGF).

Extrait de du rapport Carayon, D., Delmas, F., Eulin-Garrigue, A., Vigouroux, R. (2019). Evaluation de l'état écologique des cours d'eau de Guyane française : Un nouvel Indice Diatomique pour la Guyane Française (IDGF). Rapport final – V1– 30 avril 2019. IRSTEA Eds., 60 p + annexes.

HER	Valeur de l'IDGF	Classe d'état
Plaine littorale du nord	≥ 0.88	Très bon
	≥ 0.75	Bon
	≥ 0.50	Moyen
	≥ 0.25	Médiocre
	< 0.25	Mauvais
Bouclier Guyanais	≥ 0.88	Très bon
	≥ 0.75	Bon
	≥ 0.50	Moyen
	≥ 0.25	Médiocre
	< 0.25	Mauvais

Cet indice étant multimétrique et basé sur la présence de taxons d'alerte pour chaque altération, il permet à la fois d'établir un diagnostic d'état écologique général, mais aussi de discriminer l'altération responsable d'un déclassement du site et de l'illustrer graphiquement (cf. exemple ci-après).



Extrait de du rapport Carayon, D., Delmas, F., Eulin-Garrigue, A., Vigouroux, R. (2019). Evaluation de l'état écologique des cours d'eau de Guyane française : Un nouvel Indice Diatomique pour la Guyane Française (IDGF). Rapport final – V1– 30 avril 2019. Irstea Eds., 60 p + annexes.

2.5 FAUNE INVERTÉBRÉE BENTHIQUES

2.5.1 LES INVERTÉBRÉS BENTHIQUES

Les macroinvertébrés aquatiques regroupent les insectes (larves, nymphes ou adultes), les crustacés, les mollusques, les vers et autres invertébrés, fixés sur un substrat ou non, dont une partie au moins du cycle de vie est aquatique et peut être retenus par un filet de 500µm de vide de maille. Cette grande hétérogénéité leur permet de couvrir un large spectre de réponses aux perturbations (Rosenberg et Resh, 1993). Ils sont progressivement devenus des outils majeurs de la biosurveillance des milieux aquatiques à travers le monde (Rosenberg et Resh, 1993 ; Chessman, 1999 ; Reynoldson *et al.*, 2006 ; Resh et Rosenberg, 2008 ; Wright *et al.*, 1998 (RIVPACS) ; Hering *et al.*, 2003 (AQEM Project) ; Furse *et al.*, 2006 (STAR Project)) et présentent des nombreuses caractéristiques qui les rendent intéressants pour le suivi de la qualité des milieux :

- Une large répartition géographique (rendant les méthodes comparables à grande échelle) ;
- Une durée de vie relativement longue (quelques mois à quelques années) ;
- Une sédentarité au sein de leur habitat ;
- Une grande diversité de forme due au grand nombre de taxa et de phyla appartenant à ce groupe.

En application de la directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, l'indicateur biologique « macroinvertébrés » est à suivre selon les principes énoncés dans la circulaire DCE 2006/16 relative à la constitution et la mise en œuvre du programme de surveillance pour les eaux douces de surface. Cet indicateur permet de donner une information quantitative sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. En effet, l'ensemble des organismes vivants peuplant un habitat est l'expression synthétique des facteurs écologiques qui conditionnent le milieu. L'analyse de la composition faunistique permet donc une évaluation de l'état du cours d'eau, toute perturbation provoquant des modifications plus ou moins marquées des communautés vivantes qu'il héberge. La réalisation de prélèvements de macroinvertébrés sur le secteur de la Haute-Comté semble donc être relativement pertinente pour répondre à une partie des enjeux du nouveau plan de gestion de la réserve des Nouragues.

2.5.2 PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

2.5.2.1 MATERIEL

Le matériel nécessaire à l'échantillonnage est le suivant :

- Échantillonneur Surber à filet de maille 500 µm et de surface de base 1/20 m² environ ;
- Récipients hermétiques, avec opercule, identifiés individuellement pour les échantillons (d'une contenance de 0,5 L minimum) ;
- Pinces entomologiques ;
- Bassine pour le rinçage et/ou l'élutriation de certains substrats ;
- Réactif de type éthanol (concentration finale au minimum de 70%) ;
- Protection individuelle : waders ou cuissardes, cape de pluie ;
- Appareil GPS ;
- Carnet de notes étanche ;
- Appareil photo numérique étanche.

2.5.2.2 DETERMINATION ET POSITIONNEMENT DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE

Dans un premier temps l'opérateur sélectionne une station d'échantillonnage. On entend par station d'échantillonnage une portion de cours d'eau représentative de l'hydromorphologie d'un tronçon en

termes de diversité des habitats physiques, y compris les éventuelles altérations hydromorphologiques (ex : sauts). Pour être représentative de la morphologie d'un tronçon de cours d'eau, la station est positionnée préférentiellement sur des séquences de faciès radier / mouille. La largeur du lit à plein bord (notée Lpb) peut être estimée rapidement sur le terrain à partir de la zone non végétalisée du lit. La longueur d'une séquence radier / mouille représente en moyenne six fois la largeur du lit à plein bord, ce qui permet d'estimer la longueur d'une station :

- Pour les cours d'eau de petite et moyenne dimension, deux séquences radier / mouille sont considérées (soit 12 x Lpb) ;
- Pour les très petits cours d'eau, souvent plus hétérogènes, il est préférable de prendre en compte trois séquences (soit 18 x Lpb) ;
- Pour les grands cours d'eau, le choix de deux séquences reste préférable, mais il est parfois nécessaire pour des raisons pratiques de se limiter à une séquence (soit 6 x Lpb), en prenant soin de la choisir la plus représentative possible de la morphologie moyenne du tronçon. Les zones de saut doivent être évitées car non représentatives des masses d'eau.

La démarche décrite ci-dessous doit être respectée pour le choix de l'emplacement précis de chaque station :

1. Estimer visuellement la largeur à plein bord Lpb ;
2. Repérer visuellement sur une longueur suffisante (environ 5 à 8 séquences, soit 30 à 48 Lpb en fonction de la taille du cours d'eau), les conditions morpho-dynamiques du secteur. Pour les grands cours d'eau, cette étape peut utilement être préparée en utilisant des photos aériennes (orthophotoplan au 1/25 000^{ème} par exemple) ;
3. Choisir les séquences contiguës les plus représentatives, en prenant soin d'éviter d'y inclure des singularités morphologiques. On entend par singularités des structures naturelles ou artificielles isolées, qui ne se retrouvent pas de manière répétitive et régulière sur le tronçon (au moins sur le secteur repéré visuellement), par exemple : ponts, protections de berges très localisées, embâcles isolés, affluents, faciès ou substrats aux caractéristiques particulières ;
4. Mesurer la largeur moyenne à plein bord, sur une dizaine de transects espacés d'environ 1,5 fois la largeur estimée. Cette valeur, mesurée avec une précision de $\pm 5\%$, est notée Lpb ;
5. Choisir et calculer la longueur totale de la station (6, 18 ou 12 Lpb selon les cas) qui est notée Lt, en mètres ;
6. Positionner une première limite de station (amont ou aval), sur une limite de faciès caractéristique, par exemple la tête d'un radier ;
7. Se déplacer d'une longueur de station le long du cours d'eau, en prenant soin d'identifier les limites des principaux faciès : radiers, plats, mouilles ;
8. Positionner la deuxième limite de station sur la structure équivalente à celle choisie comme première limite (ex : tête de radier) la plus proche de la distance calculée ;
9. Si les limites de faciès ne sont pas repérables (cas des rivières très lentes ou chenalisées), on prend dans tous les cas une station de la longueur calculée, en calant la première limite sur un repère visible. Il est impératif de noter avec précision des repères, ou de baliser les limites choisies, ou d'utiliser des coordonnées GPS précises, de manière à retrouver facilement la station lors des campagnes ultérieures.

2.5.2.3 PEZADA-DCE

Les procédures standardisées relatives au prélèvement au tri et à la détermination des invertébrés aquatiques ne sont pas transposables stricto sensu au contexte de la Guyane (groupes faunistiques différents, etc.). C'est pourquoi une adaptation du protocole nommé PEZADA-DCE (Protocole d'Echantillonnage des Zones Amont ou Difficiles d'Accès) est utilisée pour répondre aux besoins de la DCE. Il est basé sur la méthodologie IBGN XP T 90-333, puis sur la norme NF T 90-333 dès sa mise en application. Il permet en particulier de réaliser des prélèvements dans les zones amont et les Petites Masses d'Eaux (PME), correspondant au contexte de la réserve des Nouragues.

Ce protocole initialement développé suite à une demande de la DEAL (ex-DIREN) en 2007 (Guillemet & Manchon, 2007) a fait l'objet de modifications en 2008 de la part J.G. Wasson (IRSTEA) afin de répondre aux objectifs de la Directive Cadre. Il s'applique au cours d'eau peu profonds dans lesquels les prélèvements peuvent être réalisés à pieds, ou aux stations situées en amont de l'influence du

marnage dont la limite correspond généralement au premier saut. Il s'agit d'une adaptation de la méthode AFNOR NF XP T90-333 d'échantillonnage des macro-invertébrés en cours d'eau peu profond.

PEZADA-DCE : 12 prélèvements sont effectués suivant l'ordre d'habitabilité des habitats en combinant (Figure 3) :

- Un échantillonnage des habitats organiques dominants basé sur 8 prélèvements unitaires (Filet Surber, 500µm de vide de maille, 1min/habitat) ;
- Un échantillonnage des habitats minéraux marginaux, basé sur 4 prélèvements unitaires (Filet Surber, 500µm de vide de maille, 1min/habitat).

L'ensemble des stations sont prospectées par ce protocole.

Il est important de noter que tous les gros individus de taxa rares ou patrimoniales, comme certains mollusques, sont de préférence identifiés et comptés sur le terrain, puis remis à l'eau.

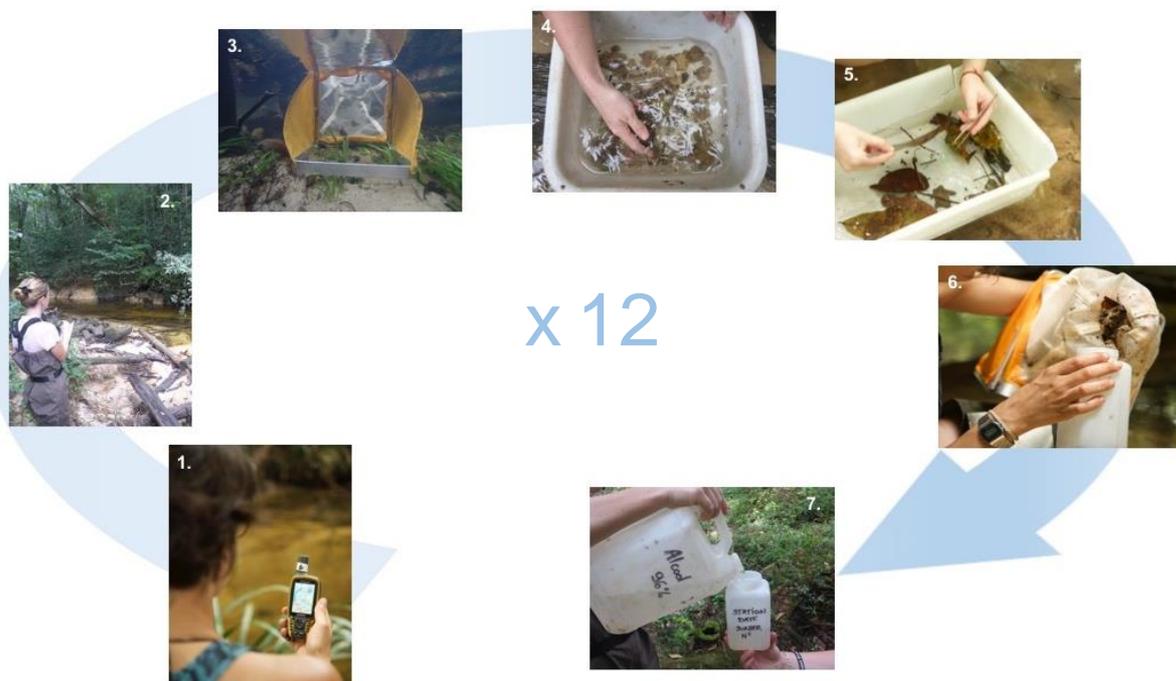


Figure 3 : Processus d'échantillonnage du protocole PEZADA-DCE (© HYDRECO)

1. Localisation de la station ;
2. Caractérisation de la station ;
3. Échantillonnage élémentaire ;
4. Lavage de substrat ;
5. Pré-tri de l'échantillon élémentaire ;
6. Traitement de l'échantillon élémentaire ;
7. Conditionnement de l'échantillon élémentaire

2.5.2.4 Traitement des échantillons

Conformément aux préconisations de la circulaire DCE 2007/22, le conservateur utilisé sur le terrain sera l'éthanol (concentration finale 70%). Toutefois les Baetidae (éphéméroptères nécessaires au calcul du SMEG) sont particulièrement fragiles et perdent rapidement des éléments nécessaires à l'identification (pattes, branchies, etc.) si la fixation n'est pas assez rapide ou importante. Il est donc recommandé d'atteindre une concentration légèrement supérieure (80%) pour assurer leur fixation. Il est important de noter qu'une concentration de plus de 80% fragilise les structures cuticulaires des arthropodes qui deviennent cassantes après seulement quelques mois de fixation. Ceci peut compromettre les montages lors d'une étude systématique ultérieure.

2.5.2.5 Tri, détermination et comptage

Les prélèvements ramenés du terrain seront lavés sur une colonne de tamis dont la maille la plus fine sera de 0,5 mm. Au préalable les éléments grossiers sont soigneusement examinés et lavés au-dessus

d'un tamis de maille identique à celle des appareils de prélèvement (500µm). Les individus contenus dans le refus de tamis sont ensuite dénombrés à l'aide d'une loupe binoculaire (Figure 4).

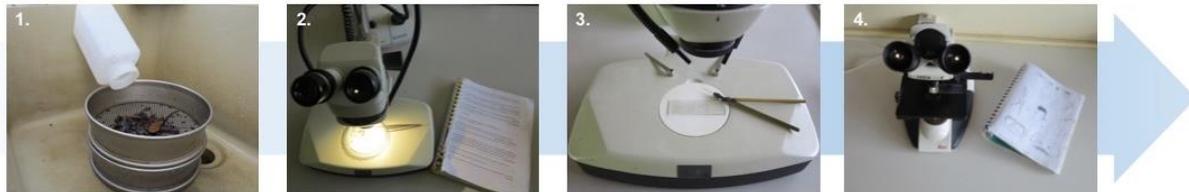


Figure 4 : Processus du tri et de la détermination en laboratoire (HYDRECO)

1. nettoyage de l'échantillon élémentaire ;
2. détermination sous loupe binoculaire ;
3. préparation des pièces buccales et autres éléments entre lame et lamelle ;
4. détermination sous microscope optique

Considérant les faibles densités d'invertébrés aquatiques sur le district hydrographique guyanais à l'exception de milieux particuliers (sauts), les prélèvements seront triés dans leur intégralité. Aucun sous-échantillonnage n'est effectué. Les échantillons sont triés dans leur intégralité afin d'allouer une meilleure robustesse à la représentativité du jeu de données. Etant donné les nombreuses incertitudes subsistant sur la taxonomie de la faune tropicale, les limites de détermination taxonomique retenue sera la famille à l'exception des Annélides, Hydracariens, Nématodes et Planaires ou tout autre individu trop abîmés ou correspondant aux premiers stades larvaires, qui sont identifiés au niveau taxonomique supérieur le plus proche (exemples d'ouvrage : Depuy et Thomas, 2001 ; Massemain *et al.*, 2009). L'identification nécessite des clés de détermination spécifiques aux invertébrés aquatiques de Guyane (Orth *et al.*, 2000 ; Thomas *et al.*, 2001 ; Depuy, 2001 ; etc.) ainsi que de nombreux ouvrages. Citons entre autres Ridet *et al.* (1992), Beaumont et Cassier (1996), et Grassé et Doumenc (1995). Grâce aux travaux d'Alain Thomas (Université de Toulouse), l'identification des Ephéméroptères au niveau générique est rendue possible. Tous les éphéméroptères seront identifiés au genre en vue du calcul de l'indice SMEG. Cette étape nécessitera le montage entre lames et lamelles et l'observation sous microscope (grossissement x 100) des pièces buccales et d'autres éléments plus fragiles, tels que les pattes et les branchies (Orth *et al.*, 2001).

2.5.3 TRAITEMENT DES DONNÉES

2.5.3.1 INDICE SMEG

Les indices qui ont été mis au point pour des rivières continentales européennes ou dans des milieux insulaires néotropicaux ne peuvent être transposés à la Guyane française car les contextes biogéographiques et climatiques d'une part, et le retard de connaissance de la faune d'autre part, ne permettent pas d'appliquer ces protocoles préexistants.

L'indice biologique invertébrés à utiliser pour qualifier la qualité des cours d'eau de Guyane française, selon l'arrêté du 27 juillet 2015, est l'indice SMEG (Thomas, 2001) avec le protocole de prélèvement PEZADA DCE pour les cours d'eau prospectables à pied et PEZSML pour les cours d'eau profonds.

Le **SMEG** pour Score Moyen des Ephéméroptères Guyanais est un indice biotique qui a été développé en 2001 par le professeur Alain Thomas. Il permet de déterminer la qualité du milieu à partir de critères de présence-absence des genres d'Ephéméroptères

La méthode de calcul de l'indice SMEG consiste en trois étapes :

- L'établissement d'un Score Total, résultant de la somme des scores individuels des Unités Opérationnelles (U.O.) (Cf. Tableau 10) répertoriées à la station considérée ;
- Le calcul d'un Score Moyen, obtenu par la division du Score Total par le nombre d'U.O. ;
- Enfin, l'addition de l'« apport diversité », chaque genre comptant pour 0,1 point.

Ces trois étapes peuvent être résumées par la formule suivante :

$$SMEG = (somme\ des\ scores\ U.O. / nombre\ d'U.O.) + (0,1 \times nombre\ d'U.O.)$$

La note ainsi obtenue est ensuite confrontée à l'échelle de cotation (Tableau 9). En 2014, une étude commanditée par l'ONEMA, a eu pour objectif de réduire les six classes de qualité initiales en cinq classes afin de répondre à la classification européenne : Très Bonne, Bonne, Moyenne, Médiocre et Mauvaise (Clavier *et al.*, 2014).

Tableau 9 : Nouvelles classes de qualité de l'indice SMEG (d'après Clavier et al., 2014)

CLASSES DE QUALITÉ	Notes
TRES BONNE	≥ 4,1
BONNE	3,08 - 4,09
MOYENNE	2,05 - 3,07
MEDIOCRE	1,03 - 2,04
MAUVAISE	≤ 1,02

Remarque importante : L'arrêté du 27 juillet 2015 indique que ces limites de classe sont à utiliser sur l'unique hydro-écorégion de la formation du socle guyanais (HER 52). Les récents travaux du laboratoire HYDRECO dans le domaine indiquent que ces limites de classes peuvent également être utilisées **de manière temporaire** pour la formation sédimentaire du littoral guyanais (HER 51) dans l'attente d'une définition de classes de qualité spécifiques à cette hydro-écorégion (*unpublished data*).

La liste des 48 unités opérationnelles (U.O.) à considérer pour l'indice SMEG ainsi que leur code SANDRE et leur score de polluo-sensibilité respectif est mentionnée dans le Tableau 10.

Tableau 10 : Liste actualisée des U.O des éphéméroptères de Guyane intégrées à l'indice SMEG (HYDRECO. Unpublished data)

Famille (code SANDRE)	Genres	Code SANDRE	Polluo-sensibilité	Commentaires
Euthyplociidae (22025)	<i>Campylocia</i> Needham et Murphy, 1924	21750	3	Polluo-sensibilité modifiée (initialement 5)
Ephemeridae (501)	<i>Hexagenia</i> Walsh, 1863	23094	3	
Oligoneuriidae (393)	<i>Genus 1</i>	Non défini	5	Polluo-sensibilité modifiée (initialement 4)
	<i>Genus 2</i>	Non défini	5	Polluo-sensibilité modifiée (initialement 3)
Polymitarciidae (22619)	<i>Asthenopus</i> Eaton, 1871	23100	2	
	<i>Tortopus</i> Needham et Murphy, 1924	Non défini	3	Genre supplémentaire
	<i>Campsurus</i> Eaton, 1868	21748	2	
Caenidae (456)	<i>Brachycercus</i> Curtis, 1834	468	4	Présence douteuse en Guyane. Erreur d'identification possible
	<i>Caenis</i> Stephens, 1835	457	1	
Coryphoridae (23178)	<i>Coryphorus</i> Peters, 1981	23179	5	
Leptohyphidae (20434)	<i>Leptohyphes</i> Eaton, 1882 s.l.	20488	4	
	<i>Tricorythodes</i> Ulmer, 1920 s. l.	20516	3	
	<i>Amanahyphes</i> Salles et Molineri, 2006	22860	4	Genre supplémentaire
	<i>Tricorythopsis</i> Traver, 1958	Non défini	3	Genre supplémentaire
	<i>Bessierus</i> Thomas et Orth, 2001	21689	2	
	<i>Hagenulopsis</i> Ulmer, 1919	20435	4	
	<i>Ulmeritoides</i> Traver, 1959	23102	2	Polluo-sensibilité modifiée (initialement 5)
	<i>Lentvaaria</i> Demoulin, 1966	22191	2	
	<i>Hydrosmilodon</i> Flowers et Dominguez, 1992	22155	2	
	<i>Hermanella</i> Needham et Murphy, 1924	23088	3	
Baetidae (363)	<i>Paramaka</i> Savage et Dominguez, 1992	22525	4	Genre supplémentaire
	<i>Lisetta</i> Thomas et Dominique, 2005	22245	4	Genre supplémentaire
	<i>Terpides</i> Demoulin, 1966	20436	3	
	<i>Fittkaulus</i> Savage et Peters, 1978	23087	4	
	<i>Thraulodes</i> Ulmer, 1919	23091	5	
	<i>Genre U</i>	Non défini	5	
	<i>Simothraulopsis</i> Demoulin, 1966	22700	3	
	<i>Farrodes</i> Peters, 1971	23086	3	Genre supplémentaire
	<i>Miroculis</i> s.s. Edmunds, 1963	23090	2	Polluo-sensibilité modifiée (initialement 5)
	<i>Microphlebia</i> Savage et Peters, 1992	23089	4	
Baetidae (363)	<i>Corinnella</i> Thomas et Dominique 2005	21826	5	Genre supplémentaire
	<i>Camelobaetidius</i> Demoulin, 1996	21741	4	Une espèce certaine en Guyane : <i>Camelobaetidius billi</i> Thomas et Dominique 2001
	<i>Morphotype à paracerque court</i>			Actuellement 4 espèces connues
	<i>Camelobaetidius</i> Demoulin, 1996	21741	3	

<i>Morphotype à paracerque long</i>			en Guyane (Thomas <i>et al.</i> , 2003)
<i>Callibaetis</i> Eaton, 1881	20431	1	
<i>Harpagobaetis</i> Mol, 1986	23173	2	
<i>Tomedontus</i> Lugo-Ortiz et McCafferty, 1995	23176	4	
<i>Cloeodes</i> Traver, 1968	20432	1	
<i>Apobaetis</i> Day, 1955	23171	2	
<i>Paracloeodes</i> Day, 1955	23174	2	
<i>Rivudiva</i> Lugo-Ortiz et McCafferty, 1998	23175	5	
<i>Waltzoyphius</i> McCafferty et Lugo-Ortiz, 1995	22855	3	
<i>Spiritiops</i> Lugo-Ortiz et McCafferty, 1998	22724	3	
<i>Guajirolo</i> Flowers, 1985	22092	5	
<i>Cryptonympha</i> Lugo-Ortiz et McCafferty, 1998	23172	5	
<i>Americabaetis</i> Kluge, 1992	20430	2	Polluo-sensibilité modifiée (initialement 3)
<i>Adebrotus</i> Lugo-Ortiz et McCafferty, 1995	23170	5	
<i>Aturbina</i> Lugo-Ortiz et McCafferty, 1995	21662	1	
<i>Zelus</i> Lugo-Ortiz et McCafferty, 1998	23065	4	

Enfin, un test de robustesse peut être 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 indicelle à partir du nouveau jeu de données ainsi obtenu. Si l'écart entre les deux notes est important, il est probable que le SMEG soit surestimé. Le test de robustesse, très souhaitable, n'est qu'un outil simple pour aider l'interprétation du SMEG.

2.5.3.2 INDICE IBMG 1

L'Indice Biologique Macroinvertébrés de Guyane (IBMG) a été créé pour évaluer la qualité écologique des PME (Petites Masses d'Eau - cours d'eau = profondeur < 1m ; largeur < 10m ; exempte de marnage de Guyane) (Dedieu *et al.*, 2015). L'IBMG est composé de six métriques (Tableau 11) : deux métriques basées sur la richesse taxonomique (Estimateur de Chao1, le nombre de familles de coléoptères), deux métriques d'abondance (Log.Elmidae, % d'Ephéméroptères et de Trichoptères), une métrique fonctionnelle (% collecteurs) et un indice de diversité (l'indice de Shannon).

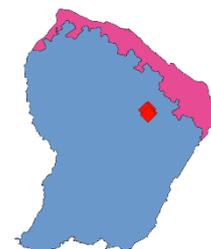
Au préalable, il convient de déterminer l'appartenance des stations à l'hydroécocorégion : soit de la plaine littorale (*Coast* dans le Tableau 11), soit du bouclier guyanais (*Shield* dans le Tableau 11).

Tableau 11 : Les différentes valeurs nécessaires pour calculer l'IBMG.

Ref Values	Chao1_B	Shannon_AB	CoGa_AB	ColeoS_AB	Log.Elmidae_ETQ_AB	
Mean_Ref_Coast	22,533	2,323	63,955	12,755	0,995	21,091
SD_Ref_Coast	5,89	0,405	8,864	3,231	0,329	8,0766
Mean_Ref_Shield	28,5	2,346	63,78	11,771	0,945	22,146
SD_Ref_Shield	7,018	0,305	10,123	3,536	0,353	5,374
EQR_Upper	1,945	1,398	1,518	1,485	1,735	1,749
EQR_Lower	-3,395	-4,189	-4,13	-2,773	-2,786	-3,682

Pour le suivi des Nouragues, l'ensemble des stations se situent sur le bouclier Guyanais.

Figure 5 : Hydroécocorégions de Guyane et localisation des stations. En bleu le bouclier Guyanais, en violet la plaine alluviale.



L'IBMG se calcule ensuite en trois étapes successives :

- 1) Après avoir calculé chacune des six métriques, la valeur de chaque métrique est convertie en SES en étant normalisée en fonction de l'Hydro-écocorégion :

$$SES = \frac{\text{(Valeur brute - moyenne}_{ref_HER})}{\text{écart-type}_{ref_HER}}$$

avec "valeur brute", la valeur mesurée de la métrique pour un point d'échantillonnage donné « moyenneref_HER » et « écart-typeref_HER » la moyenne et l'écart-type de la distribution de la métrique en condition de référence pour l'Hydroécocorégion.

- 2) Puis, les écarts aux conditions de référence (EQR) par Hydrocorégion (bornage de 0 à 1) sont calculés :

$$EQR_m = \frac{(SESm - inf)}{(sup - inf)}$$

avec " SESm " : la valeur normalisée de la métrique pour un point d'échantillonnage donné ;
 « sup » et « inf » correspondent aux « meilleur » et « pire » valeurs pour cette métrique dans le même type de cours d'eau.

NB : Si la valeur normalisée est supérieure à la meilleure valeur, la valeur d'EQR est fixée à 1. Inversement, si la valeur est inférieure à la pire valeur, la valeur d'EQR est fixée à 0.

- 3) Enfin, la note de l'IBMG correspond à la moyenne pondérée des six métriques (EQRs) calculée en utilisant les poids (DE) :

$$IBMG = \frac{\Sigma(DE_{moyen} \times EQR_{moyen})}{\Sigma DE_m}$$

La valeur ainsi obtenue est confrontée à une échelle de cotation afin de déterminer la classe de qualité de la station (Tableau 12).

Tableau 12 : Les différents seuils de classe de qualité de l'indice IBMG

CLASSES DE QUALITÉ	Notes
TRES BONNE	0,68 - 1
BONNE	0,51 - 0,68
MOYENNE	0,42 - 0,51
MEDIOCRE	0,36 - 0,42
MAUVAISE	0 - 0,36

2.5.3.3 INDICE IBMG 2

L'IBMG 2 a pour vocation d'adapter l'IBMG 1, développé à l'origine pour les petites masses d'eau, à l'ensemble des zones fluviales de Guyane (hors masses d'eau de transition) afin d'améliorer et d'étendre le suivi DCE (Dedieu *et al.*, 2015). Cette adaptation passe par un ajustement des différentes métriques, et une nouvelle caractérisation des masses d'eau.

Ainsi, à l'issue d'une large étape de sélection, quatre métriques ont été sélectionnées (Tableau 13) : le pourcentage d'éphéméroptères, de trichoptères et d'odonates (%ETO : métrique d'abondance et de tolérance, réagissant aux pressions chimiques) ; le nombre de famille de prédateurs (Npredator : métrique de diversité, réagissant aux pressions chimiques et d'habitat) ; l'indice de Brillouin (métrique de diversité, réagissant aux pressions sur les habitats) ; le logarithme de l'abondance des individus de la famille des Elmidaes (Log(Elmidae+1 : métrique d'abondance, réagissant aux pressions subies par la ripisylve). La caractérisation des masses d'eau à elle aussi fait ressortir quatre groupes distincts : les PME littorales ; les PME continentales ; les fleuves côtiers ; et les fleuves continentaux.

Tableau 13 : Ensemble des valeurs de références nécessaires pour le calcul de l'IBMG 2

Valeurs de référence	Brillouin	Log(Elmidae+1)	Npredator	%ETO
HER 1 - Petites masses d'eau cotières				
<i>MeanRef</i>	1,907	2,063	19,800	22,483
<i>SDRef</i>	0,291	0,364	1,549	5,009
<i>Sup</i>	1,264	1,112	1,420	1,434
<i>Inf</i>	-2,198	-1,826	-10,199	-2,664
HER 2 - Petites masses d'eau intérieures (Bouclier Guyanais)				
<i>MeanRef</i>	2,106	1,855	17,000	31,315
<i>SDRef</i>	0,345	0,416	4,626	9,494
<i>Sup</i>	1,944	2,169	2,162	2,500
<i>Inf</i>	-3,512	-4,456	-2,594	-2,975
HER 3 - Fleuves cotiers				
<i>MeanRef</i>	2,033	1,942	17,083	31,897
<i>SDRef</i>	0,222	0,572	2,875	9,706
<i>Sup</i>	2,525	1,660	1,015	2,268
<i>Inf</i>	-5,003	-3,393	-5,247	-3,014
HER 4 - Fleuves intérieurs (Bouclier Guyanais)				
<i>MeanRef</i>	1,986	1,774	14,000	39,654
<i>SDRef</i>	0,238	0,444	5,802	20,167
<i>Sup</i>	1,486	3,870	1,723	1,923
<i>Inf</i>	-2,202	-1,488	-1,379	-1,307

L'IBMG 2 se calcule ensuite de manière similaire à son homologue, c'est-à-dire en trois étapes successives :

- 1) Normalisation en fonction de la typologie du cours d'eau.

Une fois les quatre métriques calculées indépendamment, chacune de leur valeur est normalisée en SES en fonction de la catégorie du cours d'eau.

$$SES = \frac{(\text{Valeur brute} - \text{moyenne}_{ref_HER})}{\text{écart-type}_{ref_HER}}$$

Avec "valeur brute" : la valeur mesurée de la métrique pour un point d'échantillonnage donné ; « *moyenneref_HER* » et « *écart-typeref_HER* » la moyenne et l'écart-type de la distribution de la métrique en condition de référence pour le type de cours d'eau.

- 2) Calcul des EQR (écarts aux conditions de référence) en fonction de la typologie du cours d'eau. Conversion de la valeur de chaque métrique (SES) en EQR.

$$EQRm = \frac{(SESm - inf)}{(sup - inf)}$$

Avec " *SESm* " : la valeur normalisée de la métrique pour un point d'échantillonnage donné, « *sup* » et « *inf* » correspondent aux « meilleur » et « pire » valeurs pour cette métrique dans le même type de cours d'eau

- 3) Calcul de la note finale de l'IBMG 2

Correspondant à la moyenne pondérée des quatre métriques (EQR) calculées à l'étape 2, confronté à l'efficacité de discrimination des métriques (DE).

$$IBMG = \frac{\sum(DEmoyen \times EQRmoyen)}{\sum DE_m}$$

Avec « *DEmoyen* » : l'efficacité de discrimination de la métrique ; « *EQRmoyen* » : la valeur l'écart à la référence de la métrique ; « *DEm* » l'efficacité de discrimination d'une métrique. NB : Si la valeur d'EQR est supérieure à 1, la valeur d'EQR est fixée à 1. Inversement, si la valeur est inférieure à 0, la valeur d'EQR est fixée à 0.

Le résultat obtenu peut alors être confronté aux intervalles de notes de l'IBMG 2 (Tableau 14).

Tableau 14 : Intervalles de notation de l'IBMG 2 en relation avec les classes écologiques correspondantes

Classe IBMG II	Très mauvais état	Mauvais état	Etat médiocre	Bon état	Très bon état
Valeurs	[0 - 0.24]	[0.24 - 0.35]	[0.35 - 0.49]	[0.49 - 0.66]	[0.66 - 1]
Robustesse	[0 - 0.12]	[0.12 - 0.24]	[0.24 - 0.36]	[0.36 - 0.62]	[0.62 - 1]

2.6 FAUNE PISCICOLE

2.6.1 CONTEXTE

La très faible hauteur d'eau rencontrée sur l'ensemble de la zone d'étude n'a pas permis la réalisation du protocole de suivi DCE des populations de poissons à l'aide des filets maillants de surface. En effet, une profondeur maximale de 1m a été rencontrée uniquement en certains endroits (trou d'eau) sur l'ensemble de la zone d'étude. De plus, les caractéristiques de la majorité des stations se rapprochent plus de zone à Rang de Strahler <3 donc étant proche de stations de type PME (Petites Masses d'Eau) sur lesquelles aucun protocole standardisé n'est encore disponible en ce qui concerne l'échantillonnage des peuplements piscicoles.

Afin de palier à cette difficulté, il a donc été mis en place tout un panel de méthodes complémentaires les unes aux autres nous permettant ainsi d'approcher d'un échantillonnage le plus représentatif possible des peuplements piscicoles en présence. Ces différentes techniques de pêche sont également celles actuellement utilisées lors des études de type DCE dans les cours d'eau de type PME : pose de nasses, épervier, pêche à la ligne, Observation in situ et/ou captures à l'épuisette.

Il est également important de prendre en compte que les stations Comté, Mazin et Blanc présentent une importante turbidité, ce qui est préjudiciable à une bonne efficacité des moyens de captures finalement mis en œuvre dans le cadre de cette étude tant au niveau de l'observation que de l'efficacité globale de la pêche.

2.6.2 PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

2.6.2.1 NASSES

Une nasse est un piège destiné à être immergé, pour capturer des animaux, le plus souvent des poissons. Leur principe est assez simple : attiré généralement par un appât positionné à l'intérieur de la nasse, le poisson guidé par l'entonnoir, pénètre dans la nasse par le goulot plus ou moins étroit. Et une fois à l'intérieur, il lui est bien plus difficile de s'en échapper (Figure 6).

Dans le cadre de cette étude, ce sont les poissons de petite taille qui sont visés par ce moyen de pêche.

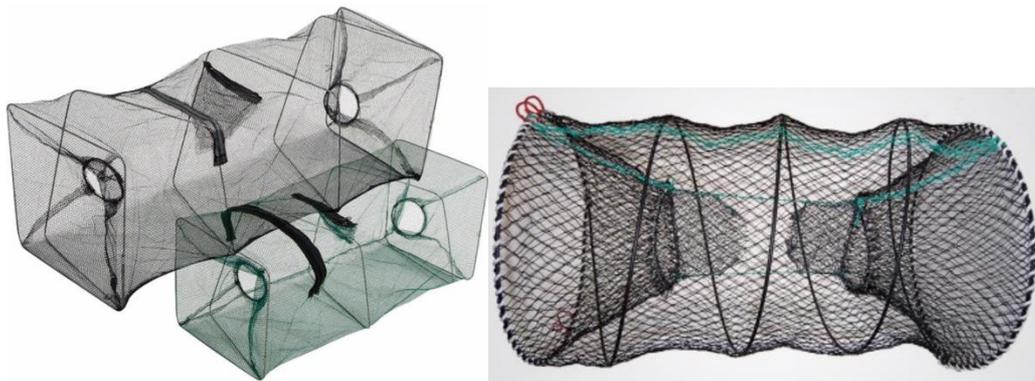


Figure 6 : Type de nasse utilisé dans le cadre de cette étude

Les nasses sélectionnées pour ces pêches ont un tout petit maillage (0,5 mm) afin de favoriser un effort de capture sur les petits poissons (10 à 150 mm). La taille de l'engin doit permettre :

- A minima le logement d'un nombre suffisant de poissons,
- A maxima l'immersion intégrale du goulot d'entrée dans la lame d'eau du fossé.

Des appâts variés sont mis en place avant immersion afin d'attirer un maximum d'espèces qui ne présentent pas forcément le même régime alimentaire. Les nasses sont mises en place pendant 2 à 4 heures dans des zones où le courant est peu élevé. Au total, 4 nasses ont été posées sur chaque station.



Figure 7 : Photos de nasses mises en place sur les stations Blanc (à droite) et Comté (à gauche)

2.6.2.2 EPERVIER

L'épervier est un filet de pêche lancé depuis la rive ou un bateau. Il est de forme circulaire et une fois lancé, il doit s'ouvrir au maximum afin de capturer tout ce qui s'y trouve dans son rayon (étant plombé aux extrémités). Lorsqu'on le remonte, les plombs vont se rassembler grâce à un mécanisme afin de former une poche dans lequel le poisson est capturé. Les filets utilisés sont en nylon polyamide blanc très souple et montés de manière traditionnelle. Ils mesurent respectivement 1,5 et 2,5 mètres de diamètres.



Figure 8 : Lancer d'épervier sur la station Comté

L'utilisation de ce filet est situationnelle : la zone de pêche doit être dépourvue d'embâcle et autres obstacles afin de faire fonctionner le mécanisme sans accroche lors de la remontée. En raison de la forte turbidité de nombreuses stations et de la présence de nombreux embâcles, cette technique de pêche n'a pas pu être réalisée sur l'ensemble des stations.

2.6.2.3 PECHE A LA LIGNE A MAIN

Pour créer un dispositif de pêche à la ligne à main, peu de matériel est nécessaire :

- Une bobine de fil en nylon ;
- Un plomb ;
- Un hameçon.

Dans le cadre de cette étude, de petits hameçons ont été choisis afin d'optimiser les chances de capture de poissons. En effet, en choisissant de petites tailles, cela permet de cibler les individus que l'on retrouve généralement dans ce type de cours d'eau.

2.6.2.4 OBSERVATION ET EPUISSETTE

Le protocole d'observation à vue consiste à visualiser à vue depuis la berge ou directement dans le milieu aquatique les espèces présentes jusqu'à ce qu'aucune nouvelle espèce ne soit nouvellement comptabilisée par cette technique. Pour toutes les stations de la zone prospectée, les faibles profondeurs, ou la turbidité élevée, n'ont pas rendu possible l'utilisation du masque et tuba.

Lorsque les individus sont trop petits ou non identifiables, ces derniers sont pêchés à l'aide d'une épuisette afin de pouvoir être déterminés et/ou gardés. Des coups d'épuisettes peuvent également être réalisés le long des berges ou certains habitats spécifiques du substrat (fond du cours d'eau) tels que les rochers (grattage des roches), herbiers aquatiques ou surplombant les rives dans le cas de la végétation rivulaire, litières ou encore banc de sable.

2.6.3 DETERMINATION

Chaque individu est ensuite identifié à l'espèce en se basant principalement sur les clés de détermination présentes dans les trois Atlas de poissons De Guyane de Planquette et al. (1996), Le Bail et al. (2000) et Keith et al., (2000) ainsi que par la mise à jour des listes d'espèces issus de Le Bail et al. (2012), de la liste rouge des poissons de Guyane (DEAL, 2017) et des contacts réguliers avec les spécialistes taxonomistes en question (INRAe, MNHN, MHG).

Tous les individus sont ensuite relâchés au plus vite dans le cours d'eau afin de minimiser notre impact sur la population piscicole locale. Seuls quelques spécimens représentatifs de certaines espèces spécifiques ou présentant un intérêt particulier sont collectés et conservés en glacière afin :

- d'effectuer des analyses sur le taux de mercure dans leur chair : il s'agit alors d'espèce cible ou bio-indicatrice de suivi mercuriel tel que l'aïmara (*Hoplias aimara*) par ex.;
- d'alimenter les connaissances sur les poissons de Guyane à travers des collections ou encore des prélèvements d'individus pour des bases génétiques (en collaboration avec Le Bail de l'INRAe Rennes et Covain du Muséum d'Histoire de Genève) ou à vocation d'ADN Environnemental en collaboration avec Sébastien Brosse et l'équipe du Laboratoire EDB du CNRS Toulouse.

2.6.4 ANALYSES MERCURE

La concentration totale en mercure est mesurée par spectrophotométrie d'absorption atomique après amalgamation. L'appareil utilisé est un AMA 254 (Figure 9). Il répond aux préconisations de l'AQUAREF en termes de méthodes d'analyse dans les sédiments, les boues et le biote.



Figure 9 : Analyseur AMA 254 utilisé pour mesurer la concentration de mercure dans la chair des poissons

L'échantillon est pesé puis introduit dans le pilote de l'AMA254. L'analyse est alors lancée automatiquement. L'échantillon est d'abord séché puis décomposé thermiquement. Les produits de décomposition de l'échantillon sont poussés par le 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 piégés. Les produits de décomposition sont ensuite poussés jusqu'à l'amalgame d'or pour un piégeage sélectif du mercure. L'amalgame et les cuves sont thermostatés à 120°C afin d'empêcher la condensation de l'eau. Après ajustement automatique du zéro, le mercure est relargué par une rapide élévation de la température. Le nuage de mercure relâché est alors poussé par un gaz vecteur à travers deux cuves de mesure en série (une longue et une petite) où la quantité de mercure est lue grâce à une lampe à mercure de longueur d'onde de 254nm. Le temps moyen d'une analyse est de cinq minutes. 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 de référence (TORT-2, pancréas de homard) à teneur en mercure connue ($0,270 \pm 0,06 \mu\text{g Hg/g}$). Une solution certifiée à 1 gHg/L est utilisée pour l'étalonnage de l'appareil. Les concentrations obtenues sont exprimées en $\mu\text{g HgT /g PF}$ (Microgramme de mercure Total / g de Poids Frais). L'abréviation ppm (parties par million) peut également être utilisée.

3 RESULTATS PHYSICO-CHIMIQUES

Les résultats des mesures physico-chimiques réalisées *in situ* et des analyses chimiques réalisées aux laboratoires HYDRECO Guyane et LDAR26 sont présentés dans le Tableau 15.

Les paramètres sont regroupés suivant leur aptitude à décrire des types de dégradation de la qualité de l'eau :

➤ Température, pH, conductivité

Les valeurs de pH et de conductivité dépendent en partie des interactions eau-roche et sont fonction de la température. Des variations importantes peuvent être révélatrices d'une perturbation du milieu.

➤ Bilan en oxygène

Il traduit la présence de matières organiques oxydables, consommatrices d'oxygène. Il est évalué à partir de l'oxygène dissous, de la demande biologique et chimique en oxygène et du carbone organique total.

➤ Equilibre de l'eau

Il dépend du pH, du TAC (Titre Alcalimétrique Complet) qui indique le taux de bicarbonates et de carbonates dissous dans l'eau ; et du TH (Titre Hydrotimétrique) qui exprime la somme des sels de calcium et de magnésium, autrement dit la dureté de l'eau.

➤ Les nutriments

Le phosphore total, les orthophosphates, l'azote Kjeldhal, l'ammonium, les nitrites, les nitrates, les chlorures, la silice dissoute et les sulfates sont naturellement présent dans le milieu. En trop grande quantité dans le milieu, les nutriments favorisent la prolifération des algues. Les nutriments en excès sont principalement des éléments caractéristiques des rejets domestiques, industriels et agricoles.

➤ Matières en suspension, turbidité

Les matières en suspension représentent la cause essentielle de la turbidité de l'eau. Une forte teneur ralentit la photosynthèse et contribue au colmatage des substrats, elle se répercute sur toutes les chaînes alimentaires aquatiques en perturbant la flore et la faune benthique.

➤ Phytoplancton

Il est à la base des chaînes alimentaires qui reposent sur sa production et sa vitalité.

Les têtes de bassins constituent ce qu'on appelle des Petites Masses d'Eau (PME) de faible profondeur (rarement supérieure à 1 m) et de faible largeur (inférieure à 10 m). Ces cours d'eau correspondent aux rangs de Strahler inférieurs à 3. Ce type de masses d'eau représente plus de 80 % du linéaire total du réseau hydrographique guyanais. Sur les graphiques présentés dans ce rapport, les résultats obtenus pour les PME ont été regroupés car il s'agit d'un milieu particulier, parfois très différent des stations de fleuve (débit plus lent, couverture végétale beaucoup plus importante notamment, etc.).

Tableau 15 : Résultats des mesures *in situ* et analyses chimiques

Station	Blanc	Brodel	Mazin	Comté	Unités
Date de prélèvement	18/02/2020	19/02/2020	18/02/2020	20/02/2020	
MESURES IN SITU					
pH	6,73	6,41	6,9	6,83	u,pH
Température	25,6	25,2	24,9	25,1	°C
Conductivité	45	23	55	37	µS/cm
Oxygène	7,6	7,8	7,9	7,5	mgO ₂ /L
Oxygène	93	94	95	90	%
Turbidité	31,5	3,4	235	32,9	NTU

ANALYSES CHIMIQUES DE L'EAU					
COD	1,7	1,9	1,1	1,7	mg/L
COT	2,2	2,6	1,9	2,5	mg/L
DBO ₅	0,7	0,7	1,9	0,7	mgO ₂ /L
MES	18,0	2,8	120,0	18,5	mg/L
ST-DCO	10	14	10	<10	mgO ₂ /L
Alcalinité	1,7	0,7	2,2	1,2	°f
Ammonium	0,11	0,07	0,08	0,05	mg/L
Azote Kjeldhal	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	mgN/L
Nitrates	0,48	0,19	0,61	0,32	mg/L
Nitrites	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	mg/L
Orthophosphates	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	mg/L
Chlorures	3,41	2,97	4,09	6,90	mg/l
Dureté (TH)	1,2	<0,3	2,0	0,5	°f
Phosphore total	<0,05	<0,05	0,36	0,07	mgP/L
Silice dissoute	15,6	13,7	12,7	11,4	mgSiO ₂ /L
Sulfates	0,70	0,28	0,67	0,57	mg/L
Chlorophylle a	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	mg/L
Phéopigments	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	mg/L

3.1 MESURES PHYSIQUES IN SITU

3.1.1 TEMPERATURE

La température des eaux mesurées lors de cette campagne est en moyenne de 25,2°C (climat équatorial en saison sèche). Elle varie de 24,9°C à Mazin à 25,6°C à Blanc (Figure 10).

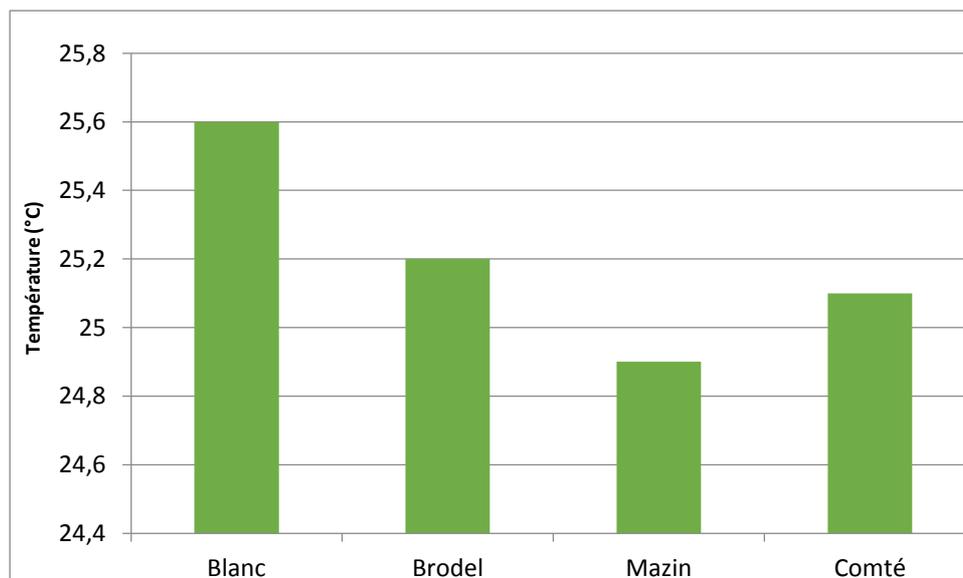


Figure 10 : Température relevée in situ

3.1.2 PH

Les mesures de pH réalisées ont une moyenne de 6,72 avec un maximal à Mazin de 6,9 et un minimum à Brodel de 6,41 (Figure 11).

Les eaux superficielles en Guyane présentent naturellement un pH acide résultant de la très forte prédominance du couvert forestier. En effet, l'abaissement du point de pH est lié à la production de CO₂ (dioxyde de carbone) par minéralisation de la matière organique d'origine végétale principalement. Comme la production de CO₂ par minéralisation reste supérieure à sa captation par photosynthèse, le pH se maintient donc généralement en dessous du point de neutralité.

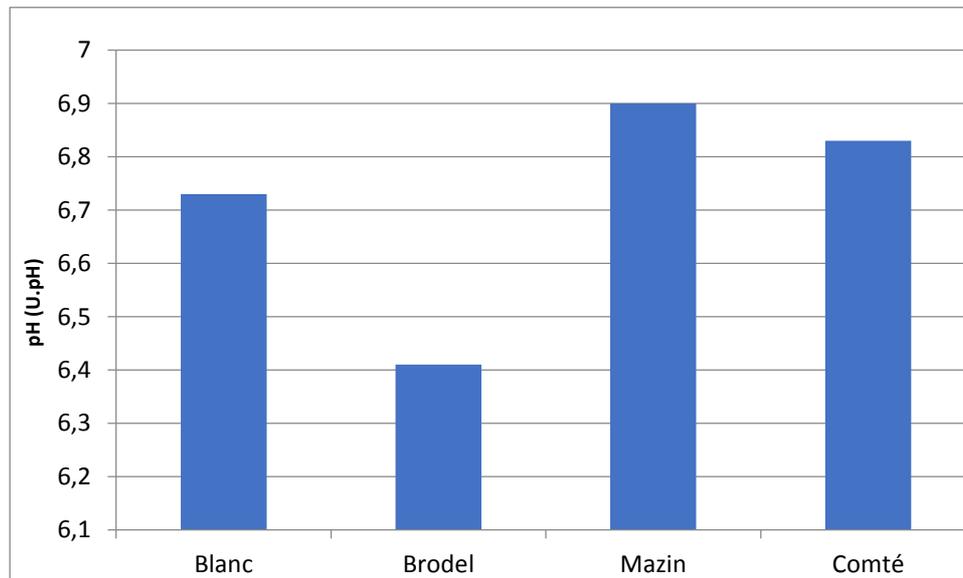


Figure 11 : pH relevé in situ

3.1.3 CONDUCTIVITE

La conductivité moyenne des stations prospectées est de 40 μ S/cm. Elle varie de 23 μ S/cm dans la station Brodel et la station Mazin, à 55 μ S/cm (Figure 12). Si la station Brodel correspond à la conductivité moyenne de cette zone, la station Mazin montre une conductivité bien plus élevée démontrant une perturbation du milieu.

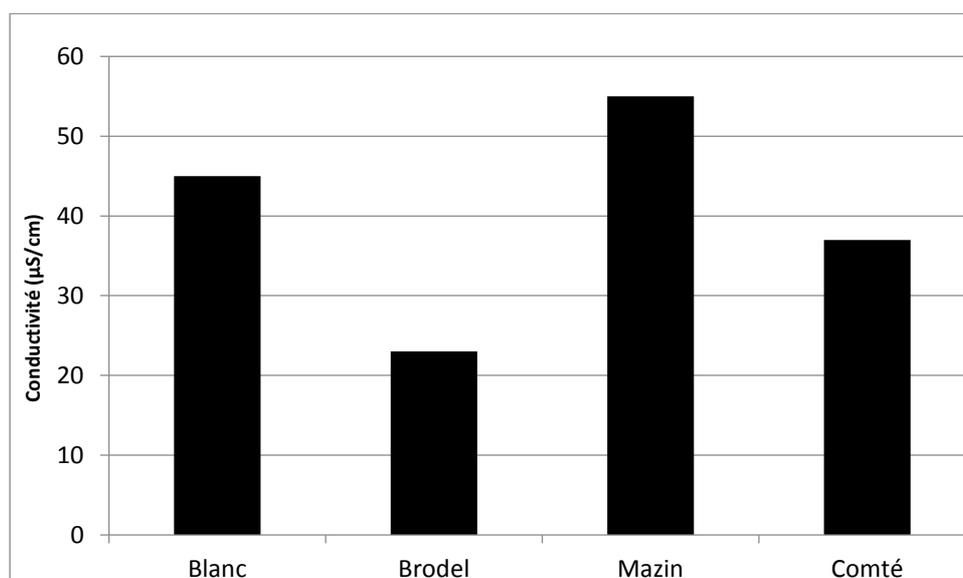


Figure 12 : Conductivité relevée in situ

3.2 BILAN EN OXYGENE

3.2.1 OXYGENE DISSOUS

Le taux moyen (Figure 136). Toutes les stations présentent des valeurs d'oxygènes en mg/L et % supérieures à la limite inférieure de très bon état de 7,5 mg/L et 90 % (Figure 13), elles sont donc toutes très bon état pour ce paramètre.

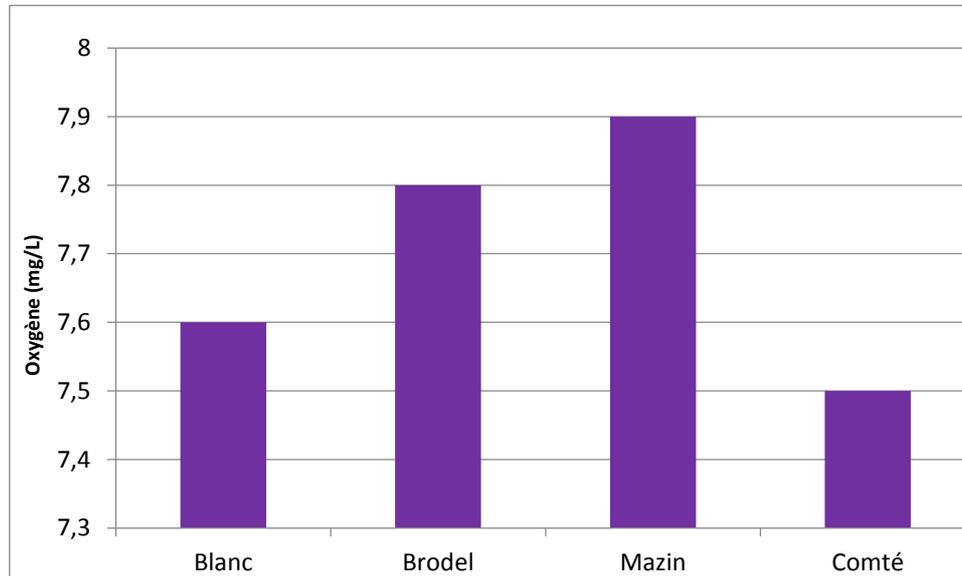


Figure 13 : Oxygène dissous relevé in situ

3.2.2 DEMANDE CHIMIQUE ET BIOCHIMIQUE EN OXYGENE

La ST-DCO (Sealed Test-DCO) moyenne (valeurs supérieures à la LQ de 10 mgO₂/L, Figure 14) est de 14 mgO₂/L et aucune station ne dépasse 24 mgO₂/L, elles sont donc de très bonne qualité environnementale.

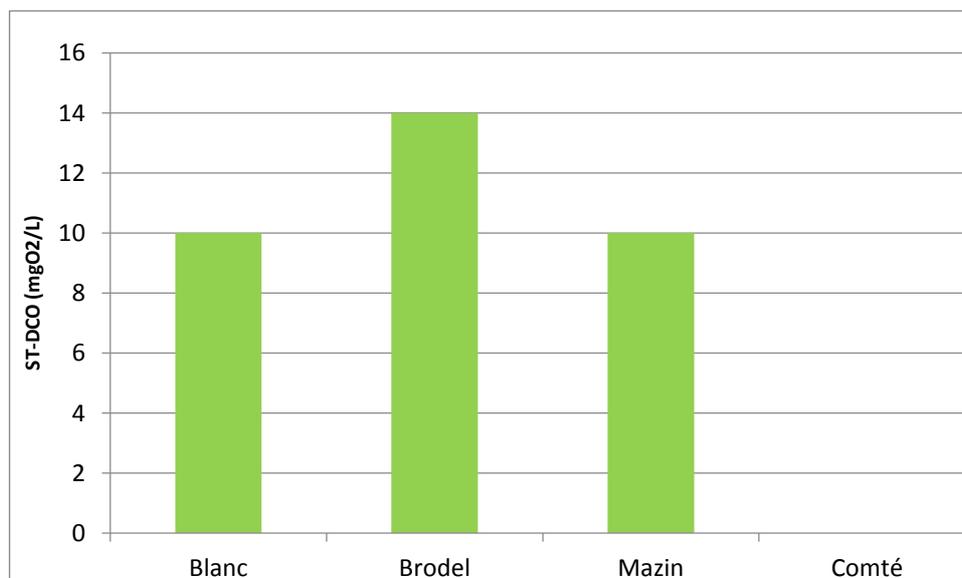


Figure 14 : Demande Chimique en Oxygène

La DBO des eaux de surface guyanaises est toujours très faible (moyenne de 1 mgO₂/L, Figure 15) en comparaison des eaux métropolitaines, car elles contiennent peu de matière organique dégradable : elles sont caractérisées par des valeurs de conductivité, ammonium, nitrites et carbone organique très basses (Richard, 1996, ; Richard et Cerdan, 2000 ; Vigouroux *et al.*, 2009 ; Crespy et Vigouroux, 2009 à 2013 ; Crespy *et al.*, 2013 à 2017) et un rapport DBO/DCO très faible (Figure 16).

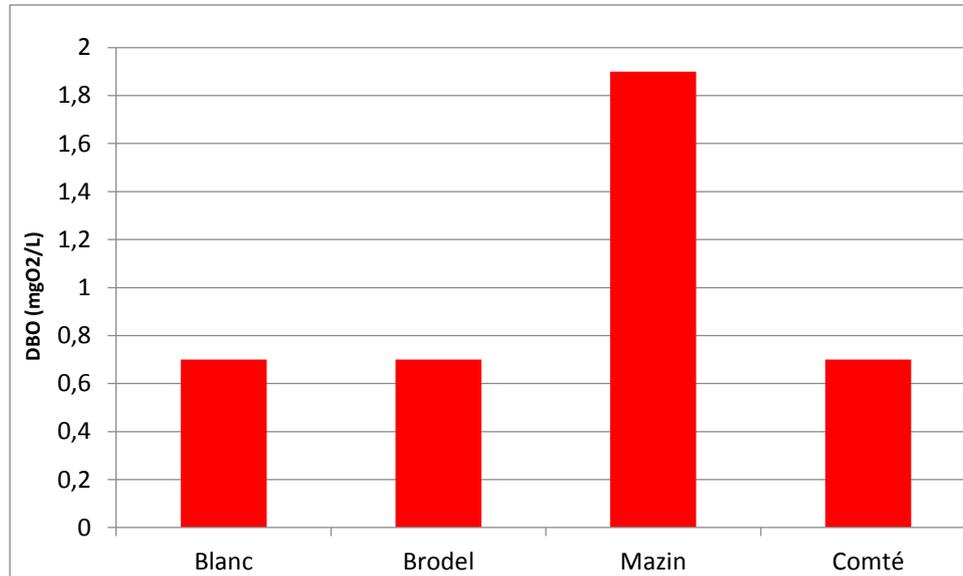


Figure 15 : Demande Biochimique en Oxygène

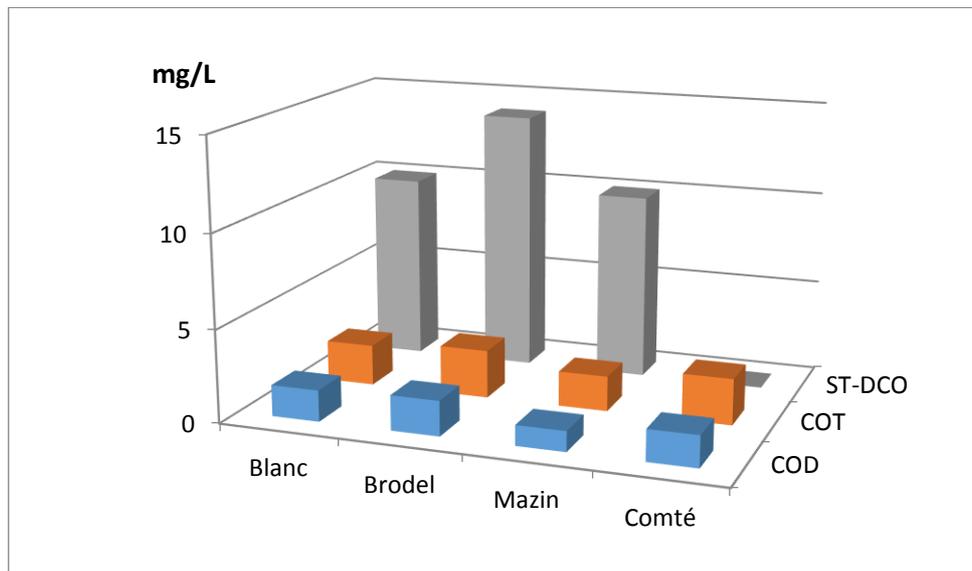


Figure 16: Demande Chimique et Biochimique en Oxygène

3.2.3 CARBONE ORGANIQUE

Les quatre stations étudiées présentent de faibles concentrations en carbone organique total (Figure 17), essentiellement dues à la contribution des acides humiques non biodégradables, avec une moyenne de 3,4 mg/L, proche des valeurs habituellement observées (Crespy et Vigouroux, 2009 à 2013 ; Crespy *et al.*, 2013 à 2017).

Toutes les stations présentent une valeur de COD inférieure à la limite inférieure de classe de très bon état de 5 mg/L, La moyenne observée sur toutes les stations en carbone organique dissous obtenu par filtration sur membrane de 0,45 µm est de 1,6 mg/L.

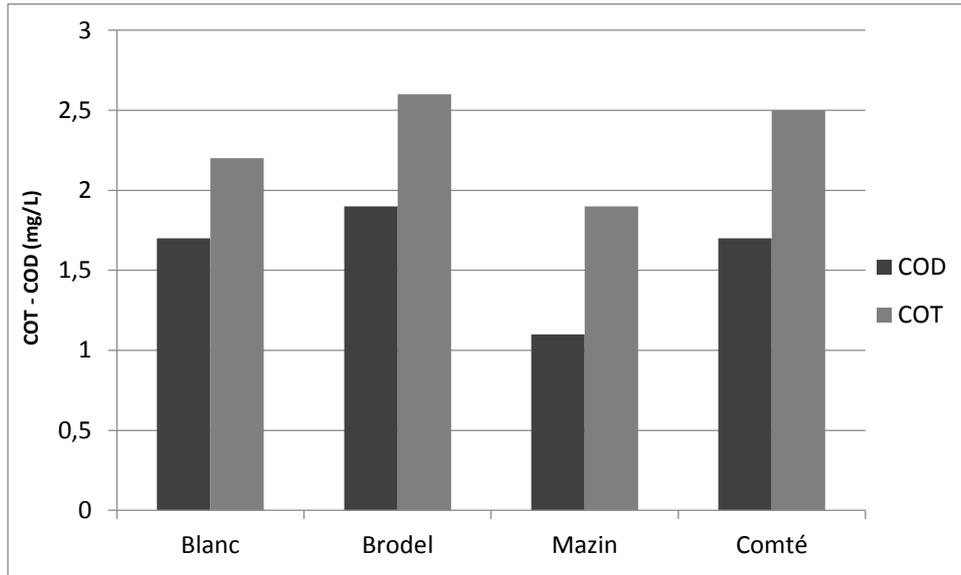


Figure 17 : Carbone Organique

3.3 ÉQUILIBRE DE L'EAU

3.3.1 ALCALINITE (TAC)

Les eaux guyanaises présentent de très faibles concentrations en hydrogénocarbonates et en acide humique : toutes les mesures réalisées pendant cette campagne sont inférieures à 2,5°f. De telles valeurs sont régulièrement observées dans le cadre du suivi environnemental du barrage de Petit Saut sur d'autres stations en amont (Reynouard C *et al.*, 2013 à 2017).

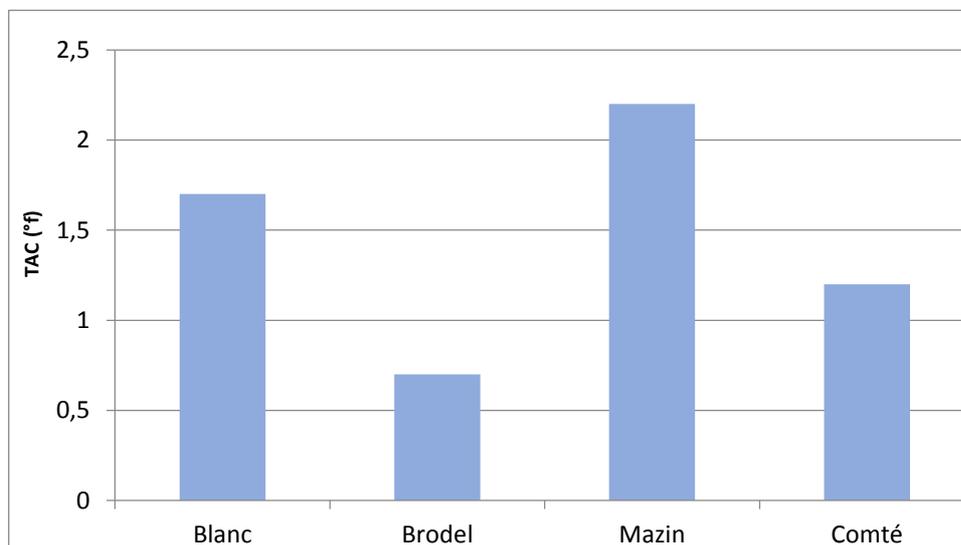


Figure 18 : Alcalinité

3.3.2 DURETE (TH)

Le titre hydrotimétrique représente la concentration en calcium et magnésium. Les eaux continentales guyanaises sont très peu minéralisées : tous les calculs de TH étant inférieurs à 2,5°f, les eaux de toutes les stations sont classées en « eau très douce ».

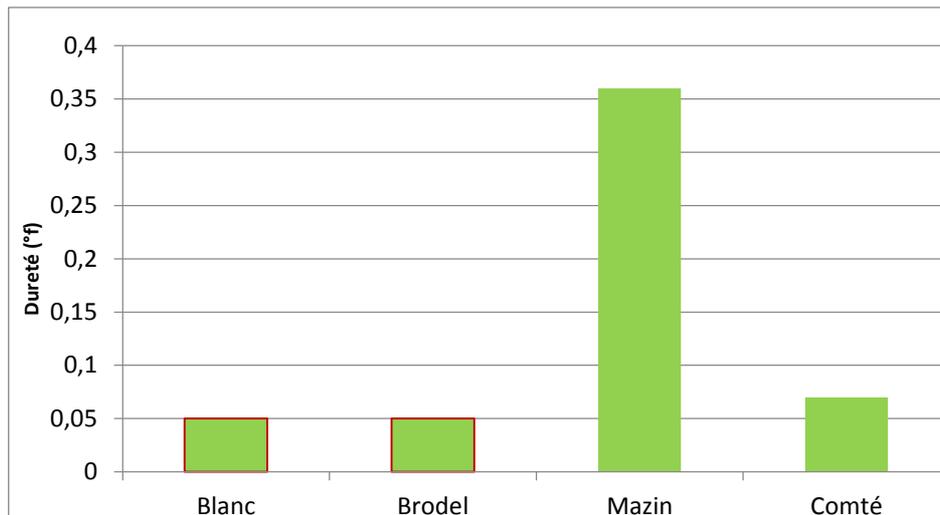


Figure 19 : Dureté

Notons que dans la figure ci-dessus, les valeurs de dureté pour les stations Blanc et Brodel sont représentées illustré par la valeur seuil du laboratoire d'analyse mais en réalité, leurs valeurs respectives sont comprises entre 0 et 0,05 °f. Par contre, la station Mazin montre clairement une altération.

3.4 NUTRIMENTS

3.4.1 MATIERES AZOTEES

➤ Ammonium (NH_4) et Azote Kjeldhal (N_K)

Les eaux échantillonnées des quatre stations présentent des valeurs inférieures à 0,5 mg/L d'ammonium. Ces faibles valeurs démontrent l'absence de pollution ammoniacale (déversement d'eaux usées ménagères, érosion ou lessivage de sols agricoles) dans les zones étudiées, peu de dégradation végétale et une bonne oxygénation, au regard du pouvoir auto-épurateur du milieu. Toutes les stations sont en très bon état pour ce paramètre.

Pour les mesures d'azote Kjeldhal, l'ensemble des valeurs mesurées sont inférieures au seuil de 0,05 mgN/L.

➤ Nitrites (NO_2) et nitrates (NO_3)

Les eaux guyanaises sont également toujours très peu chargées en nitrites : tous les résultats sont inférieurs à la limite de quantification du laboratoire de 0,05 mg NO_2 /L. La limite inférieure de classe de très bon état étant de 0,1 mg/L, toutes les stations sont donc en très bon état pour ce paramètre.

Les mesures de nitrates présentent une moyenne 0,4 avec un maximum de 0,61 mg/L Mazin et un minimum à Brodel avec 0,19 mg/L.

3.4.2 MATIERES PHOSPHOREES

➤ Orthophosphate (oPO_4)

Toutes les stations présentent une concentration en orthophosphates inférieure à la limite de quantification du laboratoire de 0,02 mg PO_4 /L, elles sont donc en très bon état pour ce paramètre. Ceci montre aussi une absence de pollution industrielle, ménagère ou agricole sur les stations étudiées.

➤ **Phosphore total (Ptot)**

La concentration moyenne des stations étudiées en phosphore total est toujours faible : 0,21 mgP/L. La limite de quantification du laboratoire correspond à la limite inférieure de très bon état de 0,05 mgP/L. Les stations Blanc et Brodel se classent en très bon état pour ce paramètre. La station Comté est classée en bon état et enfin, la station Mazin se classe en état moyen.

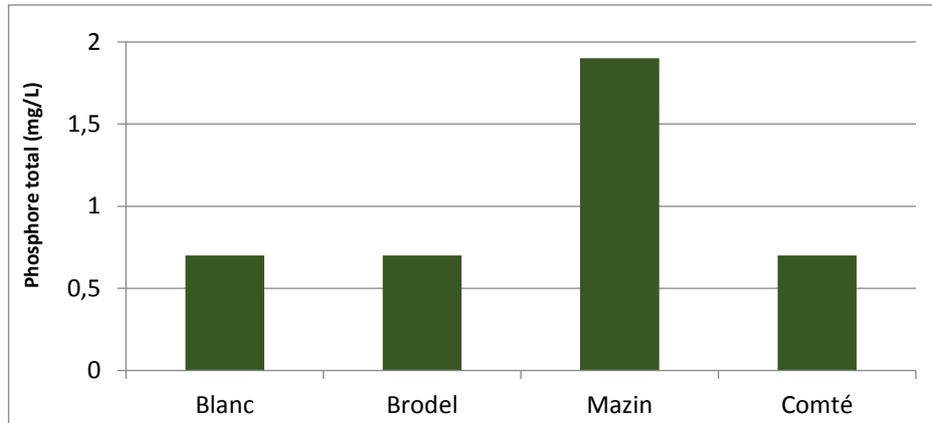


Figure 20 : Phosphore total

3.4.3 CHLORURES, SILICE, SULFATES

➤ **Chlorures (Cl)**

Les chlorures dans les cours d'eau étudiés sont probablement originaires de la pluie dans la mesure où la contribution des impacts humains ainsi que la dissolution des roches sont généralement négligeables (Sondag *et al.*, 2010).

La concentration moyenne de chlorures mesurée lors de cette campagne est de 4,34 mg/L (Figure 21), ce qui est dans la gamme des valeurs observées dans les eaux de pluie (Lions *et al.*, 2009).

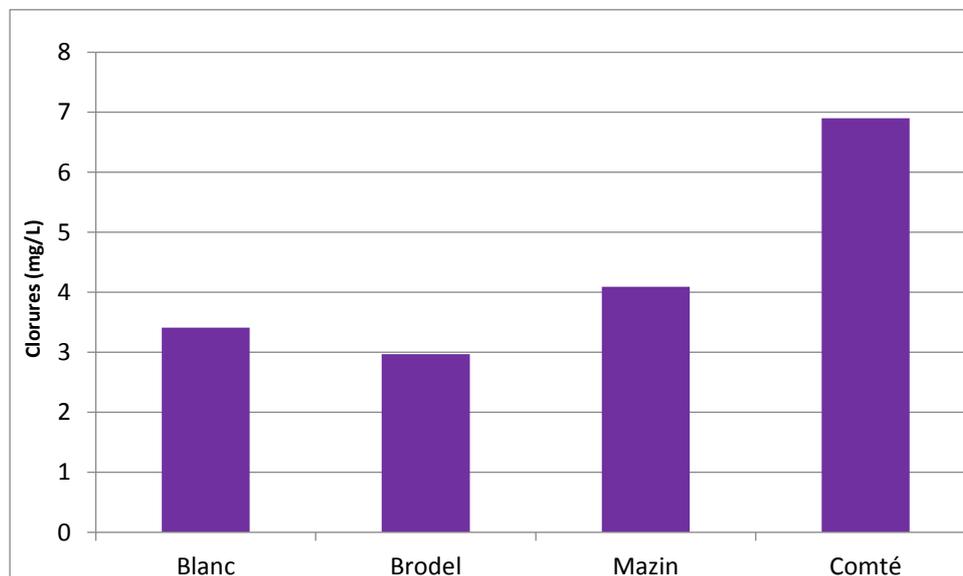


Figure 21 : Chlorures

➤ **Silice dissoute (SiO_2)**

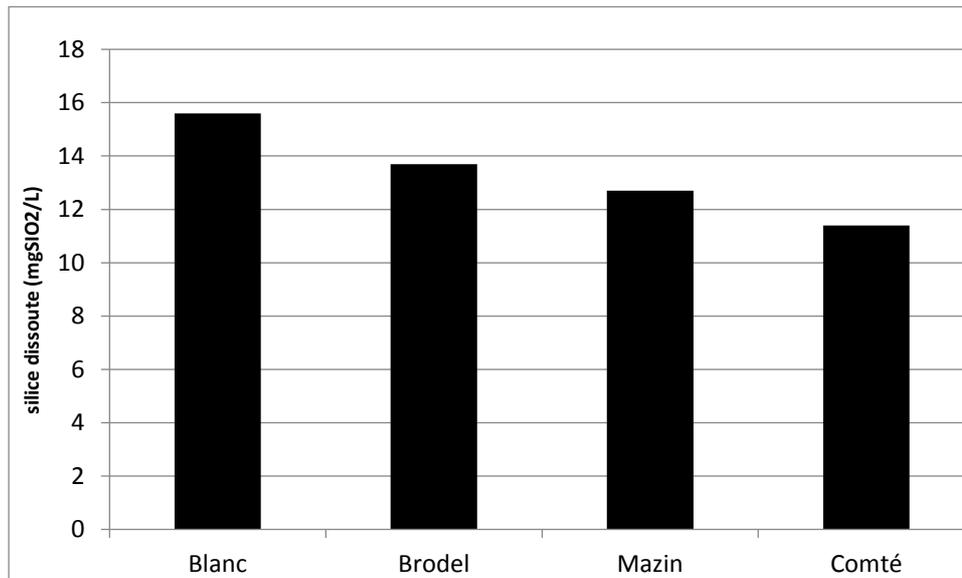


Figure 22 : Silice dissoute

SiO_2 représente un constituant important de l'eau des cours d'eau étudiés, il est souvent contrôlé par la croissance des diatomées dans les eaux de surface des environnements tropicaux. Sa concentration moyenne est de 13,35 mg/L dans les eaux étudiées (Figure 22). L'ensemble des valeurs des mesures pour ce paramètre oscille entre 15,6 mg/L à Blanc et 11,4 mg/L à Comté.

➤ **Sulfates (SO_4)**

Les sulfates des eaux continentales gyanaises proviennent essentiellement du substrat rocheux et des apports météoriques (Lions *et al.*, 2009). La concentration moyenne est faible, 0,55 mg/L (Figure 23), ce qui est comparable aux valeurs habituellement rencontrées sur des stations gyanaises et démontre l'absence de pollution industrielle ou agricole (Crespy et Vigouroux, 2009 à 2013 ; Crespy *et al.*, 2013 à 2017).

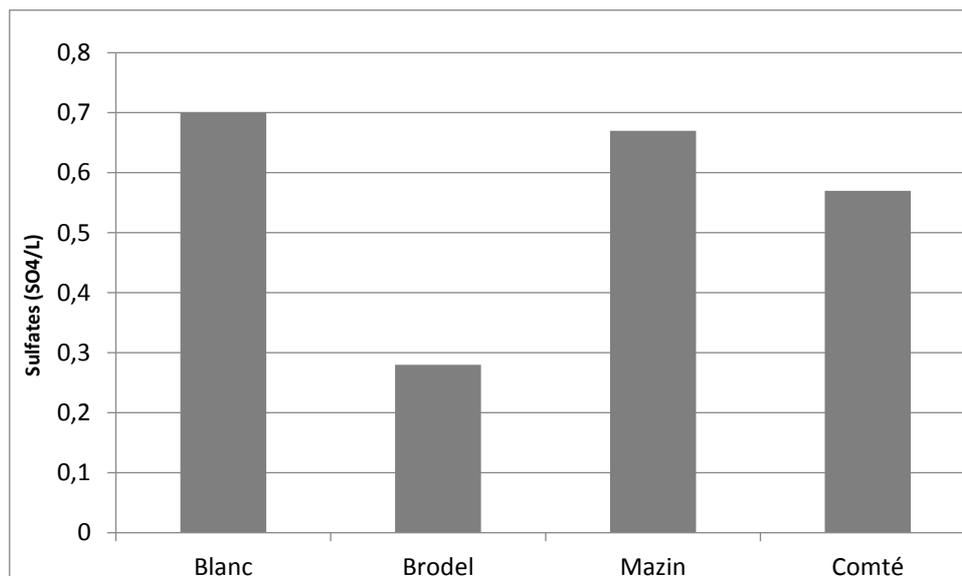


Figure 23 : Sulfates

3.5 TURBIDITE, MATIERES EN SUSPENSION

3.5.1 TURBIDITE

Seule la station Brodel présente une turbidité inférieure à 15 NTU, limite inférieure de très bon état. Les stations Blanc et Comté se classent en bon état pour ce paramètre. Enfin, la station Mazin se classe en état médiocre avec turbidité de 235 NTU. Cette forte valeur marque la présence d'une activité d'orpaillage illégal en amont du cours d'eau au moment des prélèvements.

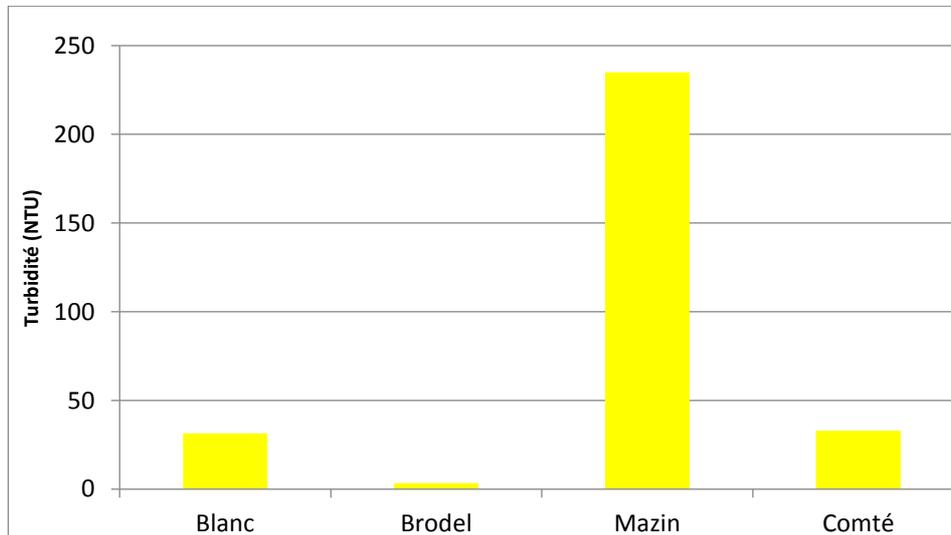


Figure 24 : Turbidité mesurée in situ

3.5.2 MATIERES EN SUSPENSION

Le taux moyen de matières en suspension totales de 39,8 mg/L pour cette campagne n'est pas représentatif de l'ensemble des stations (Figure 25). En effet, les stations Blanc, Brodel et Comté se démarquent de la station Mazin qui se classe en état médiocre pour ce paramètre avec 120 mg/L. Les autres stations présentent des valeurs de MES inférieure à 25 mg/L, limite inférieure du très bon état pour ce paramètre.

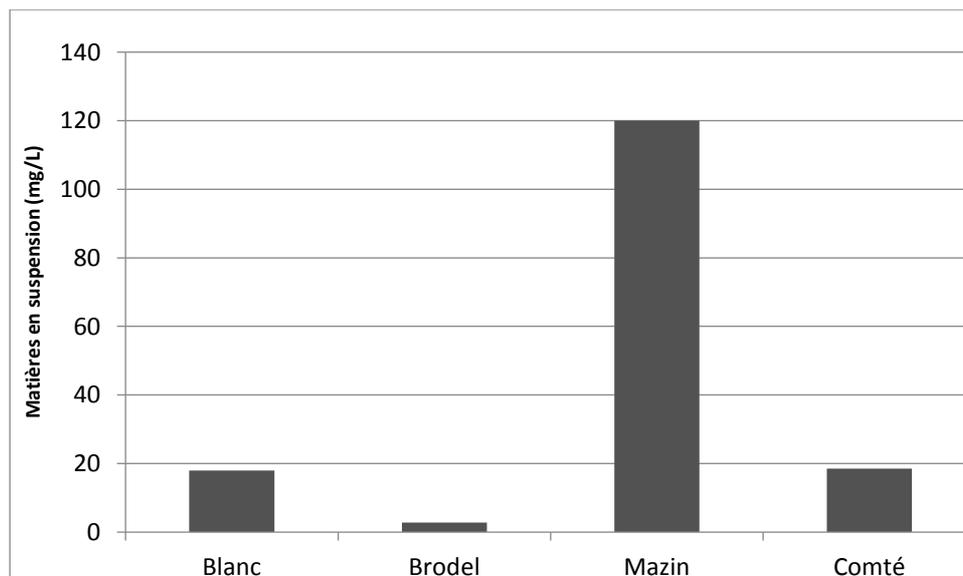


Figure 25: Matières en suspension (MES)

Il semblerait que l'on observe pour ces stations, la corrélation retrouvée habituellement entre la turbidité mesurée *in-situ* et les valeurs de MES. En effet, pour ces deux paramètres, seule la station Mazin se distingue des autres avec des valeurs bien plus élevées que les autres stations.

Avec 4 stations uniquement, il est impossible de faire des analyses statistiques fiables pour confirmer la corrélation entre turbidité et MES.

3.6 BIOMASSE PHYTOPLANCTONIQUE

3.6.1 CHLOROPHYLLE A

La mesure de la chlorophylle *a* permet de quantifier la biomasse phytoplanctonique présente dans le milieu. Il existe de nombreux liens entre son développement dans les cellules phytoplanctoniques et les variations de paramètres tels que l'intensité lumineuse, la turbidité, les nutriments et l'oxygène dissous. L'ensemble des résultats des mesures de Chlorophylle *a* présentent une concentration inférieure à la limite de quantification du laboratoire de 2,0 mg/L (Tableau 15).

3.6.2 PHEOPIGMENTS

Toutes les stations présentent une concentration en phéopigments inférieure à la limite de quantification du laboratoire de 2 mg/L (Tableau 15).

3.7 HAP

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycyclique (HAP) peuvent être naturellement présente suite à des feux de forêts par exemple, mais sont bien souvent d'origine anthropique (trafic routier, combustion de sources carbonées, industries, orpaillage, etc.).

Tableau 16 : Résultats des mesures de HAP dans les prélèvements d'eau

	Blanc	Brodel	Mazin	Comté	Unités	DCE	SEQ V2
Acénaphène	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	µg/L		0,7
Acénaphthylène	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	µg/L	/	0,4
Anthracène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	µg/L	0,1	0,1
Benzo(a)anthracène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	µg/L	/	0,005
Benzo(a)pyrène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	µg/L	0,027	/
Benzo(b)fluoranthène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	µg/L	0,017	/
Benzo(g,h,i)pérylène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	µg/L	0,0082	/
Benzo(k)fluoranthène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	µg/L	0,07	/
Chrysène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	µg/L	/	0,006
Dibenzo(a,h)anthracène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	µg/L	/	0,00006
Fluoranthène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	µg/L	0,12	/
Fluorène	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	µg/L	/	0,3
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	µg/L	/	0,0016
Naphtalène	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	µg/L	130	/
Phénanthrène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	µg/L	/	0,11
Pyrène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	µg/L	/	0,024
Somme des HAP	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	µg/L	Sans objet	/

Les hydrocarbures analysés correspondent aux principales molécules retrouvées dans les milieux à la suite d'une perturbation évoquée ci-avant. La qualification des résultats par station doit être principalement réalisée au regard des limites DCE présentées dans le guide REEE ESC 2019.

Cependant, certaines molécules ne sont pas reprises dans cette liste de substances prioritaires, c'est pourquoi nous avons utilisé le Système d'Évaluation de la Qualité de l'eau V2 (2003) auparavant exploité comme base par les DIREN (ex DEAL).

Notons par ailleurs, que certains seuils sont difficilement atteignables dans le cas d'analyses courantes. Il faut alors avoir recours à des analyses plus poussées (au nanogramme par litre) et plus coûteuses. Néanmoins ces résultats donnent une première approche de la qualité des eaux sur les stations.

Plusieurs enseignements peuvent être tirés de ces résultats :

- D'une manière générale, aucune molécule n'est quantifiée au seuil d'analyse du laboratoire. Il n'y a donc pas de pollution d'importance avérée ;
- Pour une partie des hydrocarbures, il n'existe pas de seuil DCE (Acénaphène, etc.) et là où ils existent aucun n'est dépassé (même si le cas du Benzo(g,h,i)perylene ne permet pas de conclure) ;
- Dans les cas où le seuil DCE n'existe pas, le seuil SEQ Eau V2 est utilisé mais il est, la moitié du temps, trop faible par rapport à la limite de quantification (Benzo(a)anthracène, Chrysène, Dibenz(a,h)anthracène, Indéno(1,2,3-c,d)pyrène). Dans ce cas de figure, nous ne pouvons être conclusif quant à l'état (même si la concentration reste toutefois très faible).

Il faut toutefois noter que ces hydrocarbures sont détectables dans les eaux bien souvent au moment de leur émission dans le milieu en surface (car non miscibles). Par contre, le sédiment se révèle être un compartiment bien plus intégrateur pour ce type de pollution.

3.8 METAUX LOURDS - SEDIMENTS

Les résultats d'analyse des sédiments par station sont présentés dans le Tableau 17.

Tableau 17 : Résultats mesures de métaux lourds dans les sédiments (MS : matière sèche)

	Blanc	Brodel	Mazin	Comté	Limite de qualité (µg/kg MS)*	Unités
Arsenic	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	30	µg/kg
Cadmium	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	2	µg/kg
Chrome	288	13	394	101	150	µg/kg
Cuivre	37	2,3	53	14	100	µg/kg
Mercure	0,08	<0,04	0,07	0,052	1	µg/kg
Nickel	33	1,9	41	13	50	µg/kg
Plomb	5,2	2,2	5,8	3,7	100	µg/kg
Zinc	33	6,8	41	18	300	µg/kg

Les résultats bruts référencés dans le Tableau 17 sont présentés sous forme graphique ci-dessous, avec pour chaque métal étudié, la limite de qualité correspondante, représentée par les traits noirs.

Parmi l'ensemble des métaux lourds analysés dans les sédiments des 4 stations, **seul le chrome présente des valeurs supérieures aux limites de qualité de 150 µg/kg** (Figure 26). En effet les stations Blanc et Mazin se démarquent avec des valeurs mesurées de 288 et 394 µg/kg. Nous n'avons toutefois pas à ce jour de connaissance suffisante du fond géochimique des sédiments dans la zone. Le Chrome pourrait être un constituant naturel du fond sédimentaire de la zone.

Pour le reste des paramètres mesurés dans les sédiments, ils sont tous inférieurs aux limites de qualité. Notons que bien qu'elles restent inférieures aux limites, les stations Blanc et Mazin semblent se démarquer des autres avec des valeurs souvent supérieures aux deux autres stations.

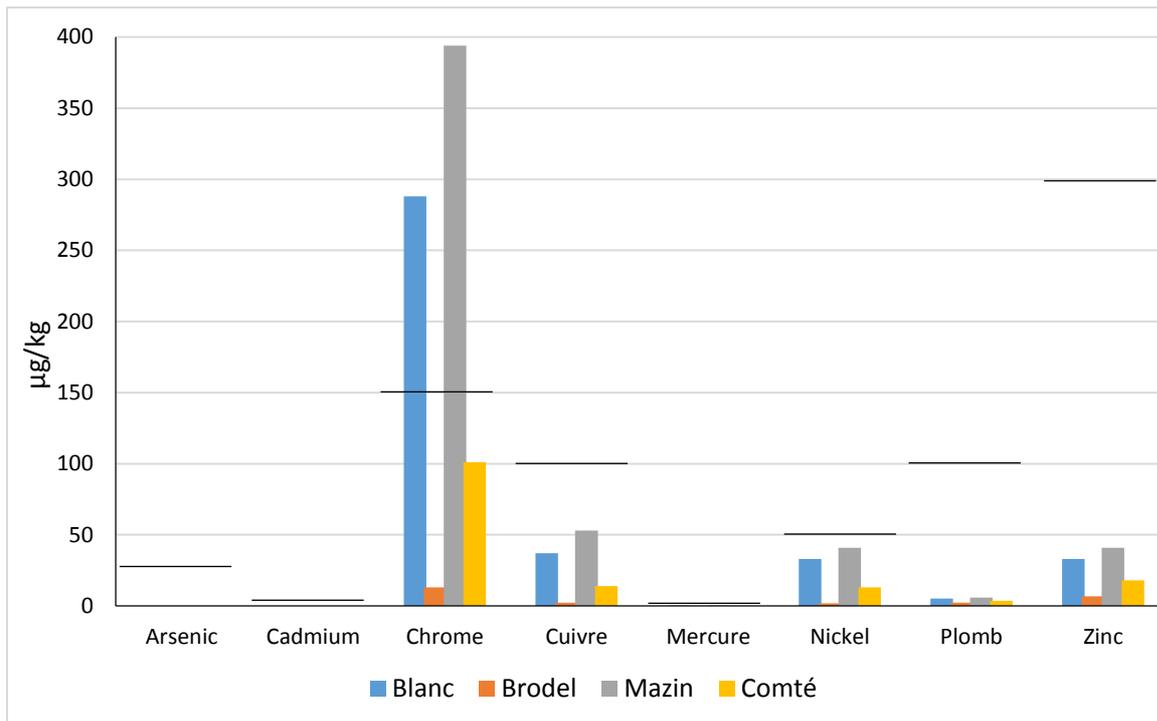


Figure 26 : Quantité de métaux lourds mesurés dans les sédiments - lesLQ sont schématisés par une ligne noire

3.9 SYNTHÈSE DES RESULTATS CHIMIQUES

Les mesures et analyses physico-chimiques ont permis de déterminer l'état chimique des stations étudiées (Figure 27) :

- Brodel en très bon état ;
- Blanc et Comté sont en bon état ;
- Mazin en état mauvais.

Au vu de l'orpaillage illégal réalisé sur cette zone, les résultats d'analyses chimiques sont en adéquation avec les observations réalisées sur le terrain. La station Brodel, seule station non orpaillée en amont, se démarque des autres stations avec un très bon état chimique, contrairement à la station Mazin qui s'est vu déclassée en état mauvais à cause de ses fortes valeurs de turbidité et de MES, mais aussi dans une moindre mesure en phosphore total.

Concernant les HAP, l'ensemble des résultats obtenus sont inférieurs aux limites de quantification. Néanmoins, ces paramètres sont à surveiller puisqu'ils peuvent varier en fonction de divers facteurs naturels comme la saisonnalité mais aussi des facteurs anthropiques (intensification de l'orpaillage ou du trafic fluvial).

Enfin, les analyses réalisées sur les sédiments semblent en adéquation avec les états chimiques puisque :

- La station Mazin (état médiocre) présente les plus forts taux pour la plupart des métaux lourds analysés (hormis le mercure qui présente des taux négligeables pour les 4 stations).
- La station Brodel (très bon état) présente les plus faibles concentrations de métaux lourds.

Notons que la station Blanc, en aval de la station Mazin, présente, elle aussi, des taux élevés en métaux lourds dans les sédiments.

Il serait intéressant de réaliser une nouvelle session d'analyses chimiques afin d'initier un suivi sur ces 4 stations. Cela permettrait de confirmer et de surveiller les états chimiques et de garder un œil sur les stations orpaillées illégalement.

Tableau 18 : Qualité de l'eau globale par station selon les paramètres soutenant la biologie

Station	Blanc	Brodel	Mazin	Comté	Unités
MSURES IN SITU					
pH	6,73	6,41	6,9	6,83	u,pH
Température	25,6	25,2	24,9	25,1	°C
Conductivité	45	23	55	37	µS/cm
Oxygène	7,6	7,8	7,9	7,5	mgO ₂ /L
Oxygène	93	94	95	90	%
Turbidité	31,5	3,4	235	32,9	NTU
ANALYSES CHIMIQUES DE L'EAU					
COD	1,7	1,9	1,1	1,7	mg/L
COT	2,2	2,6	1,9	2,5	mg/L
DBO₅	0,7	0,7	1,9	0,7	mgO ₂ /L
MES	18	2,8	120	18,5	mg/L
ST-DCO	10	14	10	<10	mgO ₂ /L
Alcalinité	1,7	0,7	2,2	1,2	°f
Ammonium	0,11	0,07	0,08	0,05	mg/L
Azote Kjeldahl	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	mgN/L
Nitrates	0,48	0,19	0,61	0,32	mg/L
Nitrites	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	mg/L
Orthophosphates	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	mg/L
Chlorures	3,41	2,97	4,09	6,9	mg/l
Dureté (TH)	1,2	<0,3	1,97	0,5	°f
Phosphore total	<0,05	<0,05	0,36	0,07	mgP/L
Silice dissoute	15,6	13,7	12,7	11,4	mgSiO ₂ /L
Sulfates	0,7	0,28	0,67	0,57	mg/L
Chlorophylle a	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	mg/L
Phéopigments	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	mg/L

Légende : Etat écologique

	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

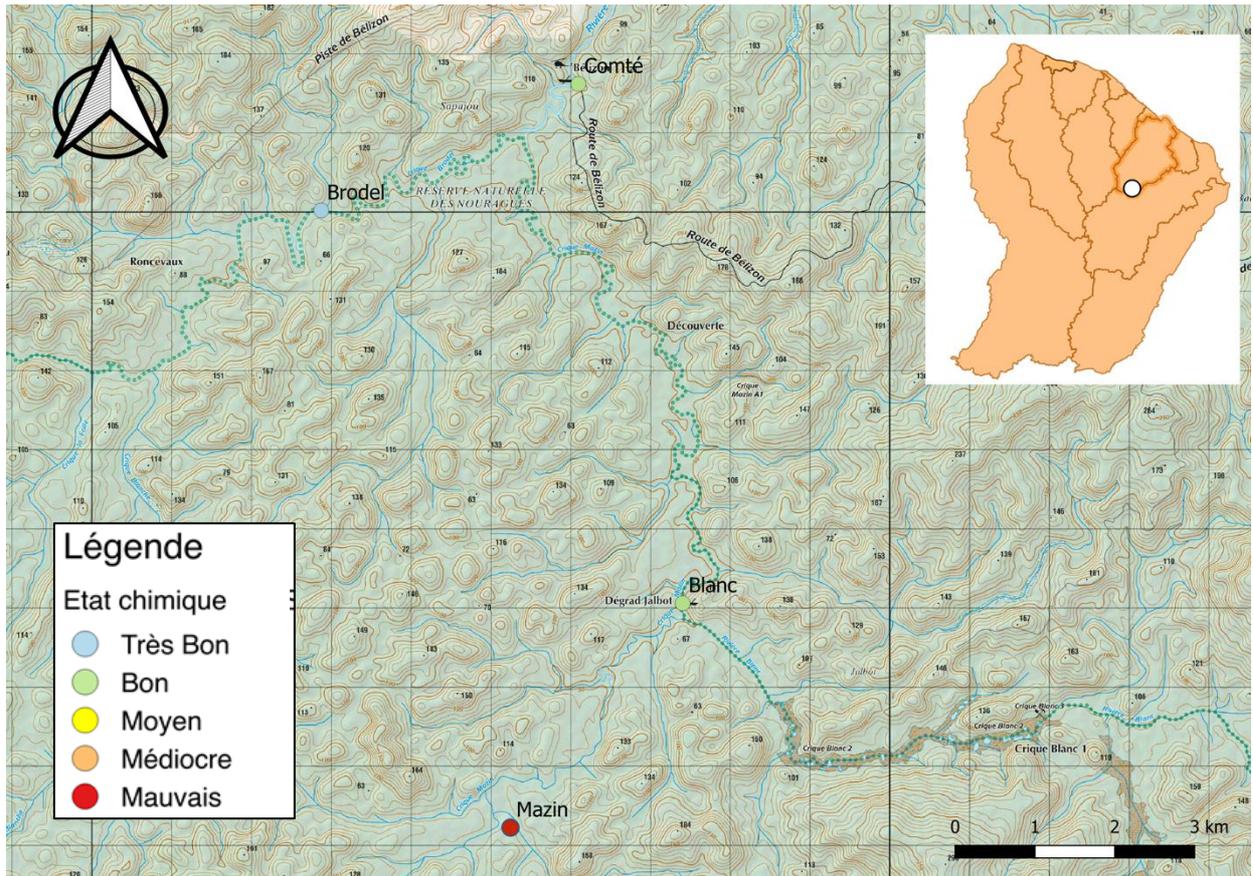


Figure 27 : Etat physico-chimique des 4 stations sur la Haute-Comté (Brodel, Blanc, Comté et Mazin) en février 2020

4 ANALYSE FLORISTIQUE DIATOMÉES

4.1 CARACTERISTIQUES FLORISTIQUES GÉNÉRALES

Le matériel biologique récolté sur la station Mazin s'est révélé insuffisant et nous n'avons pu observer que 77 unités (valves) au lieu des 500 requises à minima. Nous avons tout de même intégré les données dans les différents graphiques d'analyse floristique à titre indicatif.

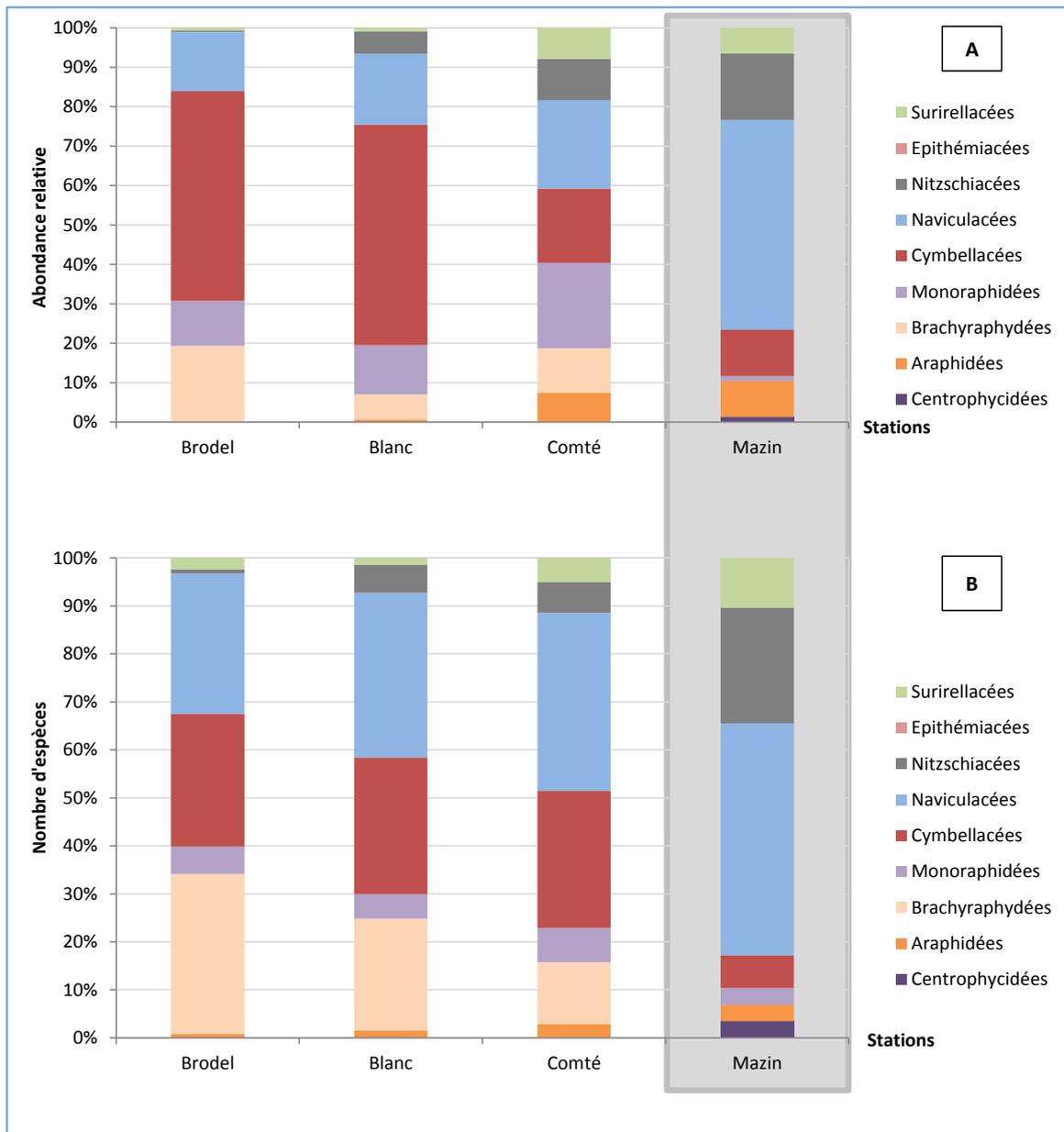


Figure 28 : Proportion des grands groupes de diatomées pour chaque site (A : en abondance relative et B : en nombre d'espèces)

Les peuplements des stations Brodel et Blanc sont caractérisés par les Cymbellacées au niveau quantitatif (abondance relative) et par une « tri-dominance » des Cymbellacées, des Naviculacées, et des Brachyraphydées en nombre d'espèces (Figure 28). La station Blanc présente également un nombre non négligeable de Nitzschiacées (Figure 28).

La structuration du peuplement observée sur la Comté diffère notablement des deux stations précédentes avec des abondances relatives réparties dans tous les groupes morphologiques (à l'exception des Centrophycidées et Epithémiacées) (Figure 28). Cependant, la répartition du nombre d'espèces dans les différents groupes morphologiques est quasi similaire à celle des deux autres stations.

La station Mazin se distingue par une dominance des Naviculacées, tant en abondance relative qu'en termes d'espèces (Figure 29). Elle se distingue également par la présence de Centrophycidées du genre *Othoseira*, par un plus grand nombre d'espèces de Nitzschiacées et de Surirellacées, ainsi que par l'absence de Brachyrhaphydées, groupe omniprésent et abondant en Guyane.

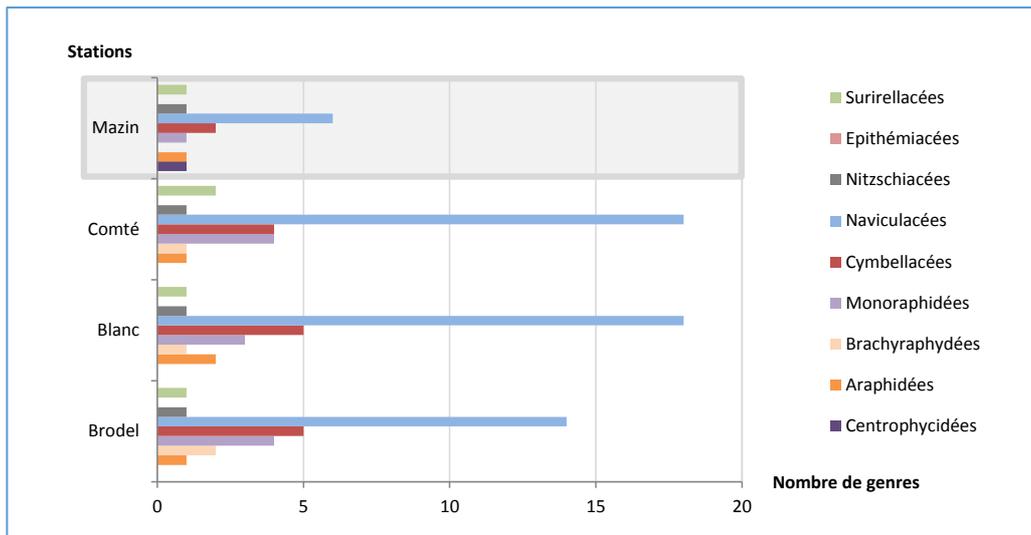


Figure 29 : Répartition du nombre de genres au sein des grands groupes de diatomées pour chaque site

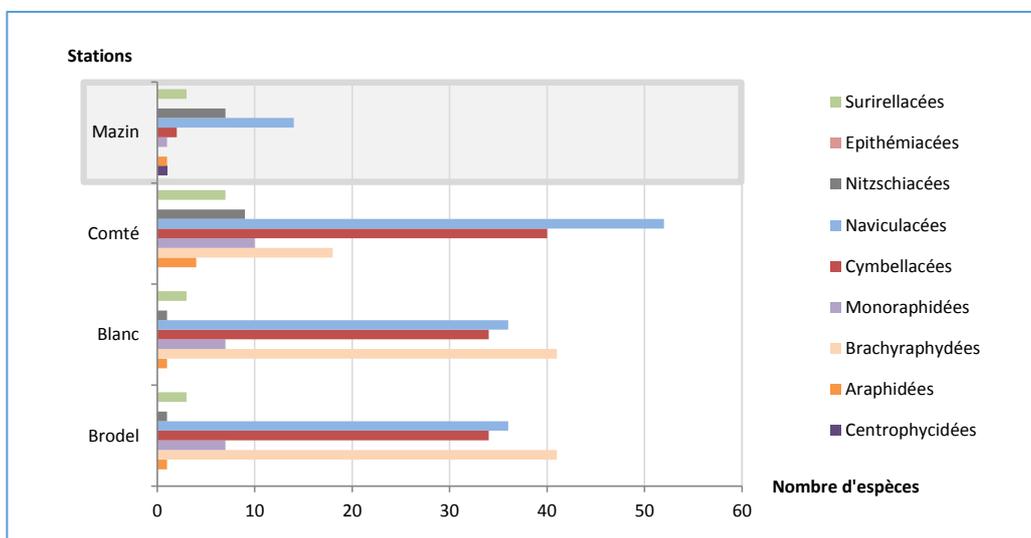


Figure 30 : Répartition du nombre d'espèces au sein des grands groupes de diatomées pour chaque site

Les Naviculacées montrent une richesse élevée tant au niveau générique que spécifique sur tous les sites (Figures 28, 29 et 30).

Les Brachyrhaphydées sont abondantes en termes de nombre d'espèces dans les peuplements des stations Brodel, Blanc et dans une moindre mesure dans le peuplement de la Comté, mais principalement représentées par un seul genre, les *Eunotia* (présence d'une *Actinella* dans le peuplement de la station Brodel) (Figures 29 et 30).

Les Cymbellacées sont modérément représentées au niveau générique mais constituent une grande partie des peuplements des stations Brodel, Blanc et Comté en termes de nombre d'espèces (Figure 29 et 30).

A noter un nombre de taxons non négligeable du groupe des Nitzschiacées (un seul genre, *Nitzschia*) dans les peuplements des stations Comté et Mazin.

Les Monoraphidées et les Araphidées restent à un niveau modéré, tant au niveau générique que spécifique.

Les Surirellacées sont présentes dans tous les peuplements, mais plus particulièrement dans le peuplement de la Comté (Figures 29 et 30).

L'analyse floristique de la station Mazin reste cependant aléatoire du fait du peu d'individus inventoriés.

4.2 DIVERSITE ET RICHESSE TAXONOMIQUE

A l'exception de la station Mazin, tous les sites montrent une richesse spécifique très élevée, voire exceptionnelle, particulièrement la station Comté (Figure 31).

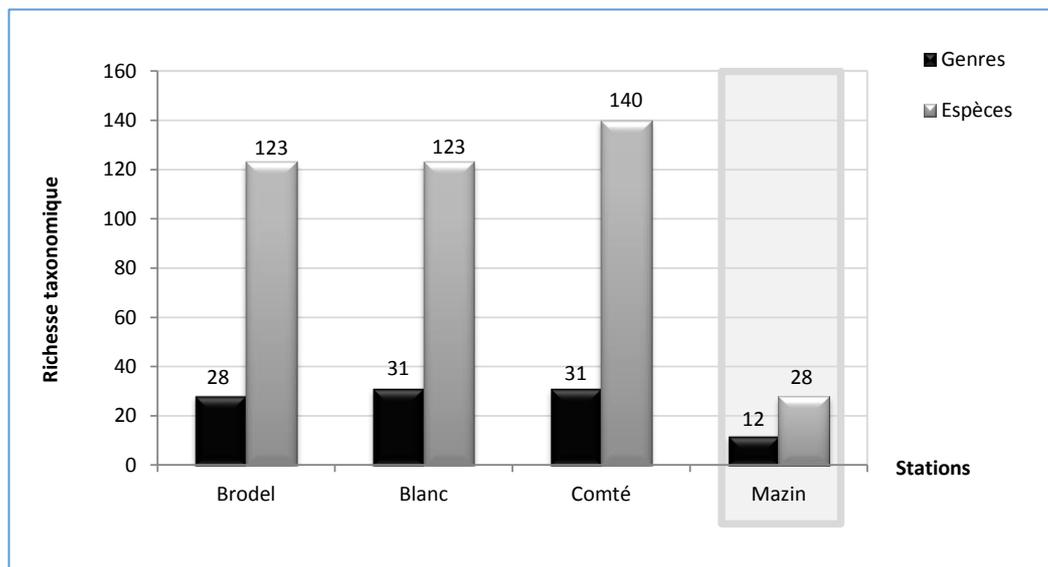


Figure 31 : Répartition du nombre de genres et d'espèces pour chaque site

L'augmentation de l'effort de comptage (500 unités minimum mais très souvent bien au-delà) afin de comptabiliser le maximum de taxons indiciaires requis pour le calcul de l'IDGF a permis de se rapprocher de la réelle diversité de ces peuplements.

Pour comparaison en milieu tropical, les peuplements de diatomées benthiques dépassent très rarement 50 espèces en Caraïbes, avec une moyenne de richesse taxonomique autour de 35/40 taxons⁶. Ce nombre passe à 100 en Guyane (données 2019) avec un maximum sur l'Iracoubo (120).

Les sites prospectés présentent donc des flores remarquables, voire exceptionnelles.

⁶ Lefrançois Estelle & Eulin-Garrigue Anne – 2020 - Réalisation du suivi biologique DCE des diatomées dans les cours d'eau de Guadeloupe - 2019. Contrat HYDRECO – Office de l'Eau Guadeloupe, 103p.
Eulin-Garrigue Anne & Lefrançois Estelle – 2020 - Réalisation du suivi biologique DCE des diatomées dans les cours d'eau de Martinique - 2019. Contrat HYDRECO – Office de l'Eau Martinique, 106p.

Tableau 19 : Nombre de taxons, Indice de diversité et Equitabilité (en rouge, les valeurs maximales, en bleu, les valeurs minimales)

Code interne	Référence Etude	Bassin Versant	Cours d'eau	Station	Zone naturelle	Nombre de taxons	Diversité	Equitabilité
BRO20	NOE 2020	Comté	Crique Brodel	Brodel	Bouclier guyanais	123	5,87	0,85
BLA20	NOE 2020	Comté	Crique Mazin	Blanc	Bouclier guyanais	138	5,72	0,80
COM20	NOE 2020	Comté	Comté	Comté	Bouclier guyanais	141	6,02	0,84
MAZ20	NOE 2020	Comté	Crique Mazin	Mazin	Bouclier guyanais	29		

Du fait d'un inventaire non conforme, nous n'avons pas calculé les indices de diversité et d'équitabilité pour la station Mazin.

Les valeurs de diversité (indice de Shannon & Weaver) suivent logiquement la même évolution que le nombre de taxons avec de fortes à très fortes valeurs (Tableau 19).

L'équitabilité a également été calculée. Contrairement à l'indice de Shannon & Weaver, elle permet de s'affranchir des variations du nombre de taxons et de mieux appréhender l'équilibre entre les espèces au sein du peuplement.

Toutes les valeurs des paramètres structuraux montrent des flores très diversifiées et des peuplements bien équilibrés.

4.3 PARTICULARITES TAXONOMIQUES

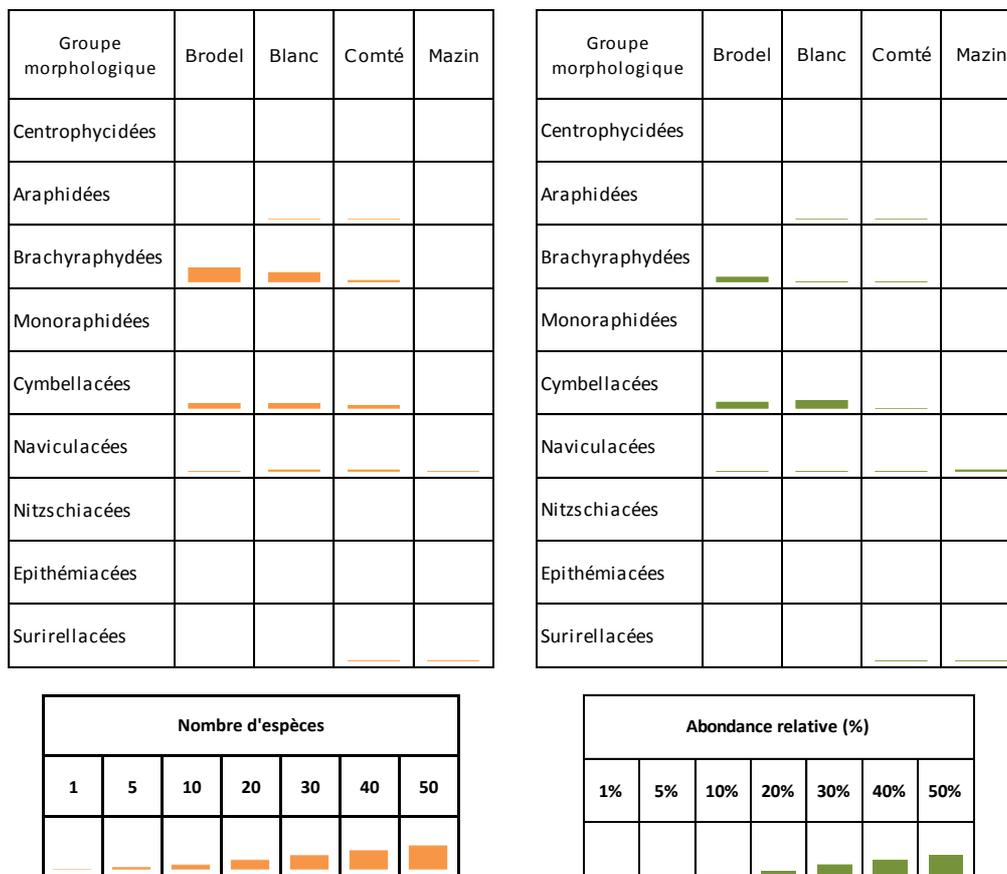


Figure 32 : Répartition des nouvelles espèces en fonction des groupes morphologiques et des sites

Les nouvelles observations concernent principalement les Brachyraphydées, surtout en nombre de taxons, et dans une moindre mesure, les Cymbellacées (Figure 32).

Nous avons identifié de nouvelles Naviculacées dans les peuplements de tous les sites, leurs nombres et leurs abondances restant toutefois faibles.

Nous avons recensé deux nouvelles Araphidées dans les peuplements des stations Blanc et Comté, et deux nouvelles Surirellacées dans ceux des stations Comté et Mazin.

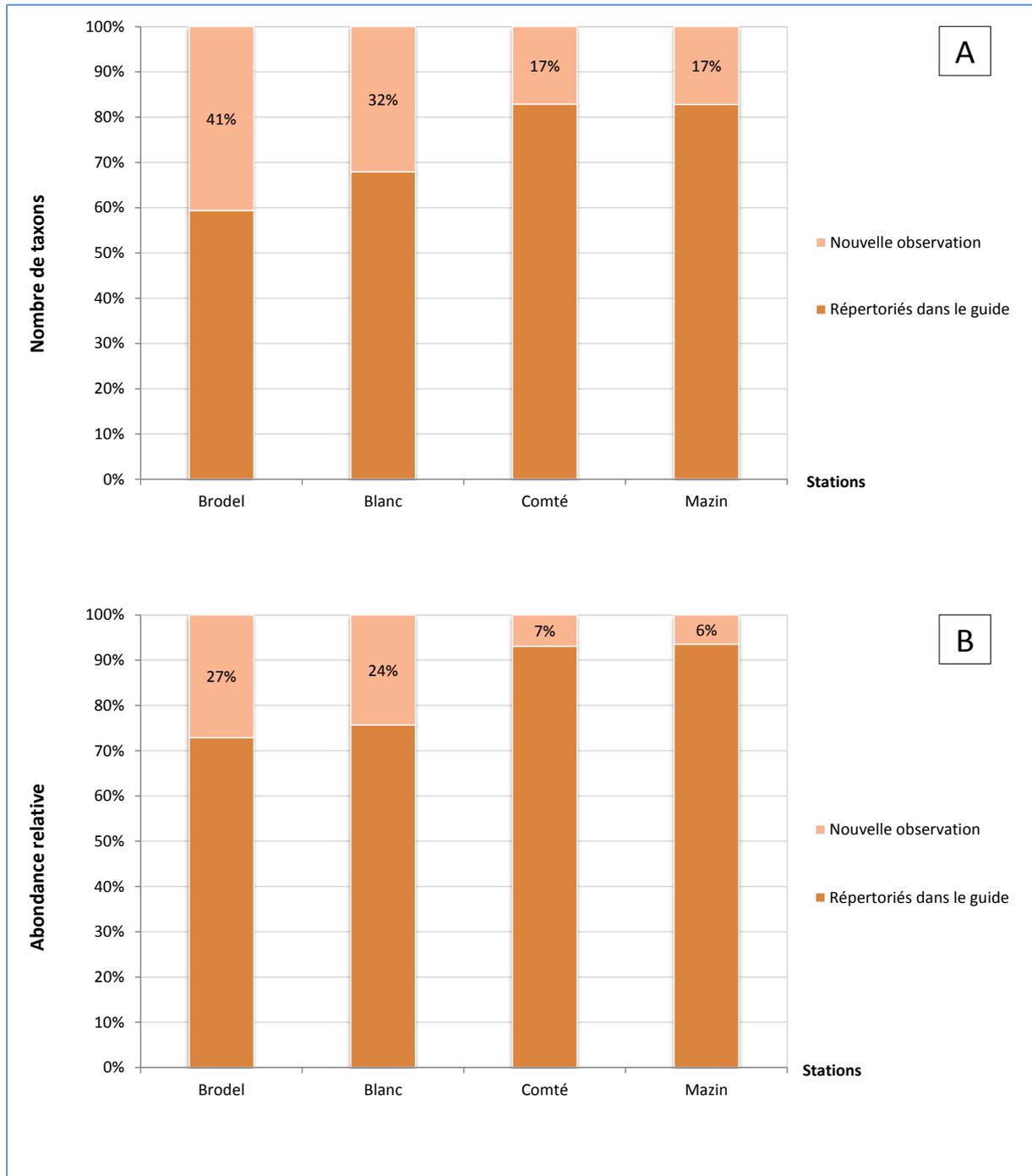


Figure 33 : Répartition des nouvelles espèces en termes de nombre de taxons (A) et d'abondance relative (B)

Le nombre de nouvelles observations se situent entre 17 et 41% du nombre total de taxons inventoriés et entre 6 et 27% du peuplement (abondance relative) (Figure 33).

4.4 INDICES DIATOMIQUES

L'inventaire de la station Mazin étant non conforme, le calcul des indices diatomiques n'a pas pu être réalisé mais l'analyse du peuplement en termes de taxons d'alerte a été possible, même si elle reste statistiquement peu fiable.

4.4.1 INDICE DE POLLUOSENSIBILITE SPECIFIQUE (IPS)

Tableau 20 : Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS) et états écologiques

Code interne	Référence Etude	Bassin Versant	Cours d'eau	Station	Zone naturelle	Note IPS	Etat
BRO20	NOE 2020	Comté	Crique Brodel	Brodel	Bouclier guyanais	17,9	TBE
BLA20	NOE 2020	Comté	Crique Mazin	Blanc	Bouclier guyanais	17,8	TBE
COM20	NOE 2020	Comté	Comté	Comté	Bouclier guyanais	17,9	TBE
MAZ20	NOE 2020	Comté	Crique Mazin	Mazin	Bouclier guyanais	incalculable	

Selon l'IPS, toutes les stations du bassin versant sont en très bon état.

4.4.2 INDICE DIATOMIQUE DE GUYANE FRANÇAISE (IDGF)

Même s'il n'est pas encore validé pour une utilisation en routine, nous avons calculé l'IDGF afin d'appréhender au mieux l'état écologique des sites prospectés, ainsi que l'impact des pressions sur les communautés de diatomées benthiques.

Tableau 21 : Indice Diatomique de Guyane Française (IDGF) et états écologiques

Code interne	Référence Etude	Bassin Versant	Cours d'eau	Station	Zone naturelle	Note IDGF	Etat
BRO20	NOE 2020	Comté	Crique Brodel	Brodel	Bouclier guyanais	0,89	TBE
BLA20	NOE 2020	Comté	Crique Mazin	Blanc	Bouclier guyanais	0,88	TBE
COM20	NOE 2020	Comté	Comté	Comté	Bouclier guyanais	0,87	BE
MAZ20	NOE 2020	Comté	Crique Mazin	Mazin	Bouclier guyanais	incalculable	

L'IDGF, indice multimétrique basé sur la présence de taxons d'alerte pour chaque altération, permet à la fois d'établir un diagnostic d'état écologique général (Tableau 21), mais aussi de discriminer l'altération responsable d'un déclassement du site et de l'illustrer graphiquement (Figure 34 et 35).

Les stations Brodel et Blanc sont en très bon état écologique (Tableau 21), et la station Comté est en bon état.

Cependant, toutes les stations montrent des signes d'altération avec des pourcentages cumulés de taxons d'alerte compris entre 24 et 26%.

Le pourcentage de taxons d'alerte liés aux enrichissements organiques et minéraux naturels (décomposition de litière végétale principalement) ne dépassent pas 5-8% au maximum dans les peuplements des sites préservés des activités anthropiques. Par contre, les stations Brodel, Blanc et Comté présentent une abondance de taxons d'alerte indiquant un enrichissement minéral avéré, confirmé sur la station Comté par la présence d'un taxon halin.

Les stations Brodel et Blanc montrent également des signes d'altération par les matières organiques (DBO₅, carbone et azote organique principalement) et dans une moindre mesure par les nitrates (Figure 35).

L'azote ammoniacal est souvent présent sous forme de traces dans les eaux courantes et n'existe que dans les eaux riches en matières organiques en décomposition, lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation ou que la charge azotée entrante dans l'écosystème est trop importante par rapport à sa capacité d'autoépuration (minéralisation de la matière organique). Sa présence récurrente dans les eaux naturelles est effectivement corrélée à la présence de rejets en amont.

Le peuplement de la station Comté montre un pourcentage non négligeable de taxons d'alerte concernant les matières organiques azotées (azote ammoniacal et azote Kjeldahl), ainsi que des taxons d'alerte liés aux nitrates (conséquence directe de la minéralisation de l'azote organique) témoignant d'une contamination anthropique en amont de ce site.

Le phosphore présent dans l'eau provient généralement de la dissolution des roches et est naturellement peu présent dans les eaux de surface. La présence dans le peuplement de la station Mazin de taxons d'alerte affinés aux matières phosphorées (orthophosphates et phosphore total), ainsi qu'aux nitrates, indique un enrichissement minéral avéré du site (eutrophisation). Le peuplement présente également des taxons d'alerte aux matières en suspension. Sachant que nous n'avons inventorié que 77 individus par manque de matériel biologique, ce site est probablement assez fortement impacté.

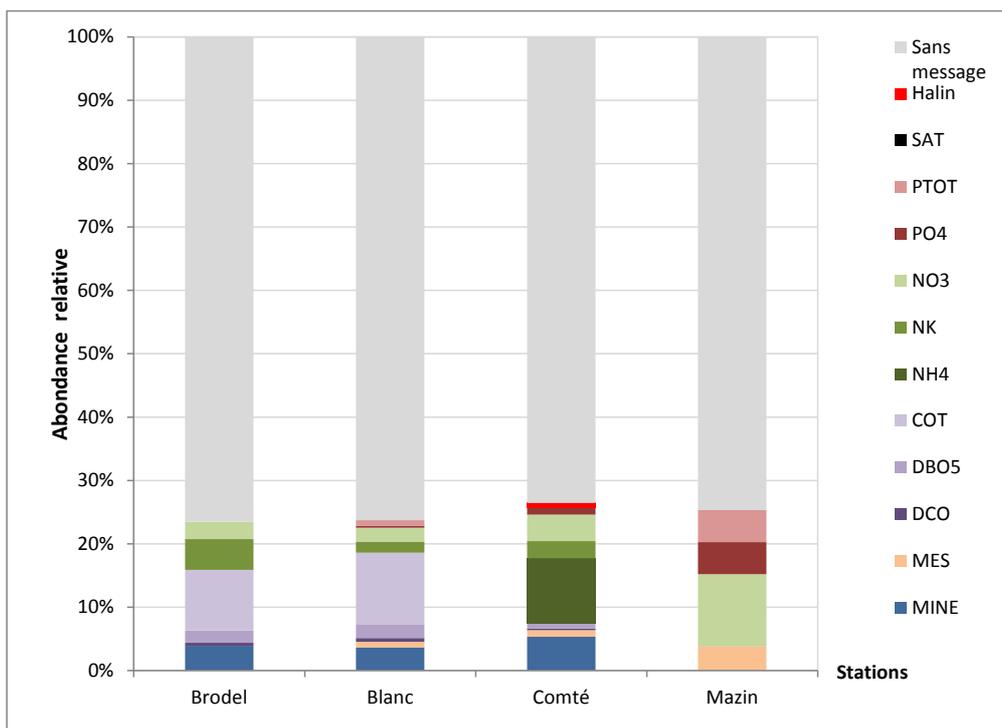


Figure 34 : Distribution en pourcentage cumulé des taxons d'alerte par altération pour chacun des sites

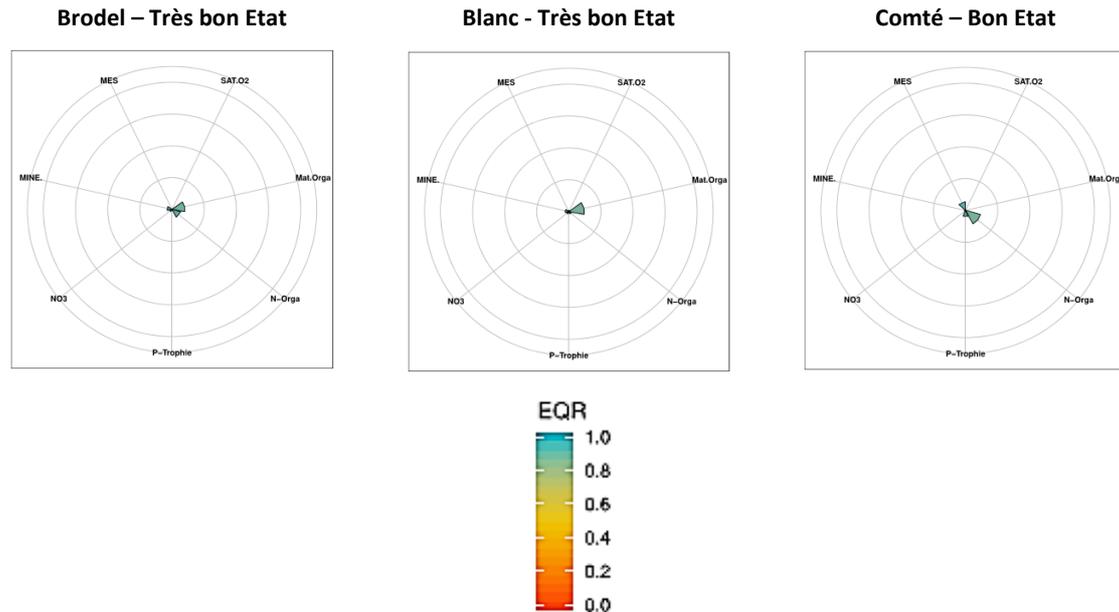


Figure 35 : Discrimination des altérations pour chacun des sites

4.5 CONCLUSION

Cette étude a permis une des premières mises en application de la nouvelle méthodologie IDGF dans le cadre du nouveau plan de gestion de la réserve des Nouragues.

L'application de l'Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS), selon la législation en vigueur, a également permis d'appréhender l'état de ces stations.

Cependant, l'IPS s'avère être un indice non adapté avec un indice de confiance faible pour l'évaluation de l'état des milieux aquatiques guyanais.

Le nouvel Indice Diatomique de Guyane Française (IDGF) a été calculé sur toutes les stations et les valeurs interprétées en faisant référence aux grilles d'EQRs par région naturelle élaborée spécifiquement pour la Guyane par l'INRAe (ex-Irstea).

De plus, étant multimétrique et basé sur la présence de taxons d'alerte pour chaque altération, il permet à la fois d'établir un diagnostic d'état écologique général, mais aussi de discriminer l'altération responsable d'un déclassement du site et de l'illustrer graphiquement (diagramme radar).

Il permet également d'affiner le diagnostic et de détecter des signes d'altération modérée ne provoquant pas de perte de classe.

Selon l'IPS, les stations Brodel, Blanc et Comté sont en très bon état écologique, et selon l'IDGF, les stations Brodel et Blanc sont en très bon état, et la station Comté, en bon état.

L'analyse plus précise de la répartition des taxons d'alerte dans les peuplements a permis d'affiner le diagnostic écologique. Tous les sites souffrent d'un enrichissement minéral et organique non négligeable et d'origine anthropique.

Par ailleurs, les communautés de diatomées benthiques rencontrées présentent des caractéristiques floristiques remarquables tant au niveau qualitatif que quantitatif avec pour la plupart des sites, des richesses spécifiques exceptionnelles.

La présence et l'abondance dans tous les sites de nouvelles espèces non encore observées/répertoriées dans le guide iconographique des diatomées de Guyane montrent que la zone prospectée présente un intérêt floristique certain, tant au niveau qualitatif que quantitatif.

Bien souvent, même si leur nombre peut être non négligeable, ces taxons ne sont présents qu'en un seul exemplaire.

L'incidence sur le calcul de l'IDGF n'est potentiellement importante que lorsque leur abondance relative est élevée.

Cependant, il est probable que ces nouveaux taxons, même potentiellement indicels du fait de leur abondance, soient auto-écologiquement proches du reste de la communauté et ne donnent pas de message particulier (taxon faisant partie de la variabilité naturelle des peuplements et inhérent à la très forte biodiversité guyanaise). Dans ce cas de figure, leur présence n'a pas d'impact sur l'évaluation de l'état de la masse d'eau.

Mais il ne faut pas exclure la possibilité qu'ils soient porteurs d'un message d'alerte, auquel cas la note IDGF serait biaisée et l'état de la masse d'eau surévalué.

Cela est peut-être le cas pour la station Blanc, les observations de terrain montrant un milieu aquatique perturbé et très turbide (Annexe 4 **Fiches stations**).

Le nouvel indice diatomique adapté à la Guyane est très « jeune » et la flore des diatomées benthiques guyanaise encore en perpétuelle évolution (découverte de nombreux nouveaux taxons). L'utilisation de ce nouvel indice doit permettre de continuer à acquérir des données, de tester ses limites, les classes de qualité et les écarts à la référence, ainsi que l'ajout de taxons d'alerte à la base de données.

Au travail énorme de taxonomie à réaliser découlant de la première version de l'IDGF, à savoir nommer par des recherches dans la littérature scientifique mondiale ou décrire tous les taxons numérotés, s'est ajouté un nombre très important de nouvelles observations, sur le réseau DCE2019, sur le suivi de la Mine Espérance, sur le suivi des criques entourant le CNES, et maintenant sur le suivi de la réserve des Nouragues.

Toutes ces nouvelles observations vont être numérotées en attendant une potentielle identification et intégrées au guide et à la base de données IDGF dans l'attente d'une révision de l'indice permettant de les intégrer.

5 ANALYSE FAUNISTIQUE INVERTÉBRÉS

La première partie présente les résultats bruts des différents indices (listes taxonomiques par station en Annexes 5) : richesse taxonomique (S) ; abondance (N) ; indice de diversité de Shannon (H) ; indice SMEG ; indice IBMG 1 et 2, pour chaque station des Nouragues ainsi que pour les deux stations DCE les plus proches (Roche Fendé et Bagot). Toutefois, l'IBMG 1 étant propre aux petites masses d'eau, seules les stations Mazin et Blanc seront calculées. Les stations sont présentées dans l'ordre amont/aval (Figure 36). Cette année étant la première du suivi, la dynamique temporelle ne pourra être étudiée.

En seconde partie, les résultats sont analysés dans leur ensemble et discutés.

5.1 INDICES PAR STATION

La Figure 36 localise les stations étudiées sur le bassin versant du Mahury.



Figure 36 : Localisation des stations sur le bassin versant du Mahury

Les indices SMEG et IBMG1 ayant une grille cotation différente de l'indice IBMG2 en-dessous de l'état moyen, il est décidé que les termes employés pour définir la qualité globale de chaque station sont empruntés à la grille de cotation du SMEG et de l'IBMG1 (médiocre et mauvais).

5.1.1 MAZIN

Tableau 22 : Indices de la station Mazine

En 2020, 99 individus appartenant à 18 taxa ont été recensés sur la station Mazine. L'indice de diversité de Shannon est de 2,35 et de Simpson de 0,88. Le score de SMEG de 1,10 est considéré comme médiocre, et le score d'IBMG 2 de 0,42 est considéré comme moyen (Tableau 22).

L'IBMG 1 est calculé ici car la station est sur une petite masse d'eau. Il obtient un score de 0,48 permettant de considérer la station comme de qualité **médiocre** tendant vers **moyen**, ce qui concorde avec l'IBMG 2.

MAZIN		2020
Richesse taxonomique		18
Abondance		99
Indice de Shannon		2,35
Indice de Simpson		0,88
SMEG		1,10
IBMG	1	0,48
	2	0,42

5.1.2 BLANC

Tableau 23 : Indices de la station Blanc

En 2020, 146 individus appartenant à 15 taxa ont été recensés sur la station Blanc. L'indice de diversité de Shannon est de 1,53 et de Simpson de 0,60. Le score de SMEG de 3,43 est considéré comme bon, mais le score d'IBMG 2 de 0,18 est considéré comme très mauvais (Tableau 23). Ainsi, l'état écologique, déterminé par un équilibre entre ces deux indices, est **médiocre**.

L'IBMG 1 est calculé ici car la station est sur une petite masse d'eau. Il obtient un score de 0,41 considérant la station comme de qualité médiocre, ce qui concorde avec l'analyse précédente.

BLANC		2020
Richesse taxonomique		15
Abondance		146
Indice de Shannon		1,53
Indice de Simpson		0,60
SMEG		3,43
IBMG	1	0,41
	2	0,18

5.1.3 BRODEL

Tableau 24 : Indices de la station Brodel

En 2020, 564 individus appartenant à 29 taxa ont été recensés sur la station Brodel. L'indice de diversité de Shannon est de 2,17 et de Simpson de 0,81. Le score de SMEG de 4,10 est considéré comme très bon, mais le score d'IBMG 2 de 0,37 est considéré comme moyen (Tableau 24). Ainsi, l'état écologique, déterminé par un équilibre entre ces deux indices, est plutôt **bon**.

BRODEL		2020
Richesse taxonomique		29
Abondance		564
Indice de Shannon		2,17
Indice de Simpson		0,81
SMEG		4,10
IBMG 2		0,37

5.1.4 COMTE

Tableau 25 : Indices de la station Comté

En 2020, 794 individus appartenant à 28 taxa ont été recensés sur la station Comté. L'indice de diversité de Shannon est de 2,30 et de Simpson de 0,84. Le score de SMEG de 3,79 est considéré comme bon, ainsi que par le score d'IBMG 2 avec une note de 0,50 (Tableau 25). Ainsi, l'état écologique, déterminé par un équilibre entre ces deux indices, est **bon**.

COMTE		2020
Richesse taxonomique		28
Abondance		794
Indice de Shannon		2,30
Indice de Simpson		0,84
SMEG		3,79
IBMG 2		0,50

5.1.5 ROCHE FENDE

Tableau 26 : Indices de la station Roche Fendé

En 2019, 90 individus appartenant à 18 taxa ont été recensés sur la station Roche Fendé. L'indice de diversité de Shannon est de 2,36 et de Simpson de 0,87. Le score de SMEG de 3,41 est considéré comme bon, ainsi que par le score d'IBMG 2 avec une note de 0,52 (Tableau 26). Ainsi, l'état écologique, déterminé par un équilibre entre ces deux indices, est **bon**.

ROCHE FENDE	2019
Richesse taxonomique	18
Abondance	90
Indice de Shannon	2,36
Indice de Simpson	0,87
SMEG	3,41
IBMG 2	0,52

5.1.6 BAGOT

Tableau 27 : Indices de la station Bagot

En 2019, 418 individus appartenant à 29 taxa ont été recensés sur la station Bagot. L'indice de diversité de Shannon est de 2,20 et de Simpson de 0,80. Le score de SMEG de 4,12 est considéré comme très bon, mais le score d'IBMG 2 de 0,39 est considéré comme moyen (Tableau 27). Ainsi, l'état écologique, déterminé par un équilibre entre ces deux indices, est **bon**.

L'écart entre les deux indices pourrait s'expliquer par une surévaluation du SMEG (prise en compte d'individus ayant dérivés et augmentant le score, prélèvement sur milieu apprécié des éphéméroptères...) ou une sous-estimation de l'IBMG 2 (pluies et augmentation du niveau d'eau, lessivant le milieu et diminuant les populations, prélèvement sur milieu peu biogène...).

BAGOT	2019
Richesse taxonomique	29
Abondance	418
Indice de Shannon	2,20
Indice de Simpson	0,80
SMEG	4,12
IBMG 2	0,39

5.1.7 RECAPITULATIF SMEG – IBMG 2

Globalement les scores d'IBMG2 des stations des Nouragues sont plutôt moyens mis à part pour la station Blanc (très mauvais) et Comté (bon) (Figure 38). Les scores de SMEG sont, quant à eux, légèrement meilleurs avec une grande majorité en classe de qualité bonne et très bonne (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**37), à l'exception de la station Mazin (médiocre) dont l'état attribué par le SMEG est inférieur à ceux de l'IBMG1 et l'IBMG2. En prenant en compte les deux indices, les deux stations Mazin et Blanc ressortent bien comme les plus perturbées. L'impact majeur de l'orpaillage illégal semble concentré sur cette branche de la réserve.

L'IBMG 2 semble essentiel pour la prise en compte de la qualité globale des écosystèmes aquatiques, le SMEG ayant tendance à surestimer le milieu en ne considérant qu'une partie de la population d'invertébrés (les Ephéméroptères).

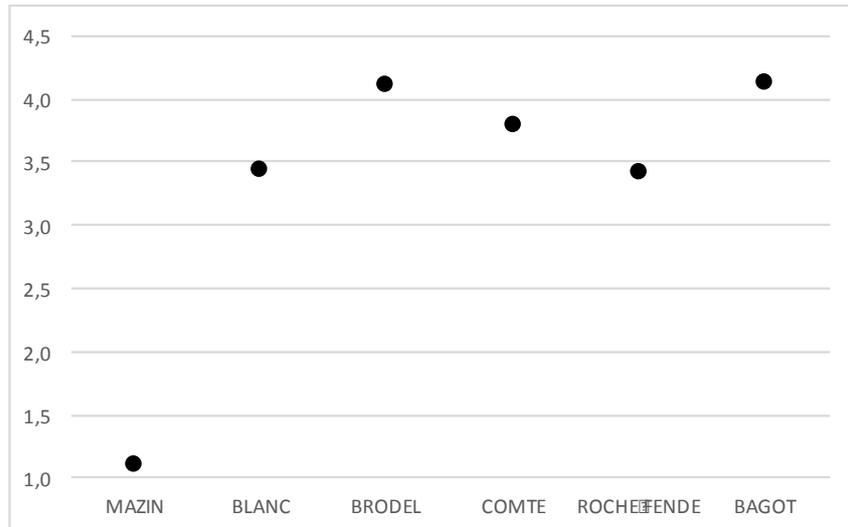


Figure 37 : Score SMEG des différentes stations (orange : mauvais ; jaune : moyen ; vert : bon ; bleu : très bon)

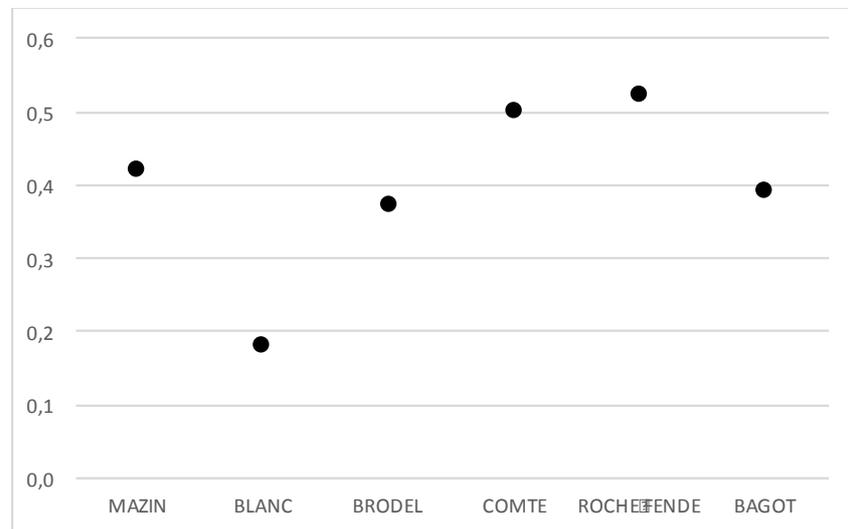


Figure 38 : Score IBMG 2 des différentes stations (rouge : très mauvais ; orange : mauvais ; jaune : moyen ; vert : bon)

5.2 ANALYSES

Une première observation des résultats bruts semble donc faire ressortir deux classes de qualité (Tableau 28).

Tableau 28 : Classes de qualités déduites des résultats bruts

Classe de qualité	Stations
Médiocre	Mazin - Blanc
Bonne	Brodel - Comté - Roche Fendé (DCE) - Bagot (DCE)

5.2.1 SHANNON

L'indice de Shannon donne une idée de la diversité spécifique d'un milieu. C'est-à-dire du nombre d'espèces de ce milieu (richesse spécifique) et de la répartition des individus au sein de ces espèces (équitabilité spécifique). Concrètement, plus le score est bas, plus les individus du peuplement appartiennent à un nombre restreint de taxa. Or dans une communauté écologique la diversité spécifique est essentielle et démontre de la qualité de l'ensemble de l'écosystème.

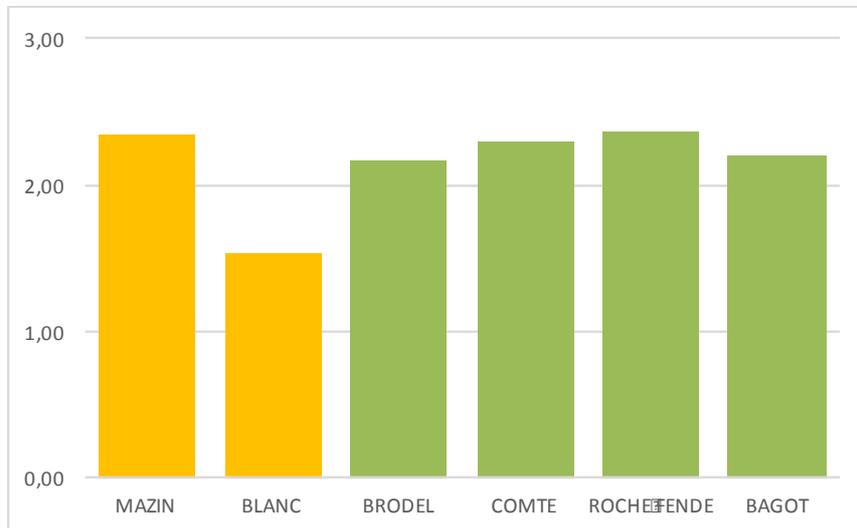


Figure 39 : Représentation graphique de l'indice de diversité spécifique Shannon

La station Blanc semble avoir un fort déficit de diversité (concordant avec l'état très mauvais attribué par l'IBMG2), et est donc très probablement impactée par l'orpaillage illégal. De ce fait, il en résulte fatalement une forte turbidité (due à l'orpaillage), perturbant le développement d'espèces d'eau claires, diminuant la possibilité de diversification de la communauté, ainsi que de l'absence d'espèces polluosensibles. *A contrario*, la station Mazin présente une diversité comparable aux autres stations étudiées. L'impact détecté par les indices semble moins influencer ce facteur.

Les quatre autres stations obtiennent une diversité supérieure malgré leur localisation à l'aval de la station Blanc (ou leur localisation sur un autre affluent pour la station Brodel), ce qui permet de mettre en avant deux facteurs particuliers : l'effet de résilience et le facteur de dilution. Ce dernier est dû aux nombreuses criques se jetant dans le cours d'eau principal, diluant l'impact de l'orpaillage et permettant aux communautés d'invertébrés de retrouver un état moins perturbé (la capacité de résilience des communautés). En outre, cela met en avant le fait que l'orpaillage illégal est bien moins présent sur le tronçon entre les points de prélèvement des Nouragues (stations Mazin et Blanc) et le point de prélèvements DCE.

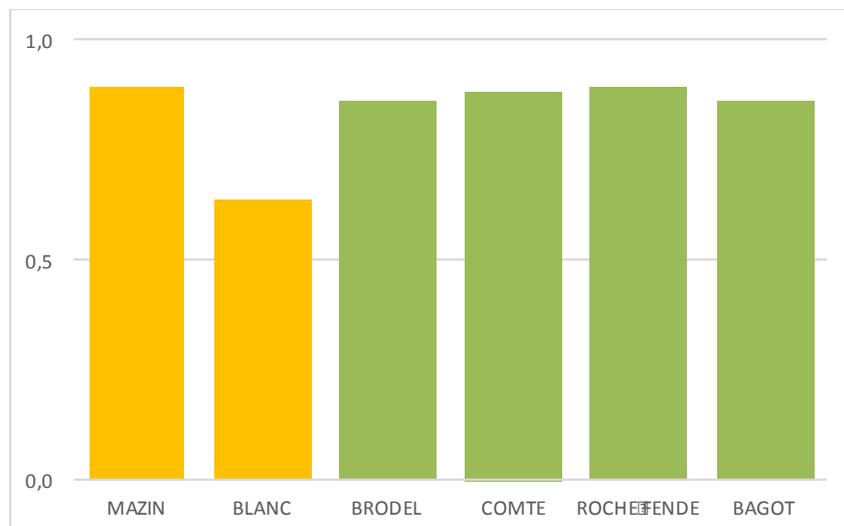


Figure 40 : Représentation graphique de l'indice de diversité spécifique 1-Hill

En complément de l'indice de Shannon, il est parfois pertinent d'utiliser l'indice de Hill (plus précisément, l'indice 1-Hill est utilisé pour faciliter la présentation des résultats) (Figure 40). En effet, il s'agit d'une mesure de l'abondance proportionnelle, permettant d'associer les indices de Shannon et de Simpson et d'obtenir une vue encore plus précise de la diversité observée. C'est l'indice de Hill qui semble le plus pertinent dans la mesure où il intègre l'indice de Shannon et de Simpson, et permet ainsi des comparaisons de peuplements différents. Concrètement, plus l'indice de 1-Hill s'approche de la valeur 0, et plus la diversité est faible.

L'indice conforte les résultats obtenus précédemment, en particulier au niveau de la station Blanc où la perte de biodiversité est très élevée.

5.2.2 CONCLUSION

Au vu de l'ensemble des résultats, les stations Mazin et Blanc sont toutes deux considérées comme étant de qualité médiocre. La zone étant très fortement impactée par l'orpaillage et toutes les activités annexes qui en découlent (campements de vie, passage à gué, rejets nombreux, *etc.*), l'impact est majeur et aura de lourdes conséquences sur le long terme. Il est fort probable que l'état du cours d'eau, la crique Mazin, continue de se dégrader si rien n'est fait. De plus, la station Blanc étant située en aval de la station Mazin, il aurait été possible d'observer un effet de dilution de par la présence de nombreux criquets se déversant entre les deux stations, ce qui aurait eu pour effet d'obtenir un meilleur score. Or ce n'est pas le cas, il peut donc en être déduit que l'orpaillage illégal se retrouve en amont de la station Mazin mais aussi, et surtout, entre les deux stations et/ou sur les criques-affluents de cette zone.

Les stations Brodel et Comté sont considérées comme étant de bonne qualité. Ce résultat indique que la station Brodel est sur un cours d'eau non impacté (ou peu orpaillé) et que la station Comté, située à la confluence de la crique Mazin et de la crique Brodel, bénéficie d'un effet de dilution, probablement couplé à une réduction ou absence d'orpaillage à l'aval de la station Blanc. En effet, la crique Brodel étant le principal affluent, elle crée un effet de dilution sur le point de prélèvement Comté et permet certainement d'améliorer la qualité du cours d'eau.

Enfin, les stations DCE sont toutes deux considérées comme étant en bon état. Concernant la station Roche Fendé, il se pourrait qu'elle bénéficie du même effet de dilution que la station Comté, favorisé par les nombreux affluents peu impactés qui se trouvent à l'aval de cette dernière station. Concernant la station Bagot, l'orpaillage est connu sur la crique mais son intensité et/ou l'hydromorphologie du cours d'eau modère les impacts sur les communautés d'invertébrés benthiques, notamment celles des Epheméroptères.

5.3 CONCLUSIONS FAUNE INVERTEEBREE

La réserve naturelle des Nouragues est située dans une zone fortement orpaillée et l'impact se fait largement ressentir, en particulier sur les stations situées dans le secteur Sud/Sud-est. Les stations Mazin et Blanc, du secteur sud, obtiennent donc les plus mauvais scores et sont classées comme étant de qualité médiocre. L'activité d'orpaillage illégal est présente en amont de Mazin, mais aussi entre les deux stations, impactant encore davantage le cours d'eau. Les stations Brodel et Comté, quant à elles, sont situées au Nord/Nord-est où l'orpaillage semble moins actif, et obtiennent un score supérieur, les classant en qualité moyenne. La station Comté est cependant située à la confluence de l'ensemble des stations situées sur les Nouragues et cumule les impacts retrouvés sur l'ensemble des criques des secteurs Sud. Toutefois, l'affluent principal au niveau du point de prélèvement de la Comté est la crique Brodel, considérée comme étant, non pas une petite masse d'eau comme Mazin et Blanc, mais comme un fleuve. L'effet de dilution permet donc d'amoinrir les effets de l'orpaillage au niveau de la station Comté. En comparatif, la station DCE Roche Fendé, situées en aval des points de prélèvements des Nouragues, est classée en bonne qualité. L'effet de dilution due à l'accumulation de criques non orpaillées se jetant dans la Comté, entre la réserve et le point de prélèvements DCE, permet donc aux populations d'invertébrés benthiques de retrouver un état plus proche de l'équilibre.

6 ANALYSE FAUNISTIQUE PISCICOLE

6.1 BLANC

Seules 4 espèces de poissons ont pu être identifiées sur la Station Blanc. Ce faible résultat tient en grande partie à la très forte turbidité (31,5 NTU) rencontrée sur cette station indiquant une forte perturbation du milieu en amont, certainement d'origine minière (orpaillage légal et/ ou illégal). Les principales espèces abondantes (*M. chrysargyrea* et *P. brevispina*) sont des poissons pélagiques qui se nourrissent principalement d'invertébrés externes au milieu aquatiques (fourmis, termites...Etc) et sont très communs sur l'ensemble du réseau hydrographique guyanais. Leur présence en quantité est donc tout à fait normale et naturelle sur ce type de crique et de milieu. De même, *M. oligolepis*, présent habituellement en grande quantité dans les petits cours d'eau, semble également bien présent sur cette station même si leur dénombrement en a été limité par la forte turbidité.



Figure 41 : Photos de la station Blanc : à gauche l'amont de la station, à droite l'aval

Tableau 29 : Liste des espèces prélevées sur la station Blanc (Statut IUCN, LC = Préoccupation mineure, DD = Données insuffisantes)

Ordre	Famille	Espèce	Abondance estimée	Statut IUCN	Photos
Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia chrysargyrea</i>	élevée	LC	x
		<i>Moenkhausia oligolepis</i>	moyenne	LC	x
		<i>Poptella brevispina</i>	élevée	LC	x
Rajiforme	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon orbignyi</i>	non-estimable	DD	x
		Richesse spécifique	4		

6.2 BRODEL

13 espèces regroupant 8 familles de poissons ont été capturés sur la station Brodel. Ce résultat est à mettre en lien avec la très faible turbidité (3,4 NTU) relevée sur cette station, qui a donc permis la mise en place de toutes les techniques de captures envisagées. Parmi ces espèces, 2 sont considérées comme d'importance patrimoniale :

- *Krobia.sp1 aff. guianensis*, petit cichlidae assez répandu sur tout l'est de la Guyane mais qui est endémique du plateau des Guyane et dont l'aire de répartition se situe justement sur l'est de la Guyane ;
- *Corydoras solox*, petit siluriforme de la famille des Callichthyidae, rencontré en Guyane de l'Iracoubo à l'Oyapock mais assez rare et en quantité peu élevée. Sa relative abondance sur cette station est donc une information de bonne augure et d'importance en terme de suivi.

Cette dernière espèce est d'ailleurs mentionnée comme Quasi-menacée (NT) par la Liste Rouge des Poissons de Guyane (DEAL, 2012). Cette catégorie regroupe les espèces proches de remplir les seuils quantitatifs propres aux espèces menacées (Vulnérable, en danger ou critique), et qui pourraient devenir menacées si des mesures spécifiques de conservation n'étaient pas prises.



Figure 42 : Photos de la station Brodel : à gauche l'amont de la station, à droite l'aval

Tableau 30 : Liste des espèces prélevées sur la station Brodel (Statut IUCN, LC = Préoccupation mineure, NT = Quasi menacée; Photos, obs. = observation à vue)

Ordre	Famille	Espèce	Abondance estimée	Statut IUCN	Photos
Characiformes	Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	faible	LC	obs.
	Characidae	<i>Bryconamericus guyanensis</i>	élevée	LC	obs.
		<i>Hemigrammus unilineatus</i>	moyenne	LC	obs.
		<i>Characidium zebra</i>	moyenne	LC	obs.
	Crenuchidae	<i>Characidium zebra</i>	moyenne	LC	obs.
	Hemiodontidae	<i>Hemiodus quadrimaculatus</i>	élevée	LC	obs.
	Iguanodectidae	<i>Bryconops affinis</i>	élevée	LC	obs.
<i>Bryconops caudomaculatus</i>		moyenne	LC	x	
<i>Bryconops melanurus</i>		moyenne	LC	obs.	
Perciformes	Cichlidae	<i>Crenicichla saxatilis</i>	moyenne	LC	obs.
		<i>Krobia sp. 1 aff. guianensis</i>	élevée	LC	obs.
		<i>Satanoperca rhynchitis</i>	faible	LC	obs.
Siluriformes	Callichthyidae	<i>Corydoras solox</i>	élevée	NT	obs.
	Loricariidae	<i>Hypostomus gymnorhynchus</i>	élevée	LC	obs.
Richesse spécifique			13		

6.3 COMTE

12 espèces de poissons représentant 6 familles et 2 ordres différents ont été capturées sur cette station Comté et ceci malgré une turbidité non négligeable de 32,5 NTU. La majorité des espèces rencontrées est assez répandues sur l'ensemble du territoire guyanais et 3 espèces sont classées en déterminantes (patrimoniales) ZNIEFF :

- *Hyphessobrycon copelandi* dont l'intérêt repose essentiellement sur sa limite de répartition en Guyane par rapport au plateau des Guyanes mais qui est souvent rencontré en nombre conséquent sur les cours d'eau en question (Mana, Comté, Approuague) ;
- *H. simulatus*, très largement répandu sur l'ensemble du département, dont l'intérêt patrimonial est déterminant car il réside essentiellement dans la fragilité de ses milieux de vie (habitats)
- *Moenkhausia aff. intermedia* espèce assez largement répandue dans plusieurs grands bassins versants guyanais dont l'intérêt tient essentiellement à son endémisme spécifique au plateau des Guyanes.



Figure 43 : Photos de la station Comté : à gauche l'amont de la station, à droite l'aval

Tableau 31 : Liste des espèces prélevées sur la station Comté (Statut IUCN, LC = Préoccupation mineure ; Photos, obs. = observation à vue ; espèces en gras = espèces déterminantes ZNIEFF)

Ordre	Famille	Espèce	Abondance estimée	Statut IUCN	Photos
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus granti</i>	faible	LC	obs.
	Characidae	<i>Hyphessobrycon copelandi</i>	moyenne	LC	x
		<i>Hyphessobrycon simulatus</i>	moyenne	LC	x
		<i>Moenkhausia aff. Intermedia</i>	faible	LC	x
		<i>Moenkhausia georgiae</i>	élevée	LC	x
		<i>Moenkhausia grandisquamis</i>	élevée	LC	x
	Curimatidae	<i>Cyphocharax helleri</i>	faible	LC	obs.
	Iguanodectidae	<i>Bryconops caudomaculatus</i>	Elevée	LC	x
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Pimelodella cristata</i>	élevée	LC	x
	Loricariidae	<i>Guyanancistrus brevispinis</i>	élevée	LC	x
		<i>Harttia guianensis</i>	élevée	LC	x
		<i>Hypostomus gymnorhynchus</i>	élevée	LC	obs.
Richesse spécifique			12		

6.4 MAZIN

Les mesures de turbidité réalisées sur cette station (235 NTU) montrent une très forte atteinte du milieu aquatique au droit de la station Mazin (Figure 44) très certainement en lien avec des activités d'orpaillages à proximité. Seule, une petite espèce de carnivore très largement répandue sur tout le département a été capturée sur cette station. Prédateur ichtyophage – invertivore (Roussel, 2015), ce petit siluriforme est connu pour chasser à vue. Son régime alimentaire assez ubiquiste bien que centré sur la consommation protéinée, lui permet donc certainement de compenser l'absence d'autres espèces de poissons par une consommation d'invertébrés terrestres tombés dans l'eau. Au vu des conditions d'habitat très dégradées, sa présence sur cette station est très certainement due au hasard plutôt qu'à une véritable population pérenne.



Figure 44 : Photos de la station Mazin : à gauche l'amont de la station, à droite l'aval

Tableau 32 : Liste des espèces prélevées sur la station Mazin (Statut IUCN, LC = Préoccupation mineure,)

Ordre	Famille	Espèce	Abondance estimée	Statut IUCN	Photos
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Pimelodella cristata</i>	non-estimable	LC	x
		Richesse spécifique	1		

6.5 MERCURE

Le Tableau 33 regroupe l'ensemble des analyses réalisées sur les différentes stations prospectées dans le cadre de cette étude. Sur la station Brodel, les seuls poissons capturés à l'épuisette ou à la nasse présentaient tous un poids inférieur ou équivalent au gramme (*Hemigrammus unilineatus*, *Bryconamericus guyanensis*, *Chracidium zebra*) ne permettant pas la réalisation correcte des prélèvements et analyses. En conséquence, aucune analyse de mercure n'est disponible pour cette station Brodel.

Les engins de pêche mis en œuvre dans le cadre de cette étude n'ont pas permis la capture de poissons carnivores à l'exception de 4 petits *Pimelodella cristata*, espèce de l'ordre des siluriformes considérée comme Omnivore mais étant un prédateur invertivore. Cette espèce fait également partie du cortège d'espèces qu'il est conseillé d'utiliser pour des analyses de mercure dans les petits cours d'eau (Gentès & al., 2017), au même titre que *Moenkhausia oligolepis*.

Seuls des omnivores et un petit herbivore ont donc pu être analysés et aucune valeur ne dépasse les seuils de l'OMS (0,5 µg Hg/g). Cependant, les teneurs en mercure rencontrés chez certaines espèces et notamment chez *Moenkhausia georgiae* sont assez élevées pour un omnivore et de si petits individus : 0,229±0,068 µg Hg/g en moyenne (Tableau 33). En effet, Gentès & al (2017) préconisent une valeur de référence dans les petites cours d'eau de 0,08±0,01 µg Hg/g et considèrent que toute concentration significativement supérieure à cette valeur moyenne à l'échelle du département indiquerait ainsi une contamination mercurielle à surveiller.

Tableau 33 : Résultats des analyses de mercure réalisées sur l'ensemble de la zone d'étude

Espèce	Régime trophique	BLANC			COMTE			MAZIN			Total général		
		Moy	Ec	Nb	Moy	Ec	Nb	Moy	Ec	Nb	Moy	Ec	Nb
<i>Moenkhausia chrysargyrea</i>	Opportuniste	0,061	0,029	8							0,061	0,029	8
<i>Moenkhausia georgiae</i>	Opportuniste				0,229	0,068	7				0,229	0,068	7
<i>Moenkhausia grandisquamis</i>	Opportuniste				0,076	0,027	7				0,076	0,027	7
<i>Poptella brevispina</i>	Opportuniste	0,108	0,130	8							0,108	0,130	8
<i>Moenkhausia oligolepis</i>	Opportuniste	0,037	-	1							0,037	-	1
<i>Pimelodella cristata</i>	Opportuniste				0,146	0,043	3	0,149	-	1	0,147	0,035	4
<i>Guyanancistrus brevispinis</i>	Herbivore (Périphytophage)				0,051	0,004	5				0,051	0,004	5
Total général		0,082	0,092	17	0,129	0,087	22	0,149		1	0,109	0,090	40

La station Blanc semble se situer juste au niveau du seuil moyen en question ($0,082 \pm 0,092 \mu\text{g Hg/g}$) tandis que la station Comté présente un taux moyen 50% supérieur à ce seuil ($0,129 \pm 0,087 \mu\text{g Hg/g}$) et la station Mazin une teneur moyenne en mercure 2 fois plus importante. Dans ce dernier cas, un seul individu a cependant été capturé sur cette station. Mais la forte turbidité observée (235NTU) et cet unique résultat de teneur en mercure dans la chair d'un petit poisson très largement au-dessus des seuils du bruit de fond biologique établis pour la Guyane par Gentes et al. (2017) indiquent une contamination avérée et importante.

Pour information, les mêmes valeurs seuils établies pour les fleuves chez des poissons carnivores tels que les aimaras (*Hoplias aimara*), dents chiens (du genre *Acestrorhynchus*) ou jamais goûté (du genre *Ageneiosus*) sont de $0,33 \pm 0,03 \mu\text{g Hg/g}$. Or, un individu de *M. georgiae* capturé sur la station Comté présente une teneur de $0,315 \mu\text{g Hg/g}$ (Cf Annexe 7), valeur proche de celle servant de référence pour les carnivores présents dans des cours d'eau plus importants que les stations prospectées dans le cadre de cette étude.

En conséquence, les teneurs moyennes de mercure rencontrées notamment chez *M. georgiae* mais également chez *P. cristata* et *Poptella brevispina* (Tableau 33) ainsi que les valeurs moyennes des stations Comté et Mazin (cette dernière ne présentant toutefois qu'un seul individu à la teneur en mercure assez importante) indiquent donc une contamination des eaux par l'élément mercure, très vraisemblablement en lien avec les activités d'orpaillages légales ou illégales présentes sur l'ensemble du bassin versant amont de la présente zone d'étude.

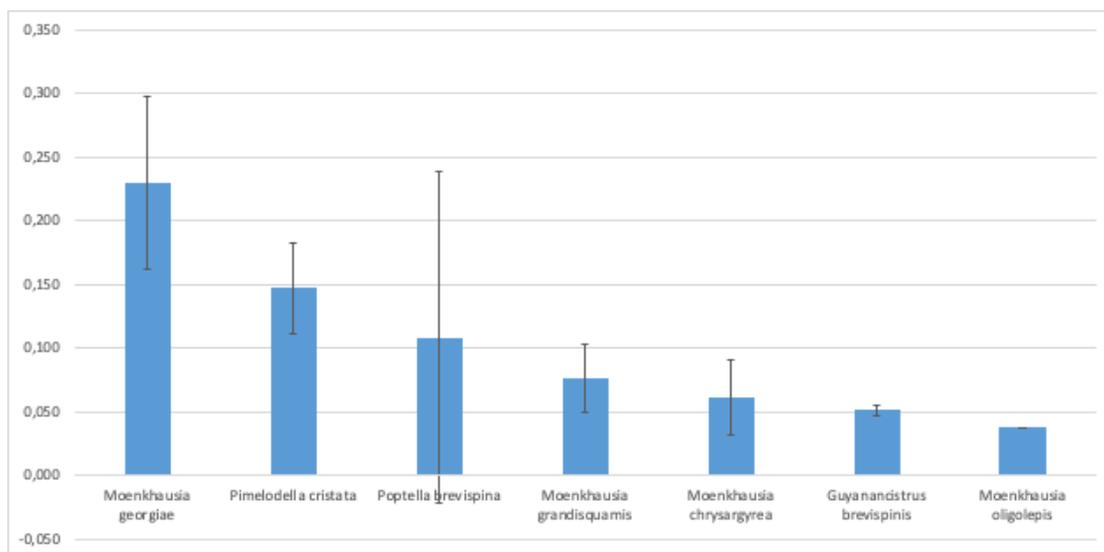


Figure 45 : Teneur mercurielle et écart type des poissons analysés lors de cette campagne

6.6 INTERPRETATION

Selon la check list des poissons d'eau douce de Guyane (Le Bail et al, 2012), le bassin versant de la Comté (3255 km²) abrite 160 espèces dulcicoles de poissons, soit environ 39% des espèces connues pour la Guyane. Après 2012, de nouvelles espèces ont été recensées telles que *Corydoras aff. approuaguensis*, potentiellement une espèce nouvelle pour la science, ainsi que *Moenkhausia aff. intermedia*. Ces espèces ont été intégrées à la liste rouge régionale IUCN de 2017. Près de 170 espèces dulcicoles sont maintenant recensées pour le bassin versant de la Comté. Seules 27 espèces ont été recensées lors de cette étude soit environ 16% des espèces présentes sur le bassin hydrographique.

Tableau 34 : Liste des espèces prélevées sur l'ensemble des stations

(Statut IUCN, LC = Préoccupation mineure, DD = Données insuffisantes, NT = Quasi menacée; Photos, obs. = observation à vue; espèces en gras = espèces déterminantes ZNIEFF)

Ordre	Famille	Espèce	Blanc	Brodel	Comté	Mazin	Statut IUCN	Photos	
Characiformes	Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>		x			LC	obs.	
	Anostomidae	<i>Leporinus granti</i>			x		LC	obs.	
	Characidae	<i>Bryconamericus guyanensis</i>			x			LC	obs.
		<i>Hemigrammus unilineatus</i>			x			LC	obs.
			<i>Hyphessobrycon copelandi</i>			x		LC	x
			<i>Hyphessobrycon simulatus</i>			x		LC	x
			<i>Moenkhausia aff. Intermedia</i>			x		LC	x
			<i>Moenkhausia chrysargyrea</i>	x				LC	x
			<i>Moenkhausia georgiae</i>			x		LC	x
			<i>Moenkhausia grandisquamis</i>			x		LC	x
			<i>Moenkhausia oligolepis</i>	x				LC	x
			<i>Poptella brevispina</i>	x				LC	x
		Crenuchidae	<i>Characidium zebra</i>		x			LC	obs.
		Curimatidae	<i>Cyphocharax helleri</i>			x		LC	obs.
		Hemiodontidae	<i>Hemiodus quadrimaculatus</i>		x			LC	obs.
		Iguanodectidae	<i>Bryconops affinis</i>		x			LC	obs.
			<i>Bryconops caudomaculatus</i>		x	x		LC	x
	<i>Bryconops melanurus</i>				x			LC	obs.
Perciformes	Cichlidae	<i>Crenicichla saxatilis</i>		x			LC	obs.	
		<i>Krobia sp. 1 aff. guianensis</i>		x			LC	obs.	
		<i>Satanoperca rhynchitis</i>		x				LC	obs.
Siluriformes	Callichthyidae	<i>Corydoras solox</i>		x			NT	obs.	
	Heptapteridae	<i>Pimelodella cristata</i>			x	x	LC	x	
	Loricariidae	<i>Guyanancistrus brevispinis</i>			x			LC	x
		<i>Harttia guianensis</i>			x			LC	x
		<i>Hypostomus gymnorhynchus</i>			x	x		LC	obs.
Rajiforme	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon orbignyi</i>	x				DD	x	
Richesse spécifique			4	13	12	1			

Sur ces 27 espèces, 18 appartiennent à l'ordre des Characiformes (qui regroupe les poissons communément appelés Yayas, carpes, Aïmaras, Dents chiens, Piranhas...), soit environ 66% de la totalité des espèces, or au niveau de la Guyane cette proportion est de 41% (Le Bail et al., 2012). Cette forte proportion (66% versus 41%) peut s'expliquer par le fait que les captures et les observations se sont effectuées essentiellement durant la journée, moment où ce groupe de poissons est actif et donc capturable (selon les méthodes de pêche employées) et observable.

Seules 3 espèces de Characiformes ont été capturées sur la crique Blanc et aucune sur la crique Mazin. Ces 2 criques sont impactées par une activité d'orpaillage avec pour conséquences une eau turbide limitant fortement la visibilité pour de nombreuses espèces de poissons et principalement celles qui chassent à vue dont une grande partie des Characiformes capturés dans le cadre de cette étude.

9 espèces ont été capturées/observées sur la Crique Brodel, seule crique non impactée par une activité d'orpaillage, et cela en peu de temps (effort de pêche/observation écourté de par la difficulté d'accès à la crique). Un effort de pêche plus important aurait permis la capture/observation d'un plus grand nombre d'espèces.

8 espèces ont été capturées/observées sur la Comté. Les suivis DCE (pêche aux filets) à la station Roche Fendé située à une vingtaine de Km plus en aval de la présente zone d'étude, avaient conduit entre 2008 et 2017 à la capture de 23 espèces de Characiformes (Données DCE 2008, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2017). Si les conditions de terrain avaient été favorables et par conséquent la réalisation du protocole DCE par l'utilisation des filets maillants avait été possible, il aurait certainement été possible de capturer près d'une vingtaine d'espèces. A noter que la diversité des habitats diminue en amont et donc avec elle la diversité spécifique (moins d'espèces notamment de grandes espèces capturées au filet maillant) et donc les chances de capturer plus de 23 espèces au filet, selon la méthode employée lors du suivi DCE, sont malgré tout faibles au regard de la zone d'étude.

Parmi les 18 espèces de Characiformes capturées/observées durant cette étude, seules 10 d'entre elles l'ont été au niveau de la station Roche Fendé (10 sur les 23 ayant été capturées depuis 2008).

A noter la présence sur la station de la Comté de *M. aff intermedia* qui n'était connu que de 4 spécimens capturés sur l'affluent bois bandé lors d'une campagne de pêche PME (2011). Il se peut que la population de *M. aff intermedia* diffère des populations du Maroni, Mana et Approuague qui ont une plus large répartition sur ces bassins (Sur la bassin de la Comté, *M. aff intermedia* n'a, pour le moment, jamais été capturé plus en aval que Crique Bois Bandé en 2011 et sur la Comté lors de cette étude bien qu'il y ait eu des suivis DCE au niveau de nombreuses stations (Roche Fendé à environ 20 km en aval, Lysis, Bagot, Galibi, Loiseau, Cacao Aval, Dégrad Corèze, Orapu, Kounana, Mahury...).

Les Perciformes (qui regroupe les poissons communément appelés Prapras) sont représentés par 3 espèces, soit 11% de la totalité des espèces. Au niveau de la Guyane cette proportion est de 13%. Ces 3 espèces ont été observées uniquement sur la crique Brodel. Les suivis DCE (pêche aux filets) à la station Roche Fendé, ont conduit entre 2008 et 2017 à la capture de 4 espèces de Perciformes (Données DCE 2008, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2017) dont *Satanoperca rhynchistis* et *Crenicichla saxatilis* également retrouvées sur la crique Brodel.

Les Siluriformes (qui regroupe les poissons communément appelés poissons chats et incluant les poissons cuirassés comme les Atipas et les Gorés) sont représentés par 5 espèces, soit 19% de la totalité des espèces. Au niveau de la Guyane cette proportion est de 33%. Cette faible proportion (19% versus 33%) peut s'expliquer par le fait que les captures et les observations se sont effectuées essentiellement durant la journée, moment où ce groupe de poissons est inactif et donc faiblement capturable (selon les méthodes de pêche employées) et très peu observable.

Les suivis DCE (pêche aux filets) à la station Roche Fendé, ont conduit entre 2008 et 2017 à la capture de 11 espèces de Siluriformes (Données DCE 2008, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2017) dont *Corydoras solox* également retrouvé sur la crique Brodel. La capture de *Pimelodella cristata* sur la crique Mazin et la Comté lors de cette étude, espèce qui n'avait pas été capturée à Roche Fendé lors des suivis DCE, met en avant le fait que malgré un effort de pêche non négligeable (suivi DCE de 2008 à 2017 à la station Roche Fendé) une espèce peut ne pas être capturée bien qu'elle soit supposée présente sur toute la longueur du fleuve (capturée à l'aval de Roche Fendé durant le suivi DCE de 2009, 2010, 2011 et 2016 aux stations Bagot et Lysis et à l'amont de Roche Fendé durant cette étude).

Aucune espèce de l'ordre des Gymnotiformes (qui regroupe les poissons communément appelés poissons électriques, gymnotes ou poissons couteaux) n'a été capturée, bien que soient présentes 7 espèces sur le bassin versant de la Comté. Au niveau de la Guyane cette proportion est d'environ 6% (soit 21 espèces). L'absence de captures et/ou observations pour ce groupe de poisson peut là encore s'expliquer par le fait que les captures et les observations se sont effectuées essentiellement durant la

journée, moment où ce groupe de poissons est inactif et donc faiblement capturable (selon les méthodes de pêche employées) et très peu observable.

Les suivis DCE (pêche aux filets) à la station Roche Fendé, ont conduit entre 2008 et 2017 à la capture de 2 espèces de Gymnotiformes (Données DCE 2008, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2017).

Aucune espèce de l'ordre des Cyprinodontiformes (qui regroupe les poissons communément appelés killis) n'a été capturée, bien que soient présentes 6 espèces sur le bassin versant de la Comté (dont 1 seulement sur le littoral). Au niveau de la Guyane cette proportion est d'environ 5% (soit 17 espèces). L'absence de captures et/ou observations pour ce groupe de poisson peut s'expliquer par le fait que les investigations ont été menées essentiellement sur des cours d'eau ayant des eaux turbides, or ces poissons ont une préférence pour des eaux très peu turbides (comme des trous d'eau le long des berges). De plus ces petits poissons (2-3 cm) ont tendance à rester immobiles le long des berges, rendant leur observation très difficile. Il n'y a pas de données DCE (pêche aux filets) concernant les Cyprinodontiformes.

6.7 CONCLUSION FAUNE PISCICOLE

Les conditions de prélèvements n'ont pas permis de mettre en place le protocole des filets maillants permettant le calcul de l'IPG (l'Indice des Poissons de Guyane). Les prélèvements réalisés, bien qu'identiques à ceux réalisés dans les cours d'eau type PME lors des DCE, ne permettent donc pas d'évaluer l'état écologique du point de vue indiciel.

En effet, les résultats obtenus sont plus indicatifs qu'exhaustifs quant à la population vivant dans les différentes stations prospectées notamment en raison de la variété des protocoles utilisés qui diffèrent en fonction des stations, ce qui rend les comparaisons impossibles.

Il est à noter que deux futures nouvelles techniques d'échantillonnage sur ce type de cours d'eau vont bientôt voir le jour : la pêche électrique et les filtrations « ADN Environnemental (ADNe) ».

La pêche électrique pourrait être une alternative à la pêche avec filets maillants pour obtenir un échantillonnage exhaustif des différentes stations à faible profondeur. En effet, HYDRECO participe depuis quelques années à la conception d'un nouveau dispositif de pêche électrique, qui jusqu'alors, ne permettait pas de réaliser de pêche en milieu guyanais en raison des trop faibles conductivités des cours d'eau de type PME. Pour résumer, ce protocole consiste à pêcher en équipe : une personne porte le dispositif et gère les décharges émises dans le milieu pendant que deux autres récupèrent à l'épuisette les poissons assommés par le choc électrique. Cette méthode est couramment utilisée dans les rivières européennes puisqu'elle a l'avantage de capturer et conserver les poissons vivants.

Cependant cette méthode de pêche ne pourrait pas être réalisée sur l'ensemble des stations prospectées. En effet, il est en premier lieu impératif de respecter certaines conditions d'utilisations très strictes en termes de milieu à prospecter mais également en termes de protocole à suivre. En effet, il est indispensable de pouvoir prospecter l'ensemble de la station d'échantillonnage à pied donc d'avoir une hauteur d'eau maximale de 1m. De plus, il convient de pouvoir mettre en place ce protocole sur des stations peu large (< 5m large) afin d'avoir une efficacité de la pêche qui soit raisonnable (Ref : Cf Pottier). Enfin, pour pouvoir recueillir des données exploitables et comparables d'une situation à une autre, il convient d'avoir un protocole strictement adapté et validé mentionnant les limites d'utilisation de la méthode dans le contexte guyanais avant de pouvoir le mettre en application. Une de ces limites pourrait se trouver dans les très fortes turbidités rencontrées dans le cadre de cette étude qui pourraient fortement diminuer l'efficacité de la pêche électrique.

De plus, le matériel de pêche électrique actuellement utilisé en phase test sur le territoire guyanais est assez volumineux et lourd à transporter. Il serait donc difficile de réaliser les mêmes déplacements pédestres avec l'ensemble de ce matériel. En conséquence, il convient donc d'attendre d'avoir une validation des adaptations techniques et méthodologiques actuellement en cours de développement au sein de notre laboratoire en collaboration avec l'INRAe de Rennes avant de mettre en application cette technique d'échantillonnage des peuplements de poissons dans le cadre de ce réseau d'observation.

La méthode des filtrations « ADNe » pourrait être la plus pertinente puisqu'elle est applicable quel que soit la typologie du cours d'eau ou sa turbidité. Son protocole consiste à effectuer une filtration du cours d'eau en un temps donné, puis d'analyser les traces d'ADN qui s'y sont déposées pendant la filtration.

Après avoir amplifié les bouts d'ADN reconnus par des marqueurs spécifiques à l'aide d'une PCR, ces derniers sont analysés et permettent de les associer aux espèces piscicoles de la station.

Ce protocole est donc facile à mettre en œuvre puisque le protocole n'induit aucune perturbation sur le milieu. Cependant, bien qu'extrêmement informatif en termes de richesse spécifique, celui-ci ne permet pas d'avoir l'information sur l'abondance des espèces en présence. De même, il ne peut y avoir d'information sur les classes d'âges ou de tailles des individus, paramètres d'importances pour analyser et interpréter au mieux les évolutions qui peuvent apparaître entre deux échantillonnages temporels au sein d'une même station.

Concernant le mercure, il convient donc de maintenir un suivi pérenne de ces stations et comme préconisé par Gentes et al. (2017) dans leur expertise sur les concentrations de références de l'ichtyofaune de Guyane, il est fortement recommandé d'augmenter le nombre d'individus à capturer sur chaque station (30 individus / station) de façon à pouvoir réaliser des analyses statistiques robustes en ciblant (autant que faire ce peu) les espèces préconisées par ces mêmes auteurs : les carnivores des genres *Hoplias*, *Acestrorhynchus* et *Ageneiosus* pour la partie fleuve (Station Comté et Brodel) ainsi que les espèces *Moenkhausia oligolepis*, *Pyrrhulina filamentosa*, *Copella Carsevenensis*, *Gymnotus carapo*, *Sternopygus macrurus*, et des genres *Jupiaba* (principalement *J. abramoides* et *J. Keithi*) et *Pimelodella* pour les stations de type crique comme Blanc et Mazin.

7 PRECONISATIONS

Pour la station Comté, il est préconisé de poursuivre le suivi de la qualité des milieux aquatiques à travers des inventaires de type DCE au niveau du compartiment physico-chimiques de l'eau et des sédiments, au niveau des communautés de diatomées et de macro-invertébrés aquatiques et au niveau des poissons en appliquant la méthode d'échantillonnage de type DCE (filets maillants à condition que le niveau d'eau soit suffisant)

Pour les stations Mazin et Blanc, il est préconisé de poursuivre le suivi de la qualité des milieux aquatiques à travers des inventaires de type DCE au niveau du compartiment physico-chimiques de l'eau et des sédiments, au niveau des communautés de diatomées et de macro-invertébrés aquatiques et au niveau des poissons en appliquant la méthode d'échantillonnage classique (nasses, épuisettes, pêche à la ligne, épervier lorsque cela est possible), qui pourrait être couplée à de l'ADN environnemental.

La rivière Brodel n'étant pour l'instant pas impactée par l'activité d'orpillage, celle-ci pourrait être considérée comme **station de « référence »**. De par l'importante probabilité d'une future activité minière dans cette zone encore « intacte » **il apparaît urgent, voire nécessaire, d'acquérir un maximum de connaissances** concernant les divers compartiments biologiques, et que donc soient réalisés des inventaires les plus exhaustifs possibles.

Ces connaissances pourraient mettre en évidence une **biodiversité remarquable dans un état « naturel » ou état « initial »** (état initial si la rivière Brodel venait à être impactée par l'activité d'orpillage). Mais aussi cet état initial pourrait être **l'état final à atteindre en vue d'un retour à un état naturel dans les criques actuellement impactées par l'orpillage comme Mazin et Blanc**.

Pour la rivière Brodel, il est préconisé de poursuivre le suivi de la qualité des milieux aquatiques à travers des inventaires de type DCE au niveau du compartiment physico-chimiques de l'eau et des sédiments, au niveau des communautés de diatomées et de macro-invertébrés aquatiques, et qu'il soit fait **un effort de recherche au niveau taxonomique**, la probabilité de découverte de nouveaux taxons étant grande (ce qui est déjà le cas pour les diatomées).

Au niveau des poissons il est préconisé d'appliquer la méthode d'échantillonnage classique (nasses, épuisettes, pêche à la ligne, épervier lorsque cela est possible), qui pourrait être couplée à de l'observation sub-aquatique, de l'ADN environnemental, et/ou de la pêche électrique. Il est conseillé de prélever des spécimens pour compléter ou consolider la base de données pour l'ADNe et la collection naturaliste d'Hydreco, du Muséum d'Histoires Naturelles de Paris, du Muséum d'histoires naturelles de Genève et/ou du musée Franconie (une collection aux archives de Guyane est en cours de constitution). Il est préconisé, comme pour les autres stations, de réaliser des prélèvements de chaire pour une analyse du taux de Mercure dans le biote.

Afin que les inventaires et suivis soient les plus exhaustifs possibles et afin de pouvoir comparer les résultats entre stations, **des inventaires devraient être faits au niveau de la station Brodel, mais également au niveau d'affluents de la rivière Brodel, affluents préférentiellement de taille semblable aux criques Mazin et Blanc**.

Concernant le compartiment poisson, les inventaires de Février 2020 ont permis la capture ou identification de 27 espèces dont 5 considérées comme espèces déterminantes ZNiEFF, dont une étant également listée selon la liste rouge IUCN (2017) comme espèce « quasi-menacée ».

Sur près de 170 espèces, seules 27 espèces ont été recensées. Sur ces 170 espèces, il serait possible, dans le cas d'un inventaire exhaustif, de noter la présence sur la crique Brodel d'espèces ayant le statut IUCN « CR, EN ou VU » comme présenté dans le tableau 35.

Tableau 35 : Liste des espèces menacées qui pourraient être présentes sur la rivière Brodel et ses affluents
(Statut IUCN, LC = Préoccupation mineure, DD = Données insuffisantes, NT = Quasi menacée ; Photos, obs. = observation à vue; espèces en gras = espèces déterminantes ZNIEFF)

CR	En danger critique	Espèces considérées comme menacées
EN	En danger	
VU	Vulnérable	
NT	Quasi menacée	Espèces dont le statut pourrait, après ré-évaluation, être CR, ou EN ou VU, et donc considérées comme menacées
LC	Préoccupation mineure	
DD	Données insuffisantes	

FAMILLE	GENRE ESPÈCE	HABITAT PREFERENTIEL	IUCN	PROBABILITÉ DE PRESENCE
Loricariidae	<i>Harttiella pilosa</i>	Tête de bassin	CR	Grande
Callichthyidae	<i>Corydoras sp1 aff. approuaguensis</i>	Rivière-fleuve	VU	Grande
Callichthyidae	<i>Corydoras sp2 aff. trilineatus</i>	Rivière-fleuve	VU	Grande
Callichthyidae	<i>Corydoras solox</i>	Rivière-fleuve	NT	Présente
Loricariidae	<i>Lithoxus boujardi</i>	Rivière-fleuve	NT	Grande
Loricariidae	<i>Lithoxus planquettei</i>	Rivière-fleuve	NT	Grande
Loricariidae	<i>Rineloricaria platyura</i>	Rivière-fleuve	NT	Grande
Poeciliidae	<i>Micropoecilia bifurca</i>	Rivière-fleuve	NT	Moyenne
Characidae	<i>Moenkhausia aff. intermedia</i>	Rivière-fleuve	LC	Présente
Crenuchidae	<i>Characidium sp. 1</i>	Rivière?	DD	Inconnue
Lebiasinidae	<i>Copella arnoldi</i>	Rivière?	DD	Inconnue

Harttiella pilosa est une espèce considérée comme « en danger critique » connue uniquement de deux localités que sont la crique Grillon (bassin hydrographique de l'Orapu) et la crique Bois Bandé (bassin hydrographique de la haute Comté, impactées par l'orpaillage). Un PNA (Plan National d'Action) pour le genre *Harttiella* est en cours d'élaboration.

Il est préconisé d'inventorier les têtes de criques sur le bassin hydrographique de la haute Comté au sein de la réserve des Nouragues, particulièrement au niveau des têtes de criques de Mazin, Blanc et des criques se jetant dans la rivière Brodel.

Corydoras sp1 aff. approuaguensis et *C. sp2 aff. trilineatus* sont deux espèces considérées comme « vulnérables », connues uniquement d'une seule localité actuellement impactée par l'orpaillage illégal. Ces espèces pourraient être présentes au niveau de la rivière Brodel.

Corydoras solox, *Lithoxus boujardi*, *Lithoxus planquettei* et *Micropoecilia bifurca* sont des espèces considérées comme « quasi-menacées » qui pourraient être présentes au niveau de la rivière Brodel et de ses affluents.

Characidium sp1 est une espèce connue uniquement du Kourou et de la Comté, sur quelques localités et quelques individus. L'apport de nouvelles données pourraient, après révision, conduire à un changement de statut (en danger critique ou en danger ou vulnérable ou quasi-menacée). *Characidium sp1* pourrait être présente au niveau de la rivière Brodel et de ses affluents.

Copella arnoldi est une espèce connue uniquement du Maroni et de la Comté (les autres localités correspondraient à des erreurs d'identification), seulement de quelques localités et quelques individus. L'apport de nouvelles données pourraient, après révision, conduire à un changement de statut (en danger critique ou en danger ou vulnérable ou quasi-menacée). *Copella arnoldi* pourrait être présente au niveau de la rivière Brodel et de ses affluents.

Moenkhausia aff intermedia est une espèce connue du Maroni, de la Mana et de l'Approuague, ayant comme statut « préoccupation mineure ». Cette espèce est également présente de la Haute Comté et par quelques spécimens. Malgré les nombreuses pêches réalisées dans le cadre de la DCE, aucun spécimen n'a été capturé plus en aval. Il est probable que l'espèce présente sur le Maroni, la Mana et l'Approuague et l'espèce présente sur la Haute Comté ne soient pas les mêmes et qu'il s'agisse pour la Haute Comté d'une nouvelle espèce pour la Guyane et potentiellement pour la science. Si tel est le cas, l'apport de nouvelles données pourraient, après révision, conduire à un changement de statut (en danger critique ou en danger ou vulnérable ou quasi-menacée). *Moenkhausia aff intermedia* pourrait être présente au niveau de la rivière Brodel.

L'inventaire de Février 2020 avait permis d'enregistrer la présence d'une espèce considérée comme quasi-menacée (*Corydoras solox*). Un inventaire exhaustif pourrait mettre en évidence la présence de près d'une dizaine d'espèces déjà considérées (ou qui pourraient le devenir) comme menacées (CR, EN ou VU) ou quasi-menacées (NT).

Sont présentes près de 170 espèces sur la Comté dont 27 ont déjà été répertoriées en Février 2020 sur l'ensemble des stations. Ces 27 espèces sont potentiellement présentes sur la rivière Brodel. En se basant sur la dernière liste des espèces présentes sur le bassin de la Comté (liste IUCN ; 2017), en y soustrayant toutes les espèces d'estuaire ou celle dont la présence au-delà des premiers sauts est ponctuelle, il y aurait environ 77 espèces au statut « LC » (préoccupation mineure) dont la présence pourrait être avérée par un inventaire exhaustif. Parmi elles, une quinzaine sont référencées comme « espèces déterminantes ZNIEFF ». A ces espèces s'ajoutent la dizaine d'espèces menacées (Tableau 35).

Un inventaire exhaustif sur la rivière Brodel et sur quelques un de ses affluents (petites criques forestières et criques semblables aux criques Mazin ou/et Blanc) et ce jusqu'à leurs sources (habitat des Harttiellas), permettrait de mettre en évidence la présence de près d'une centaine d'espèces dont certaines sont considérées actuellement (ou pourrait le devenir ultérieurement) comme menacées, mettant ainsi en avant le rôle important que joue la Réserve des Nouragues dans sa volonté de maintenir un bon état écologique les cours d'eau au sein de la Réserve. Il est important de noter que la rivière Brodel est aujourd'hui une des rares affluents de la Comté n'étant pas encore impactée par l'orpaillage et que celle-ci peut être considérée comme une zone refuge pour de nombreuses espèces et/ou comme un réservoir pouvant réalimenter les criques aujourd'hui impactées mais qui pourraient ne plus l'être dans un futur proche.

Cet inventaire exhaustif pourrait permettre également de découvrir une ou plusieurs espèces de poissons nouvelles pour la Guyane et/ou pour la science, cette zone n'ayant jamais été inventoriée.

8 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

8.1 CHIMIE

CERDAN P., GUILLEMET L., RICHARD S. ET VIGOUROUX R. – 2005 – Etude de l'impact de l'orpaillage alluvionnaire sur la qualité des milieux aquatiques et la vie piscicole : Etude bibliographique. *Rap. HYDRECO-DAF*, 14p.

CRESPY F., REYNOUARD C., VIGOUROUX R. & BOUVIER D. – 2015 – Réseau de Contrôle et de Surveillance des eaux douces de surface 2014 - District hydrographique de la Guyane – Éléments chimiques et physico-chimiques soutenant la biologie – *Rap. HYDRECO-OEG*, 50p.

CRESPY F., REYNOUARD C. & VIGOUROUX R. – 2016 – Réseau de Contrôle et de Surveillance des eaux douces de surface 2015 - District hydrographique de la Guyane – Éléments chimiques et physico-chimiques soutenant la biologie – *Rap. HYDRECO-OEG*, 48p.

CRESPY F., MONCHAUX D., REYNOUARD C. & VIGOUROUX R. – 2017 – Réseau de Contrôle et de Surveillance des eaux douces de surface 2016 - District hydrographique de la Guyane – Éléments chimiques et physico-chimiques soutenant la biologie – *Rap. HYDRECO-OEG*, 63p.

IRD – 2010 – Contrat cadre de recherche et développement pour la définition d'indices biologiques en vue de l'évaluation de la qualité écologique des eaux continentales de la Guyane – Convention DIREN-IRD / Réseau Qualité des eaux continentales de Guyane 2009 – *Rap. IRD-DIREN*, 168p.

LE PIMPEC P. – 2002 – Guide pratique de l'agent préleveur chargé de la police des milieux aquatiques – Pollutions des milieux aquatiques – *Ed. Cemagref*, 160p.

METEO FRANCE – 2016 – Bulletin climatique annuel, 4p.

NOËL D., GUILLEMET L., CERDAN P., CRESPY F., FERRE S., VIGOUROUX R. ET LE REUN S. – 2009 – Etude de l'impact de l'orpaillage alluvionnaire sur la qualité des milieux aquatiques. Etude et mesure de la qualité physico-chimique des eaux de la Palra Itou (Oyapock) et son impact sur les populations de poissons et d'invertébrés aquatiques. *Rap. HYDRECO-PAG*, 61p.

VIGOUROUX R., GUILLEMET L. & CERDAN P. – 2005 – Etude de l'impact de l'orpaillage alluvionnaire sur la qualité des milieux aquatiques et la vie piscicole. Etude et mesure de la qualité physico-chimique des eaux de l'Approuague au niveau de la Montagne Tortue et son impact sur les populations de poissons et d'invertébrés aquatiques. *Rap. HYDRECO-DAF*, 40p.

VIGOUROUX R., GUILLEMET L., NOËL D., LE REUN S., FERRE S. - 2009 – Mise en œuvre de la DCE et lutte contre les pollutions : Campagne 2008 de mesures des stations de références et de surveillance. *Rap. Hydreco/DIREN*, 60p.

VIGOUROUX R., GUILLEMET L., PACHE C., & CERDAN P. – 2006 – Etude de l'impact de l'orpaillage alluvionnaire sur la qualité des milieux aquatiques et la vie piscicole. Etude et mesure de la qualité physico-chimique des eaux de l'Approuague au niveau de la montagne Tortue et son impact sur les populations de poissons et d'invertébrés aquatiques. *Rap. HYDRECO-DAF*, 44p.

8.2 DIATOMEES

Sübwasserflora von Mitteleuropa :

KRAMMER K. and LANGE-BERTALOT H., Bacillariophyceae 1. Naviculaceae. H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer ed., Sübwasserflora von Mitteleuropa - Vol.2/1 (Gustav Fisher Verlag, Stuttgart - New York, 1986). 876 p.

KRAMMER K. and LANGE-BERTALOT H., Bacillariophyceae 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer ed., Sübwasserflora von Mitteleuropa - Vol.2/2 (Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 1988). 611 p.

KRAMMER K. and LANGE-BERTALOT H., Bacillariophyceae 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer ed., Sübwasserflora von Mitteleuropa - Vol.2/3 (Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 1991). 599 p.

KRAMMER K. and LANGE-BERTALOT H., Bacillariophyceae 4. Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer ed., Sübwasserflora von Mitteleuropa - Vol.2/4 (Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 1991). 468 p.

Diatoms of Europe :

KRAMMER K., The genus *Pinnularia*. H. Lange-Bertalot ed., Diatoms of Europe - Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats - Vol.1 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2000). 703 p.

KRAMMER K., *Cymbella*. H. Lange-Bertalot ed., Diatoms of Europe - Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats - Vol.3 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2002). 584 p.

KRAMMER K., *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbela*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. H. Lange-Bertalot ed., Diatoms of Europe - Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats - Vol.4 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2003). 530 p.

LANGE-BERTALOT H., *Navicula sensu stricto* - 10 genera separated from *Navicula sensu lato* - *Frustulia*. H. Lange-Bertalot ed., Diatoms of Europe - Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats - Vol.2 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2001). 526 p.

LANGE-BERTALOT H., BAK M., WITKOWSKI A., AND TAGLIAVENTI N., Eunotia and some related genera. H. Lange-Bertalot ed., Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats - Vol.6 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2011). 747 p.

LEVKOV Z., *Amphora sensu lato*. H. Lange-Bertalot ed., Diatoms of Europe - Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats - Vol.5 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2009). 916 p.

LECKOV Z., METZELTIN D. & PAVLOV A., Luticola and Luticolopsis. H. Lange-Bertalot ed., Diatoms of Europe - Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats - Vol.7 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2013). 698 p.

LEVKOV Z., MITIC-KOPANJA D. & REICHARDT E., The diatom genus *Gomphonema* from the Republic of Macedonia. H. Lange-Bertalot ed., Diatoms of Europe - Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats - Vol.7 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2016). 552 p.

Iconographia Diatomologica :

ANTONIADES D., HAMILTON P.B., DOUGLAS M.S.V. AND SMOL J.P., Diatoms of North America: Freshwater Floras of Prince Patrick, Ellef Ringnes and northern. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.17 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2008). 649 p.

HEIN, M. K., WINSBOROUGH B. M. and SULLIVAN M. J., Bacillariophyta (Diatoms) of the Bahamas. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.19 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2008). 303 p.

LANGE-BERTALOT H. and METZELTIN D., Annotated Diatom Micrographs. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.2 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 1996). 390 p.

LANGE-BERTALOT H. and GENKAL S.I., Diatoms from Sibéria I - Islands in the Arctic Ocean (Yugorsky-Shar Strait). H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.6 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 1999). 294 p.

LANGE – BERTALOT H., CAVACINI P., TAGLIAVENTI N. and ALFINITO S., Diatoms of Sardinia. Rare and 76 new species in rock pools and other ephemeral waters. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.12 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2003). 438 p.

LEVKOV Z., KRSTIC S., METZELTIN D. and NAKOV T., Diatoms of Lakes Prespa and Ohrid. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.16 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2007). 613 p.

- METZELTIN D. and LANGE-BERTALOT H., Diatoms from the Island continent Madagascar. H. Lange-Bertalot ed., *Iconographia Diatomologica* - Vol.11 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2002). 286 p.
- METZELTIN D. and LANGE-BERTALOT H., Tropical Diatoms of South America. H. Lange-Bertalot ed., *Iconographia Diatomologica* - Vol.18 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2007). 877 p.
- METZELTIN D. and LANGE-BERTALOT H., Tropical Diatoms of South America I. H. Lange-Bertalot ed., *Iconographia Diatomologica* - Vol.5 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 1998). 695 p.
- METZELTIN D., LANGE-BERTALOT H. and GARCIA-RODRIGUEZ F., Diatoms of Uruguay. Compared with other taxa from South America and elsewhere. H. Lange-Bertalot ed., *Iconographia Diatomologica* - Vol.15 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2005). 736 p.
- REICHARDT E., Die Diatomeen (Bacillariopyceae) in Ehrenbergs Material von Cayenne, Guyana Gallica (1843). H. Lange-Bertalot ed., (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 1995). 99p.
- REICHARDT E., Zur Revision der Gattung *Gomphonema*. Die Arten um *G. affine/insigne*, *G. angustatum/micropus*, *G. acuminatum* sowie gomphonemoide Diatomeen aus dem Obereroligozän in Böhmen. H. Lange-Bertalot ed., *Iconographia Diatomologica* - Vol.8 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 1999). 203 p.
- RUMRICH U., LANGE-BERTALOT H. and RUMRICH M., Diatomeen der Anden, Von Venezuela bis Patagonien/Tierra del Fuego. H. Lange-Bertalot ed., *Iconographia Diatomologica* - Vol.9 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2000). 673 p.
- SIVER P.A., HAMILTON P.B., STACHURA-SUCHOPLES K. AND KOCIOLEK J.P., Diatoms of North America: The Freshwater Flora of Cape Cod. H. Lange-Bertalot ed., *Iconographia Diatomologica* - Vol.14 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2005). 463 p.
- WERUM M. and LANGE-BERTALOT H., Diatom in springs. H. Lange-Bertalot ed., *Iconographia Diatomologica* - Vol.13 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2004). 479 p.
- WITKOWSKI A., LANGE-BERTALOT H. and METZELTIN D., Diatom flora of marine coasts. H. Lange-Bertalot ed., *Iconographia Diatomologica* - Vol.7 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2000). 925 p.
- YANLINKG L., LANGE-BERTALOT H. and METZELTIN D., Diatoms in Mongolia. H. Lange-Bertalot ed., *Iconographia Diatomologica* - Vol.7 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2009). 702 p.
- ZIMMERMAN C., POULIN M. and PIENITZ R., Diatoms of North America: The Pliocene-Pleistocene Freshwater Flora of Bylot Island, Nunavut, Canadian High Arctic. H. Lange-Bertalot ed., *Iconographia Diatomologica* - Vol.21 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2010). 407 p.

Bibliotheca Diatomologica :

- ARCHIBALD R.E.M., The Diatoms of the Sundays and Great Fish Rivers in the Eastern Cape Province of South Africa. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 1. H. Lange-Bertalot ed. (J.Cramer, Berlin - Stuttgart, 1983).
- BENSON M.E. & KOCIOLEK J.P., Freshwater diatom floristics of the late Eocene Florissant Formation, Clare's Quarry site, central Colorado, USA. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 58. H. Lange-Bertalot ed. (J.Cramer, Berlin - Stuttgart, 2012) 136 p.
- CASSIE V., A contribution to the study of New Zealand Diatoms. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 17. H. Lange-Bertalot ed. (J.Cramer, Berlin - Stuttgart, 1989). 266 p.
- COCQUYT C., Diatoms from the Northern Basin of Lake Tanganyika. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 39. H. Lange-Bertalot ed. (J.Cramer, Berlin - Stuttgart, 1998).
- COSTA L.F., WETZEL C.E., LANGE-BERTALOT H., ECTOR L. & BICUDO D. C., Taxonomy and ecology of *Eunotia* species (Bacillariophyta) in southern Brazilian reservoirs. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 64. H. Lange-Bertalot ed. (J.Cramer, Berlin - Stuttgart, 2017) 302 p.
- FALLU M. A., ALLAIRE N. & PIENITZ R., Freshwater Diatoms from northern Québec and Labrador (Canada). *Bibliotheca Diatomologica* - Vol.45 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 2000). 200 p.
- FOGED N., Freshwater and Littoral Diatoms from Cuba. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol.5 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1984).

- FOGED N., Diatoms in Gambia. Diatoms in the Volo Bay, Greece. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol.12 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1986).
- FOGED N., Diatoms from Viti Levu, Fiji Islands. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol.14 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1987).
- FUNGLADDA N., KACZMARSKA I. & RUSHFORTH S.R., A contribution to the Freshwater Diatom Flora of the Hawaiian Islands. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol.2 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1983). 103 p.
- FUREY P.C., LOWE R.L. & JOHANSEN J.R., *Eunotia* Ehrenberg (Bacillariophyta) of Great Smoky Mountains National Park, USA. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol.56 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 2011). 132 p.
- GASSE F., East African diatoms. Taxonomy, ecological distribution. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol.11 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1986).
- KACZMARSKA I. & RUSHFORTH S.R., The Diatom Flora of Blue Lake Warm Spring, Utah, USA. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol.2 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1983). 122 p.
- KRAMMER K., Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. Allgemeines und Encyonema Part. H. Lange-Bertalot and P. Kociolek ed., *Bibliotheca Diatomologica* - Vol.36 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1997). 382 p.
- KRAMMER K., Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 2. Encyonema part., Encyonopsis and Cymbellopsis. H. Lange-Bertalot and P. Kociolek ed., *Bibliotheca Diatomologica* - Vol.37 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1997). 469 p.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., Naviculaceae. Neue und wenig bekannte Taxa, neue Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen zu einigen Gattungen. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol.9 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1985). 230 p.
- LANGE-BERTALOT H. 85 Neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa Vol. 2/1-4. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol.27 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1993). 454 p.
- LANGE-BERTALOT H. & KRAMMER K., Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Neue und wenig bekannte Taxa, neue Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen und Ergänzungen zu den Naviculaceae. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol.15 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1987). 289 p.
- LANGE-BERTALOT H. and KRAMMER K., *Achnanthes*, eine Monographie der Gattung mit Definition der Gattung *Cocconeis* und Nachträgen zu den Naviculaceae. H. Lange-Bertalot ed., *Bibliotheca Diatomologica* - Vol.18 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1989). 389 p.
- LANGE-BERTALOT H. & MOSER G., *Brachysira* Monographie der Gattung. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 29. H. Lange-Bertalot ed. (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1994) 212 p.
- MOSER G., Die Diatomeenflora von Neukaledonien. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 43. H. Lange-Bertalot ed. (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1999) 205 p.
- MOSER G., LANGE-BERTALOT H. and METZELTIN D., Insel der Endemiten. Geobotanisches Phänomen Neukaledonien. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 38. H. Lange-Bertalot ed. (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1998) 464 p.
- MOSER G., STEINDORF A. & LANGE-BERTALOT H., Neukaledonien Diatomeenflora einer Tropeninsel. Revision der Collection maillard und Untersuchung neuen Materials. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 32. H. Lange-Bertalot ed. (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1995) 340 p.
- NAGUMO T., Taxonomic studies of the subgenus *Amphora* Cleve of the genus *Amphora* (Bacillariophyceae) in Japan. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 49. H. Lange-Bertalot ed. (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 2000) 265 p.
- PIENITZ R., FEDJE D. & POULIN M., Marine and Non-Marine Diatoms from Haide Gwaii Archipelago and surrounding Coasts, Northern Pacific, Canada. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 48. H. Lange-Bertalot ed. (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 2003) 146 p.
- PODZORSKI A.C. & HAKANSSON H., Freshwater and marine diatoms from Palawan (a Philippine island). *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 13. H. Lange-Bertalot ed. (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1998).

REAVIE E.D. & SMOL J.P., Die Freshwater diatoms from the St. Lawrence River. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 41. H. Lange-Bertalot ed. (J.Cramer, Berlin - Stuttgart, 1987).

REICHARDT E., Die Diatomeen der Altmuhl. *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 6. H. Lange-Bertalot ed. (J.Cramer, Berlin - Stuttgart, 1984).

RIAUX-GOBIN C., ROMERO O.E., COMPERE P. & AL-HANDAL A.Y., Small-sized Achnanthes (Bacillariophyta) from coral sands Mascarenes (Western Indian Ocean). *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 57. H. Lange-Bertalot ed. (J.Cramer, Berlin - Stuttgart, 2011) 234 p.

RUCK E.C. & KOCIOLEK J.P., Preliminary Phylogeny of the Family Surirellaceae (Bacillariophyta). *Bibliotheca Diatomologica* - Vol. 50. H. Lange-Bertalot ed. (J.Cramer, Berlin - Stuttgart, 2004) 236 p.

Autres livres ou ouvrages :

BOURRELLY P., Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome II : Les algues jaunes et brunes : Chrysophycées, Xanthophycées et Diatomées (N. BOUBEE & Cie, Paris, 1981) 517 p.

ECTOR L. and HLUBIKOVA D., Atlas des diatomées des Alpes-Maritimes et de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Conseil Général des Alpes-Maritimes, 2009) 393 p.

HOFMANN et al., 2011. Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Lange-Bertalot, H. Eds., (A.R.G. Gantner verlag K.G. 2011) 908p.

KOBAYASI H., IDEI M., MAYAMA S., NAGUMO T. and OSADA K. Kobayasi's Atlas of Japanese Diatoms based on electron microscopy. Kobayasi H., Idei M., Mayama S., Nagumo T. and Osada K. Ed (Uchida Rokakuho Publishing Co. 2006)

LAVOIE I., HAMILTON P.B., CAMPEAU S., GRENIER M. and DILLON P.J., Guide d'identification des Diatomées des rivières de l'Est du Canada (Presses de l'Université du Québec, Québec, 2008) 252 p.

ROUND F.E., CRAWFORD R.M. and MANN D.G., The diatoms. Biology & morphology of the genera (Cambridge University Press, Cambridge, 2007) 747 p.

TAYLOR JC, HARDING WR, ARCHBALD GM - An illustrated Guide to Some Common Diatom Species from South Africa - WRC Report TT 282/07 - January 2007

TUDESQUE L., ECTOR L., 2002. Pré-atlas iconographique des rivières de la Guadeloupe. p78.

Bibliographie spécifique : documents produits dans le cadre des programmes de recherche & développement « Indice Diatomique Antillais »

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2013 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Rapport final (Version du 14/10/2013). 189 pages + annexes.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2013 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomées Antillais (Version du 04/04/2013). 88 pages + planches iconographiques.

EULIN A., LEFRANCOIS, E., GUEGUEN, J., ROSEBERY, J., COSTE, M., DELMAS, F. - 2013- Note de travail : Evaluation de l'Etat Ecologique dans l'HER regroupée « Volcan » à partir de L'IDA (Indice Diatomique Antilles). Version du 28-05-2013, 4 pages.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2014 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomées Antillais – Volume 1 (Version du 29/04/2014). 128 pages + planches illustratives des taxons inventoriés.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2014 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Guide méthodologique

pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomées Antillais – Volume 2 (Version du 29/04/2014). 474 p. dont planches iconographiques.

EULIN A., LEFRANCOIS, E., GUEGUEN, J., ROSEBERY, J., COSTE, M., DELMAS, F. - 2013- Note de travail : Evaluation de l'Etat Ecologique dans l'HER regroupée « Volcan » à partir de L'IDA (Indice Diatomique Antilles). Version du 28-05-2013, 4 pages.

EULIN A., LEFRANCOIS, E., GUEGUEN, J., ROSEBERY, J., COSTE, M., DELMAS, F. - 2014- Note technique : Evaluation de l'Etat Ecologique aux Antilles à partir de l'IDA-2 (Indice Diatomique Antilles). Version finale du 11/05/2014, 48 pages.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2015 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2014 - Production d'une version améliorée de l'Indice Diatomique Antilles (IDA-2), utilisation pour l'évaluation de l'Etat Ecologique des cours d'eau des Antilles. Rapport final (Version du 12/03/2015). 134 pages + annexes.

EULIN A., LEFRANCOIS E., DELMAS F., COSTE M., GUEGUEN J. et ROSEBERY J. 2017 Flore des diatomées des Antilles françaises. 5 volumes, 763 p.

LEFRANCOIS, E., EULIN, A., GUEGUEN, J., COSTE, M., DELMAS, F., MONNIER, O. (2019). Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'indice diatomique antillais – IDA. Collection "Guides et protocoles" de l'AFB.

Guides méthodologique et iconographiques :

EULIN A., GASSIOLE G., LEFRANÇOIS E., DELMAS F., COSTE M., BOUTRY S., MONNIER O. (2018). Guide méthodologique pour la mise en œuvre d'indices biologiques en outre-mer. L'indice diatomique Réunion (IDR). Asconit, Irstea, MicPhyc, Agence Française pour la Biodiversité.

EULIN A., LEFRANÇOIS E., DELMAS F., COSTE M., GUEGUEN J. & ROSEBERY J. (2017). Flore des diatomées des antilles françaises. 5 volumes. Agence française pour la biodiversité, Office de l'eau Guadeloupe, Office de l'eau Martinique, Irstea, DEAL Martinique, DEAL Guadeloupe, 763 p.

LEFRANCOIS, E., EULIN, A., GUEGUEN, J., COSTE, M., DELMAS, F., MONNIER, O. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'indice diatomique antillais – IDA. Collection "Guides et protocoles" de l'AFB. A paraître

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2014 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomées Antillais – Volume 1 (Version du 29/04/2014). 536 p. dont planches iconographiques.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2014 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomées Antillais – Volume 2 (Version du 29/04/2014). 474 p. dont planches iconographiques.

Rapports d'études :

CARAYON, D., DELMAS, F., EULIN-GARRIGUE, A., VIGOUROUX, R. (2019). Evaluation de l'état écologique des cours d'eau de Guyane française : Un nouvel Indice Diatomique pour la Guyane Française (IDGF). Rapport final – V1 – 30 avril 2019. Irstea Eds., 60 p + annexes.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2013 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Rapport final (Version du 14/10/2013). 189 pages + annexes.

Publication scientifiques :

EULIN, A. (1997). Les communautés de diatomées épilithiques de la Garonne – Répartition naturelle et étude in situ de la dynamique de colonisation sur substrat artificiel. Toulouse, Université Paul Sabatier: 250 p.

EULIN, A., C. GRUARIN, et al. (1993). Evaluation de la qualité de l'eau de la Garonne par référence spéciale aux indices diatomiques et chironomidien. *Annls. Limnol.* 29: 169-179.

EULIN, A., R. LE COHU (1998). Epilithic diatom communities during the colonization of artificial substrates in the River Garonne (France). Comparison with the natural communities. *Arch. Hydrobiol.*

EULIN-GARRIGUE, A., TUDESQUE, L. & ECTOR, L. (2002). Taxinomie et écologie des diatomées épilithiques des résurgences naturelles vendéennes. Communication orale. 21^{ème} colloque ADLaF. Nantes du 10 au 13 septembre 2002.

EULIN-GARRIGUE, A., BAUGER, A. & REYES-MARCHANT, P. (2003). Flore diatomique et assemblage des invertébrés de quelques cours d'eau peu ou pas anthropisés des Aspres et du Vallespir et du Massif du Canigou (Pyrénées Orientales - France). Communication orale. 22^{ème} colloque ADLaF. Espot (Espagne) du 9 au 12 septembre 2003.

PERES, F., EULIN-GARRIGUE, A. & COSTE, M. (2003). Evolution spatio-temporelle des diatomées invasives exotiques ou rares en France de 1996 à 2002 dans les stations RNB du bassin Adour-Garonne. Communication orale. 22^{ème} colloque ADLaF. Espot (Espagne) du 9 au 12 septembre 2003.

EULIN-GARRIGUE, A., BIELSA, S., FRANCISCO, P. & ECTOR, L. (2005). Etude de la flore des diatomées épilithiques de la Rivière de l'Est (Île de la Réunion) : diagnostic de la qualité biologique et inventaire taxinomique. Communication orale. 24^{ème} colloque ADLaF. Bordeaux (France) du 6 au 9 septembre 2005.

PERES F., EULIN-GARRIGUE A., COSTE M., DELMONT D., BOUILLON C. & ECTOR L. (2006) - PRESENTATION DE QUELQUES DIATOMEES INVENTORIEES DANS LES STATIONS DE REFERENCE DE COURS D'EAU DU SUD DE LA FRANCE - POSTER 25EME COLLOQUE DE L'ADLAF. CAEN, DU 25 AU 28 SEPTEMBRE 2006.

EULIN-GARRIGUE A., GARCIA F, GASSIOLE G, MONNIER O, ORTIZ-LERIN R, PERES F & PONTON E, 2008. Evaluation des erreurs dans le diagnostic biologique : variabilité entre opérateur dans le processus de dénombrement des diatomées. 27^e colloque de l'Association des diatomistes de Langue Française, 1-4 septembre 2008, Dijon France.

EULIN-GARRIGUE A, COULON S, CERDAN P, VIGOUROUX R & COSTE M, 2009 : Flore diatomique de quelques rivières de Guyane française. 28^e colloque de l'Association des diatomistes de Langue Française, 7-10 septembre 2009, Banyuls France.

EULIN-GARRIGUE A., LEFRANÇOIS E., DELMAS F., COSTE M., CAPDEVILLE B., FIGUERAS C., MANGEOT L., GRESSER J., GLEPIN S., KANOR S., BARGIER N., 2010. Colloque sur la Bioindication et la biodiversité des écosystèmes d'eau douce en milieu tropical. 1 - 2- 3 décembre 2010 – Martinique (Communication orale).

LEFRANÇOIS E., EULIN-GARRIGUE A., GUEGUEN J., BOUTRY S., ROSEBERY J., COSTE M. & DELMAS F. Mise au point d'un indice diatomique adapté aux Antilles françaises : Aspects taxonomiques et écologiques. 31^{ème} Colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française (ADLaF) 11 - 13 septembre 2012, Le Mans, France. (Présentation orale.)

EULIN-GARRIGUE A., LEFRANÇOIS E., COSTE M., GUEGUEN J., BOUTRY S., ROSEBERY J. & DELMAS F.. Flore diatomique des Antilles françaises : Présentation des principaux éléments taxonomiques justifiant et participant à la conception d'un indice diatomique des Antilles françaises. 31^{ème} Colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française (ADLaF) 11 - 13 septembre 2012, Le Mans, France. (Poster).

DESROSIERS C., LEFLAIVE J., EULIN A., TEN-HAGE L. 2013. Bioindicators in marine waters : Benthic diatoms as a tool to assess water quality from eutrophic to oligotrophic coastal ecosystems. *Ecological Indicators* 32: 25-34.

DESROSIERS C., LEFLAIVE J., EULIN A., TEN-HAGE L. 2013. Optimal colonization and growth of marine benthic diatoms on artificial substrata : Protocol for a routine use in bioindication. *Journal of Applied Phycology* 26(4):1759-1771.

DESROSIERS C., WITKOWSKI A., RIAUX-GOBIN C., ZGŁOBICKA I., KURZYDŁOWSKI K.J., EULIN A., LEFLAIVE J., TEN-HAGE L. 2014. *Madinithidium* gen. nov. (Bacillariophyceae), a new monoraphid diatom genus from the tropical marine coastal zone. *Phycologia* 53(6): 583-592

EULIN-GARRIGUE A., LEFRANÇOIS E., VIGOUROUX R., CLAVIER S., COSTE M. & DELMAS F. Les diatomées benthiques tropicales de Guyane : biodiversité, écologie des communautés et application à la bio-indication des altérations anthropiques. 35ème Colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française (ADLaF) 13 - 15 septembre 2016, Belvaux, Luxembourg. (Présentation orale)

LEFRANÇOIS E., EULIN-GARRIGUE A., COSTE M., DELMAS F., GROS O., DESSERT C., ROBERT M. & TAILAME A.L. Les diatomées des sources hydrothermales des Antilles françaises. 35ème Colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française (ADLaF) 13 - 15 septembre 2016, Belvaux, Luxembourg. (Poster).

CARAYON D., EULIN-GARRIGUE A., VIGOUROUX R., DELMAS F. (2020). A new multimetric index for the evaluation of water ecological quality of French Guiana streams based on benthic diatoms.

8.3 INVERTEBRES AQUATIQUES

- Beaumont A. et Cassier P., 1996. Biologie animale – des protozoaires aux métazoaires épithélioneuriens, Tome 1, 3^{ème} édition. Ed. Dunot. 450p.
- Chessman B.C., 1999. Predicting the macroinvertebrate faunas of rivers by multiple regression of biological and environmental differences. *Freshwater Biology*. 41 : 747-757.
- Clavier S., Guillemet L., Thomas A. & Descloux S., 2010. Utilisation de substrats artificiels en Guyane Française : proposition d'un protocole d'échantillonnage des macroinvertébrés, adapté aux milieux lenticques, en particulier les zones aval des fleuves. *Ephemera*. 11 (1) : 49-64.
- Clavier S., Rhoné M. & Vigouroux R., 2014. Redéfinition des limites de classes de qualité de l'indice SMEG-. *Rapport HYDRECO - ONEMA*. 13p.
- Clavier S., Bouvier D., Chaulet C. & Perrier C., 2016. Réseau de Contrôle et de Surveillance des eaux douces de surface 2015 - District hydrographique de Guyane – INVERTEBRES AQUATIQUES – Rapport HYDRECO / Office de l'Eau de Guyane. 108p.
- Clavier S., Bouvier D., Guillemet L., & Dedieu N., 2015. Réseau de Contrôle et de Surveillance des eaux douces de surface 2014 - District hydrographique de la Guyane – INVERTEBRES AQUATIQUES – Rapport HYDRECO / Office de l'Eau de Guyane. 73p.
- Clavier S., Raymond E., & Bouvier D., 2019. Réseau de Contrôle de Surveillance des eaux douces de surface 2016 - District hydrographique de Guyane – INVERTEBRES AQUATIQUES – Rapport HYDRECO / Office de l'Eau de Guyane. 76p.
- Dedieu N., Clavier S., Vigouroux R., Cerdan P. & Céréghino R., 2015. A multimetric macroinvertebrate index for the implementation of the european xater framework directive in French Guiana, East Amazonia. *River Research and Applications*. 32 (3) : 501-515.
- Depuy F. et 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.
- Furse M., Hering D., Moog O., Verdonschot P., Johnson R.K., Brabec K. & Krno I.J., 2006. The STAR project: context, objectives and approaches. *Hydrobiologia*. 566: 3-29.
- Grassé P.-P. et Doumenc D., 1995. Zoologie : Invertébrés. 1. Ed. Masson. 263p.
- Guillemet L. et Clavier S., 2006. Mise en place d'un protocole d'échantillonnage adapté aux zones lenticques et aux zones aval des fleuves guyanais : les substrats artificiels. *Rapport HYDRECO*. 31p.
- Guillemet L. et Manchon V., 2007. Caractérisation de la faune benthique du fleuve Kourou. Mise en place d'un protocole d'échantillonnage des invertébrés aquatiques adapté aux zones amont des fleuves guyanais. *Rapport HYDRECO-DIREN*. 31p.
- Hering D., Buffagni A., Moog O., Sandin L., Sommerhäuser M., Stubauer I. & Zahrádková S., 2003. The development of a system to assess the ecological quality of streams based on macroinvertebrates—design of the sampling programme within the AQEM project. *International Review of Hydrobiology*. 88: 345-361.
- Massemain D., Lamy D., Pointier J.-P. & Gargominy O., 2009. Coquillages et escargots de Guyane. Seashells and snails from French Guiana. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 456p.
- Orth K. et Thomas A., 2005. Les Ephémères de la Guyane Française. 11. Clés de détermination illustrées des familles (phases larvaires et adultes). *Ephemera*. Vol. 5 (2) : 85-94.
- Orth K., Thomas A., Dominique Y., 2001. Clés d'identification illustrées des éphéméroptères de Guyane française. *Clé de détermination à la famille. Clé de détermination générique*. in IRD - Qualité des eaux des rivières de Guyane. Annexe 6. 22 -87.
- R Core Team 2013. R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Resh, V. et Rosenberg, D., 2008. Water pollution and insects. Encyclopedia of Entomology (ed. by J. Capinera). Springer Science+Business Media B.V., Dordrecht, The Netherlands. 4158-4168.

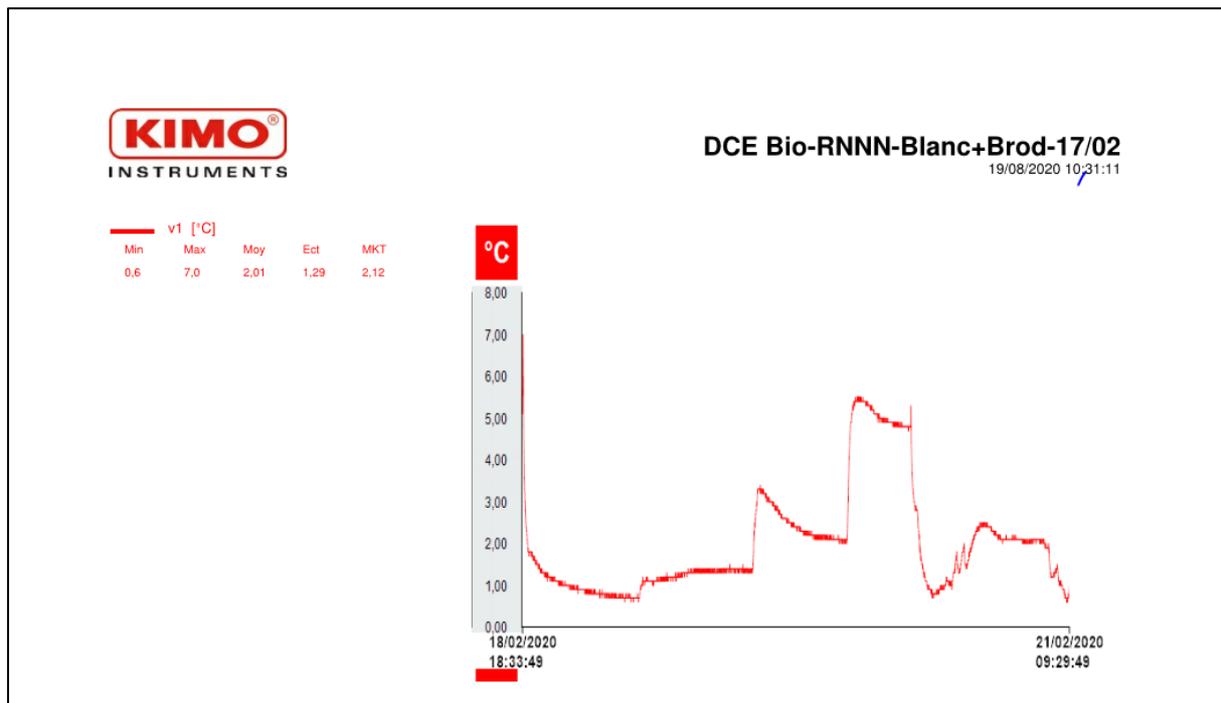
- Reynoldson T.B., Logan C., Pascoe T., Thompson S. & Sylvestre S., 2006. Invertebrate biomonitoring field and laboratory manual for running water habitats. Environment Canada, National Waters Research Institute, Canadian Aquatic Biomonitoring Network. Rapport Technique. 56p.
- Ridet J.-M., Platel R., Meunier J.-F., 1992. Zoologie : des protozoaires aux échinodermes. Ed. Ellipses. 224p.
- Rosenberg D.M. et Resh V.H., 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall. Springer. 488p.
- Salles F.F. et Molineri C., 2006. *Amanahyphes sagassu* : a new genus and species of LeptoHyphidae (Ephemeroptera : Ephemerelloidae) from Northern Brazil. *Aquatic Insects*. 28 (1) :1-12.
- Savage H.M. et Dominguez E., 1992. A new genus of Atalophlebiidae (Ephéméroptère : Leptophlebiidae) from Northern South America. *Aquatic Insects*. 14 : 243-248.
- Thomas A., 2001. Etude des Ephéméroptères de la Guyane Française : Systématique, répartition géographique et élaboration d'un indice de qualité des eaux (SMEG). dans : Qualité des eaux de rivières de Guyane. « Convention Qualité eau ». Rapport de synthèse IRD. Annexe 6. 227-446.
- Thomas A. et Dominique Y., 2005. *Corinnella* nom. Nov. [Ephemeroptera, Baetidae], nom de remplacement pro *Corinna* Dominique et Thomas 2005 nec Koch, 1841 (Araneae, Corinnidae]. *Ephemera*. 7 (1) : 9-10.
- Thomas A., Dominique Y. & Orth K., 2005. Les Ephémères de la Guyane Française. 10. Description de *Lisetta ernsti* n. gen., n. sp. [Ephemeroptera, Leptophlebiidae]. *Ephemera*. 5 (2) : 77-84.
- Traver J.R., 1958. The subfamily LeptoHyphinae (Ephemeroptera : Tricorythidae), part I. *Annals of the Entomological Society of America*. 51 : 491-503.
- Wasson J-G, 2008. Rapport de mission en Guyane : Problèmes spécifiques liés à la mise en place des réseaux de contrôle hydrobiologique des rivières. *Rapport final Cemagref*. 60p.
- Wright J.F., Furse M.T. & Moss D., 1998. River classification using invertebrates: RIVPACS applications. *Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems*. 8 : 617-631.

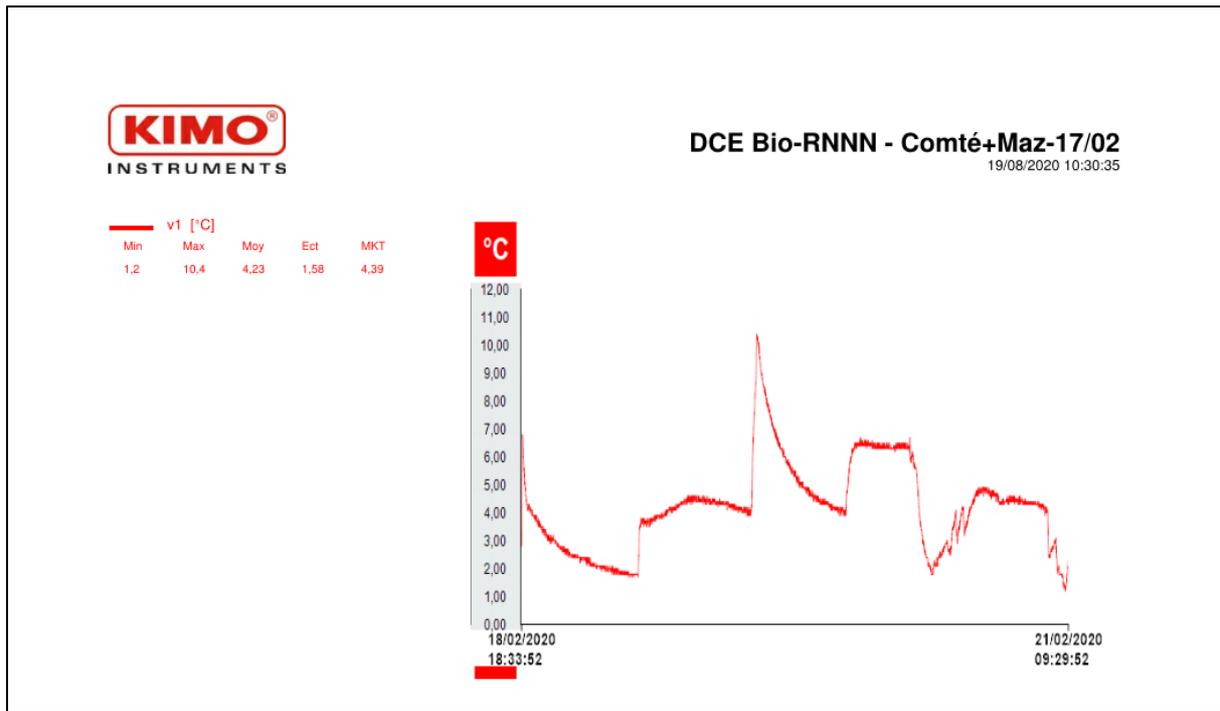
8.4 POISSONS

- Allard L., Brosse S., Covain R., Gozlan R., Le Bail P.-Y., Melki F., Vigouroux R., 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Poissons d'eau douce de Guyane. Paris, France. Rapport d'évaluation
- 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.
- Keith, P. ; Le Bail, P. Y. – 2002 – Espèces patrimoniales de poissons d'eau douce de Guyane Française
- 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.
- Liste des espèces déterminantes ZNIEFF, mise à jour 2014, DEAL
- Le Bail P.-Y., Covain R., Jégu M., Fisch-Muller S., Vigouroux R., Keith P., 2012. Updated checklist of the freshwater and estuarine fishes of French Guiana. *Cybiurn*, 36(1): 293-319. (Not. 5)
- 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.

9 ANNEXES

9.1 ANNEXES 1 : SUIVI TEMPERATURE





9.2 ANNEXES 2 : INVENTAIRES DIATOMÉES (RESULTATS BRUTS)

Inventaires exprimés en nombre d'individus comptés (résultats bruts)	Code taxon	Comté			
		Brodol	Blanc	Comté	Mazin
Achnanthydium catenatum (Bily & Marvan) Lange-Bertalot	ADCT		4	61	
Achnanthydium exiguum (Grunow) Czarnecki	ADEG	1	3		
Achnanthydium macrocephalum(Hust.)Round & Bukhtiyarova	ADMA	20	8	70	
Achnanthydium minutissimum forme 1	ADM1				1
Achnanthydium minutissimum forme 5	ADM5			3	
Actinella sp6	AC06	1			
Adlafia drouetiana (Patrick) Metzeltin & Lange-Bertalot	ADRO	1	4		
Brachysira brebissonii Ross in Hartley ssp. brebissonii	BBRE		1		
Brachysira neoexilis Lange-Bertalot	BNEO		1		
Brachysira sp1	BR01			1	
Brachysira sp12	BR12			2	
Brachysira sp5	BR05			2	
Brachysira sp8	BR08			2	
Capartogramma crucicula(Grun.ex Cl.)Ross	CCRU		1		
Capartogramma pumila Metzeltin & Lange-Bertalot	CPUM	1			
Catenula adhaerens Mereschkowsky	CADH	1		7	
Chamaepinnularia brasiliiana Metzeltin & Lange-Bertalot	CBRS	1	2	1	
Chamaepinnularia brasiliianopsis Metzeltin & Lange-Bertalot	CBRP	1	1	1	
Cocconeis neothumensis Krammer	CNTH	3		3	
Cocconeis sp3	CO03			3	
Cymbellale sp1	CB01	1	1		
Cymbellopsis mirabilis Krammer	CMIR		5	2	
Cymbellopsis sp1	CYM1	3			
Cymbellopsis terminis Krammer	CTER		1		
Diadesmis contenta (Grunow ex V. Heurck) Mann	DCOT	1	2		6
Diadesmis contenta Grun.var. biceps (Grun. in V.H.) Hamilton	DCBI	1			
Diadesmis pseudolangebertalotii Metzeltin, Lange-Bertalot & Garcia-Rodriguez	DPLB		4		
Diploneis sp5	DP05		1		
Encyonema angustecapitatum Krammer	EAGC		1		
Encyonema costei Metzeltin & Lange-Bertalot	ENCS	2	3		
Encyonema graciloides Krammer	EGLD		1	2	
Encyonema incurvatum Krammer	ENIN	46	53	14	
Encyonema lineolatum Krammer	ENLI	6		6	
Encyonema obtusum Krammer	ENOB	2			
Encyonema silesiacum (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	ESLE		21		
Encyonema sp10	EN10	6	13	6	
Encyonema sp11	EN11	7	10	4	8
Encyonema sp14	EN14			6	
Encyonema sp3	EN03	9		2	
Encyonema species	ENSP	58	106	10	
Encyonema subhinzae Krammer	ESHI	2		2	
Encyonema venezolanum Krammer	ENVZ	24	24	6	
Encyonema venezolanum Krammer var.similis Krammer	ENVS	4			
Eolimna minima(Grunow) Lange-Bertalot	EOMI	1	5	1	
Eolimna sp4	EO04	5		2	
Eolimna sp8	EO08	1	3	1	
Eolimna species	EOSP		1		
Eolimna zalokariae Metzeltin & Lange-Bertalot	EOZA	17	8	10	
Eunotia acutinasuta Metzeltin & Lange-Bertalot	EACN		1		
Eunotia camelus Ehrenberg	ECAM			4	
Eunotia carolina Patrick	ECAR			2	
Eunotia meridiana Metzeltin & Lange-Bertalot	EMER	10	4	2	
Eunotia meridionalis forme 2	EME2			8	
Eunotia parasiolii forme 1	EPA1		1		
Eunotia parasiolii forme 9	EPA9			2	
Eunotia parasiolii Metzeltin & Lange-Bertalot	EPAS	2	2		
Eunotia siolii Hustedt	ESIO	2	6		
Eunotia species	EUNS	73	25	10	
Eunotia sp147	E147			2	
Eunotia sp156	E156	8		11	
Eunotia sp19a	E19A	12	1	16	
Eunotia sp19b	E19B	4	1	13	
Eunotia sp20	EU20		1		
Eunotia sp420	E420			2	
Eunotia sp424	E424			2	
Eunotia sp507	E507		1		
Eunotia sp61	EU61			6	
Eunotia sp7	EU07	2		2	

Inventaires exprimés en nombre d'individus comptés (résultats bruts)	Code taxon	Comté			
		Brodel	Blanc	Comté	Mazin
Fragilaria capucina forme 1	FCA1			20	
Fragilaria capucina forme 2	FCA2		3	29	7
Fragilaria goulardii (Brébisson) Lange-Bertalot	FGOU	1		4	
Fragilaria species	FRAS			2	
Frustulia saxoneotropica Metzeltin & Lange-Bertalot	FSNE	2	3	2	
Frustulia sp2	FU02	2			
Frustulia sp5	FU05	1		2	
Frustulia species	FRSP	5	1	15	1
Geissleria sp2	GD02			1	
Gomphonema brasiliense ssp.pacificum Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	GBPA	4	12		
Gomphonema brasiliensoides Metzeltin Lange-Bertalot & Garcia-Rodrigue	GBRD		4		
Gomphonema butantanum Krasske	GBUT			2	
Gomphonema camburnii Metzeltin & Lange-Bertalot	GCAM			2	
Gomphonema costei Metzeltin & Lange-Bertalot	GCOS	14	4		
Gomphonema equadorianum Metzeltin & Lange-Bertalot	GEQD			4	
Gomphonema gibberum Hustedt	GGBR		7	1	
Gomphonema kobayashiae Metzeltin & Lange-Bertalot	GKOB			2	
Gomphonema lepidum Fricke	GLEP			2	
Gomphonema parvulum forme 1	GPA1			23	
Gomphonema parvulum forme 6	GPA6			4	
Gomphonema parvulum var.parvulum f.saprophilum Lange-Bert.&Reichardt	GPAS				1
Gomphonema sp1	GO01			5	
Gomphonema sp19	GO19	10	4	4	
Gomphonema sp2	GO02	23	7		
Gomphonema sp32	GO32		4		
Gomphonema sp4	GO04		4		
Gomphonema sp5	GO05	10	4		
Gomphonema sp6	GO06			2	
Gomphonema sp61	GO61		4	2	
Gomphonema sp64	GO64			2	
Gomphonema sp7	GO07	59	56	2	
Gomphonema sp70	GO70			2	
Gomphonema sp73	GO73			2	
Gomphonema sp77	GO77			2	
Gomphonema sp9	GO09			2	
Gomphonema sp92	GO92	4			
Gomphonema species	GOMS	28	24		
Gyrosigma reimeri Sterrenburg	GYRE		2	1	
Hippodonta sp1	HI01		2	4	
Inconnu sp1	IN01	1	3	2	
Inconnu sp12	IN12	8	3	1	
Inconnu sp14	IN14			1	
Inconnu sp1b	IN1B	2	4		
Inconnu sp40	IN40			1	
Inconnu sp65	IN65			1	
Inconnu sp7	IN07			1	
Luticola sp1	LU01	6	1	3	
Luticola sp30	LU30			2	
Luticola sp7	LU07			1	
Luticola sp9	LU09				2
Navicula bicuneolus Metzeltin & Lange-Bertalot	NBCN	1		1	
Navicula coraliana Metzeltin & Lange-Bertalot	NCOL	4	2	6	
Navicula insulsa Metzeltin & Lange-Bertalot	NISA	7	20	20	
Navicula jacobii Manguin in Bourrelly & Manguin	NJAC				1
Navicula longicephala Hustedt var.longicephala	NLGC		2	2	4
Navicula notha Wallace	NNOT	2	4	25	
Navicula rostellata Kützing	NROS		1		
Navicula species	NASP		5	2	3
Navicula sp10	NA10		1	3	
Navicula sp40	NA40		1		
Navicula sp43	NA43			3	1
Navicula sp5	NA05			3	
Navicula sp65	NA65			3	4
Navicula sp7	NA07		1	7	3
Navicula vilaplani (Lange-Bert. & Sabater) Lange-Bertalot & Sabater	NVIP		2	2	
Nitzschia clausii Hantzsch	NCLA		5		
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow fo.maewensis Foged	NDMA			4	
Nitzschia dissipata forme 1	NDI1		11		1
Nitzschia dissipata forme 2	NDI2			6	
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow ssp.dissipata	NDIS		7	33	12
Nitzschia gracilis Hantzsch	NIGR			1	

Inventaires exprimés en nombre d'individus comptés (résultats bruts)	Code taxon	Comté			
		Brodé	Blanc	Comté	Mazin
Nitzschia palea forme 1	NPA1			6	
Nitzschia sp1	NI01			4	2
Nitzschia sp30	NI30		4	8	
Nitzschia sp37	NI37	2			
Nitzschia sp5	NI05		6	10	2
Nitzschia sp50	NI50		3	4	2
Nitzschia sp65	NI65				2
Nitzschia sp72	NI72				2
Nitzschia species	NZSS		2		
Nitzschia terrestris (Petersen) Hustedt	NTER				2
Nupela cymbelloidea Metzeltin & Lange-Bertalot	NUCY	3	4	2	
Nupela praecipua (Reichardt) Reichardt in U.Rumrich Lange-Bertalot & Nupela sp24	NUPR	2	4	2	
Nupela tenuistriata (Hustedt) Metzeltin. Lange-Bertalot & Kusber	NUTN	1	4		
Nupella astartiella forme 1	NUA1		1	2	
Nupella sp1	NU01	3	4	4	
Nupella sp16	NU16	3	2		
Nupella sp17	NU17		1	1	
Nupella sp4	NU04	1	2	1	
Nupella sp5	NU05	3	1		
Nupella sp6	NU06		3		
Othoseira sp1	OR01				1
Pinnularia grunowii Krammer	PGRU				1
Pinnularia species	PINS		1	1	
Placoneis conveniens (Hustedt) Metzeltin & Krammer	PCOV		1		
Placoneis gracilis f. minor (Manguin) Metzeltin & Lange-Bertalot	PGRM	1			
Placoneis santaremensis Metzeltin & Krammer	PSRM	1			
Placoneis tersa (Hustedt) Metzeltin & Krammer	PLTE		1	1	
Planothidium boudoui (Mozingo) Metzeltin & Lange-Bertalot Coste	PLBO		2	1	
Planothidium magnificum (Hustedt) Lange-Bertalot	PLMG	7	12	2	
Planothidium sp2	PL02	1	3	1	
Planothidium sp3	PL03	1		1	
Platessa cataractarum (Hustedt) Lange-Bertalot	PLCA	36	52	12	
Sellaphora gibbula Metzeltin & Lange-Bertalot	SGIB		1	2	
Sellaphora guyanensis Metzeltin & Lange-Bertalot	SGUY	1	1	2	
Sellaphora sp12	SL12	1			
Sellaphora sp15	SL15			1	
Sellaphora sp4	SL04			1	
Stauroneis angustilancea Metzeltin & Lange-Bertalot	SAGL				3
Stauroneis species	SSSP		1		
Stenopterobia krammeri Metzeltin & Lange-Bertalot	SKRA			23	
Stenopterobia planctonica Metzeltin & Lange-Bertalot	SPLC			2	
Stenopterobia sp3	SP03			1	
Stenopterobia sp4	SP04			1	
Surirella sp2	SU02	1		3	
Surirella sp21	SU21	2			
Surirella sp22	SU22		3		
Surirella sp34	SU34	1			
Surirella sp4	SU04			26	2
Surirella sp6	SU06				2
Surirella sp9	SU09		3		
Surirella species	SURS			1	1
TOTAL		605	671	717	77

NB : Les nouveaux taxons sont regroupés sous leur dénomination générique. Pour exemple, « EUNS = Eunotia species = plusieurs espèces ».

9.3 ANNEXES 3 : INVENTAIRES DIATOMEES (ABONDANCES RELATIVES)

Inventaires exprimés en abondance relative (‰)	Code taxon	Comté			
		Brodet	Blanc	Comté	Mazin
Achnanthydium catenatum (Bily & Marvan) Lange-Bertalot	ADCT		6	85	
Achnanthydium exiguum (Grunow) Czarnecki	ADEG	2	4		
Achnanthydium macrocephalum (Hust.) Round & Bukhtiyarova	ADMA	33	12	98	
Achnanthydium minutissimum forme 1	ADM1				13
Achnanthydium minutissimum forme 5	ADM5			4	
Actinella sp6	AC06	2			
Adlafia drouetiana (Patrick) Metzeltin & Lange-Bertalot	ADRO	2	6		
Brachysira brebissonii Ross in Hartley ssp. brebissonii	BBRE		1		
Brachysira neoxilis Lange-Bertalot	BNEO		1		
Brachysira sp1	BR01			1	
Brachysira sp12	BR12			3	
Brachysira sp5	BR05			3	
Brachysira sp8	BR08			3	
Capartogramma crucicula (Grun. ex Cl.) Ross	CCRU		1		
Capartogramma pumila Metzeltin & Lange-Bertalot	CPUM	2			
Catenula adhaerens Mereschkowsky	CADH	2		10	
Chamaepinnularia brasiliiana Metzeltin & Lange-Bertalot	CBRS	2	3	1	
Chamaepinnularia brasilianopsis Metzeltin & Lange-Bertalot	CBRP	2	1	1	
Cocconeis neothumensis Krammer	CNTH	5		4	
Cocconeis sp3	CO03			4	
Cymbellale sp1	CB01	2	1		
Cymbellopsis mirabilis Krammer	CMIR		7	3	
Cymbellopsis sp1	CYM1	5			
Cymbellopsis terminis Krammer	CTER		1		
Diademsis contenta (Grunow ex V. Heurck) Mann	DCOT	2	3		78
Diademsis contenta Grun. var. biceps (Grun. in V.H.) Hamilton	DCBI	2			
Diademsis pseudolangebertalotii Metzeltin, Lange-Bertalot & Garcia-Rodriguez	DPLB		6		
Diploneis sp5	DP05		1		
Encyonema angustecapitatum Krammer	EAGC		1		
Encyonema costei Metzeltin & Lange-Bertalot	ENCS	3	4		
Encyonema graciloides Krammer	EGLD		1	3	
Encyonema incurvatum Krammer	ENIN	76	79	20	
Encyonema lineolatum Krammer	ENLI	10		8	
Encyonema obtusum Krammer	ENOB	3			
Encyonema silesiacum (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	ESLE		31		
Encyonema sp10	EN10	10	19	8	
Encyonema sp11	EN11	12	15	6	104
Encyonema sp14	EN14			8	
Encyonema sp3	EN03	15		3	
Encyonema species	ENSP	96	158	14	
Encyonema subhinzae Krammer	ESHI	3		3	
Encyonema venezolanum Krammer	ENVZ	40	36	8	
Encyonema venezolanum Krammer var. similis Krammer	ENVV	7			
Eolimna minima (Grunow) Lange-Bertalot	EOMI	2	7	1	
Eolimna sp4	EO04	8		3	
Eolimna sp8	EO08	2	4	1	
Eolimna species	EOSP		1		
Eolimna zalokariae Metzeltin & Lange-Bertalot	EOZA	28	12	14	
Eunotia acutinasuta Metzeltin & Lange-Bertalot	EACN		1		
Eunotia camelus Ehrenberg	ECAM			6	
Eunotia carolina Patrick	ECAR			3	
Eunotia meridiana Metzeltin & Lange-Bertalot	EMER	17	6	3	
Eunotia meridionalis forme 2	EME2			11	
Eunotia parasiolii forme 1	EPA1		1		
Eunotia parasiolii forme 9	EPA9			3	
Eunotia parasiolii Metzeltin & Lange-Bertalot	EPAS	3	3		
Eunotia siolii Hustedt	ESIO	3	9		
Eunotia species	EUNS	121	37	14	
Eunotia sp147	E147			3	
Eunotia sp156	E156	13		15	
Eunotia sp19a	E19A	20	1	22	
Eunotia sp19b	E19B	7	1	18	
Eunotia sp20	EU20		1		
Eunotia sp420	E420			3	
Eunotia sp424	E424			3	
Eunotia sp507	E507		1		
Eunotia sp61	EU61			8	
Eunotia sp7	EU07	3		3	

Inventaires exprimés en abondance relative (‰)	Code taxon	Comté			
		Brodol	Blanc	Comté	Mazin
Fragilaria capucina forme 1	FCA1			28	
Fragilaria capucina forme 2	FCA2		4	40	91
Fragilaria goulardii (Brébisson) Lange-Bertalot	FGOU	2		6	
Fragilaria species	FRAS			3	
Frustulia saxoneotropica Metzeltin & Lange-Bertalot	FSNE	3	4	3	
Frustulia sp2	FU02	3			
Frustulia sp5	FU05	2		3	
Frustulia species	FRSP	8	1	21	13
Geissleria sp2	GD02			1	
Gomphonema brasiliense ssp.pacificum Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	GBPA	7	18		
Gomphonema brasiliensoides Metzeltin Lange-Bertalot & Garcia-Rodrigue	GBRD		6		
Gomphonema butantanum Krasske	GBUT			3	
Gomphonema camburnii Metzeltin & Lange-Bertalot	GCAM			3	
Gomphonema costei Metzeltin & Lange-Bertalot	GCOS	23	6		
Gomphonema equadorianum Metzeltin & Lange-Bertalot	GEQD			6	
Gomphonema gibberum Hustedt	GGBR		10	1	
Gomphonema kobayashiae Metzeltin & Lange-Bertalot	GKOB			3	
Gomphonema lepidum Fricke	GLEP			3	
Gomphonema parvulum forme 1	GPA1			32	
Gomphonema parvulum forme 6	GPA6			6	
Gomphonema parvulum var.parvulum f.saprophilum Lange-Bert.&Reichardt	GPAS				13
Gomphonema sp1	GO01			7	
Gomphonema sp19	GO19	17	6	6	
Gomphonema sp2	GO02	38	10		
Gomphonema sp32	GO32		6		
Gomphonema sp4	GO04		6		
Gomphonema sp5	GO05	17	6		
Gomphonema sp6	GO06			3	
Gomphonema sp61	GO61		6	3	
Gomphonema sp64	GO64			3	
Gomphonema sp7	GO07	98	83	3	
Gomphonema sp70	GO70			3	
Gomphonema sp73	GO73			3	
Gomphonema sp77	GO77			3	
Gomphonema sp9	GO09			3	
Gomphonema sp92	GO92	7			
Gomphonema species	GOMS	46	36		
Gyrosigma reimeri Sterrenburg	GYRE		3	1	
Hippodonta sp1	HI01		3	6	
Inconnu sp1	IN01	2	4	3	
Inconnu sp12	IN12	13	4	1	
Inconnu sp14	IN14			1	
Inconnu sp1b	IN1b	3	6		
Inconnu sp40	IN40			1	
Inconnu sp65	IN65			1	
Inconnu sp7	IN07			1	
Luticola sp1	LU01	10	1	4	
Luticola sp30	LU30			3	
Luticola sp7	LU07			1	
Luticola sp9	LU09				26
Navicula bicuneolus Metzeltin & Lange-Bertalot	NBCN	2		1	
Navicula coraliana Metzeltin & Lange-Bertalot	NCOL	7	3	8	
Navicula insulsa Metzeltin & Lange-Bertalot	NISA	12	30	28	
Navicula jacobii Manguin in Bourrelly & Manguin	NJAC				13
Navicula longicephala Hustedt var.longicephala	NLGC		3	3	52
Navicula notha Wallace	NNOT	3	6	35	
Navicula rostellata Kützing	NROS		1		
Navicula species	NASP		7	3	39
Navicula sp10	NA10		1	4	
Navicula sp40	NA40		1		
Navicula sp43	NA43			4	13
Navicula sp5	NA05			4	
Navicula sp65	NA65			4	52
Navicula sp7	NA07		1	10	39
Navicula vilaplani (Lange-Bert. & Sabater) Lange-Bertalot & Sabater	NVIP		3	3	
Nitzschia clausii Hantzsch	NCLA		7		
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow fo.maewensis Foged	NDMA			6	
Nitzschia dissipata forme 1	NDI1		16		13
Nitzschia dissipata forme 2	NDI2			8	
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow ssp.dissipata	NDIS		10	46	156
Nitzschia gracilis Hantzsch	NIGR			1	

Inventaires exprimés en abondance relative (‰)	Code taxon	Comté			
		Brodel	Blanc	Comté	Mazin
Nitzschia palea forme 1	NPA1			8	
Nitzschia sp1	NI01			6	26
Nitzschia sp30	NI30		6	11	
Nitzschia sp37	NI37	3			
Nitzschia sp5	NI05		9	14	26
Nitzschia sp50	NI50		4	6	26
Nitzschia sp65	NI65				26
Nitzschia sp72	NI72				26
Nitzschia species	NZSS		3		
Nitzschia terrestris (Petersen) Hustedt	NTER				26
Nupela cymbelloidea Metzeltin & Lange-Bertalot	NUCY	5	6	3	
Nupela praecipua (Reichardt) Reichardt in U.Rumrich Lange-Bertalot &	NUPR	3	6	3	
Nupela sp24	NU24	2			
Nupela tenuistriata (Hustedt) Metzeltin. Lange-Bertalot & Kusber	NUTN	2	6		
Nupella astartiella forme 1	NUA1		1	3	
Nupella sp1	NU01	5	6	6	
Nupella sp16	NU16	5	3		
Nupella sp17	NU17		1	1	
Nupella sp4	NU04	2	3	1	
Nupella sp5	NU05	5	1		
Nupella sp6	NU06		4		
Othoseira sp1	OR01				13
Pinnularia grunowii Krammer	PGRU				13
Pinnularia species	PINS		1	1	
Placoneis conveniens (Hustedt) Metzeltin & Krammer	PCOV		1		
Placoneis gracilis f. minor (Manguin) Metzeltin & Lange-Bertalot	PGRM	2			
Placoneis santaremensis Metzeltin & Krammer	PSRM	2			
Placoneis tersa (Hustedt) Metzeltin & Krammer	PLTE		1	1	
Planothidium boudoui (Mozart) Metzeltin & Lange-Bertalot Coste	PLBO		3	1	
Planothidium magnificum (Hustedt) Lange-Bertalot	PLMG	12	18	3	
Planothidium sp2	PL02	2	4	1	
Planothidium sp3	PL03	2		1	
Platessa cataractarum (Hustedt) Lange-Bertalot	PLCA	60	77	17	
Sellaphora gibbula Metzeltin & Lange-Bertalot	SGIB		1	3	
Sellaphora guyanensis Metzeltin & Lange-Bertalot	SGUY	2	1	3	
Sellaphora sp12	SL12	2			
Sellaphora sp15	SL15			1	
Sellaphora sp4	SL04			1	
Stauroneis angustilancea Metzeltin & Lange-Bertalot	SAGL				39
Stauroneis species	SSSP		1		
Stenopterobia krammeri Metzeltin & Lange-Bertalot	SKRA			32	
Stenopterobia planctonica Metzeltin & Lange-Bertalot	SPLC			3	
Stenopterobia sp3	SP03			1	
Stenopterobia sp4	SP04			1	
Surirella sp2	SU02	2		4	
Surirella sp21	SU21	3			
Surirella sp22	SU22		4		
Surirella sp34	SU34	2			
Surirella sp4	SU04			36	26
Surirella sp6	SU06				26
Surirella sp9	SU09		4		
Surirella species	SURS			1	13
TOTAL		1000	1000	1000	1000

NB : Les nouveaux taxons sont regroupés sous leur dénomination générique. Pour exemple, « EUNS = Eunotia species = plusieurs espèces ».

9.4 ANNEXES 4 : FICHES STATION DIATOMÉES

MR : Maxime ROCHET



FICHE STATION DIATOMÉES (page 1/2)



RENSEIGNEMENTS STATION		
REFERENCE ETUDE : Noé Nourague	RESEAU :	PRESSION ANTHROPIQUES POTENTIELLES CONNUES Passage à gué Orpaillage illégal
BASSIN VERSANT : Comté	CODE SANDRE :	
COURS D'EAU : Comté	CODE INTERNE : COM	
STATION : Comté	COORDONNEES THEORIQUES (RGFG95 fuseau Nord UMT22) X = Y =	
TYPOLOGIE : Fleuve		
CODE MASSE D'EAU :		

RENSEIGNEMENTS GENERAUX			
COORDONNEES TERRAIN (RGFG95 UMT Nord fuseau 22) X = 316097 Y = 471617	DATE pose substrat :	PRESSION ANTHROPIQUES OBSERVEES SUR SITE Navigation Orpaillage Illégal Passage à gué	
	DATE prélèvement :		20/02/2020
	HEURE :		10h00
	PRELEVEUR :		MR
	SAISON :	pluie	
COMMENTAIRES et OBSERVATIONS : Seuil au niveau de la station, Orpailleurs illégaux ont travaillé pendant la nuit = eau plus trouble			

Les mesures de distance, de profondeur et de vitesse des courants sont des estimations du préleveur

DESCRIPTION GENERALE STATION		
REGIME HYDRAULIQUE : basses eaux	LARGEUR (m) : 36	VEGETATION AQUATIQUE : 0 à 10
TRACE DU LIT : sinueux	MARNAGE : non	si oui, amplitude estimée (m) :
ASPECT DE L'EAU : trouble	POLLUTION APPARENTE : absence	FACIES D'ECOULEMENTS (classification de Malavoi) : si plusieurs, dans l'ordre amont/aval chenal lentique chenal lotique
DEPOT SUR LE FOND : ponctuel	VITESSE DU COURANT sur la station : 5-25 25-75 <5	
	si plusieurs, dans l'ordre des faciès	GRANULOMETRIE DOMINANTE sur la station : tailles et définitions extraites du portail http://www.sandre.eaufrance.fr/attribut-sandre/code-du-substrat si plusieurs, dans l'ordre d'importance décroissante Dalles Blocs Pierres, Galets

OPERATION DE PRELEVEMENT		
MATERIEL DE PRELEVEMENT : brosse à dents	DOUBLE PRELEVEMENT : oui	FIXATEUR : éthanol

DESCRIPTION AU NIVEAU DU PRELEVEMENT					
OMBRAGE : ouvert	DISTANCE A LA BERGE (m) : 2-3	PROFONDEUR DE L'EAU (cm) : 20 40	VITESSE DU COURANT au niveau du prélèvement : 5-25		
(Si substrat artificiel, profondeur surface/substrat)					
SUBSTRAT DE PRELEVEMENT : <small>tailles et définitions extraites du portail http://www.sandre.eaufrance.fr/attribut-sandre/code-du-substrat</small>	pierres, galets	nombre : 4	Cailloux	nombre : 5	nombre :

PHYSICO-CHEMIE <i>in situ</i> (prélèvement naturel ou pose substrats artificiels)					
Température (°C)	pH	Oxygène (mg/L)	Oxygène (%)	Conductivité (µS/cm)	Turbidité (NTU)
25,1	6,83	7,45	90	37	33

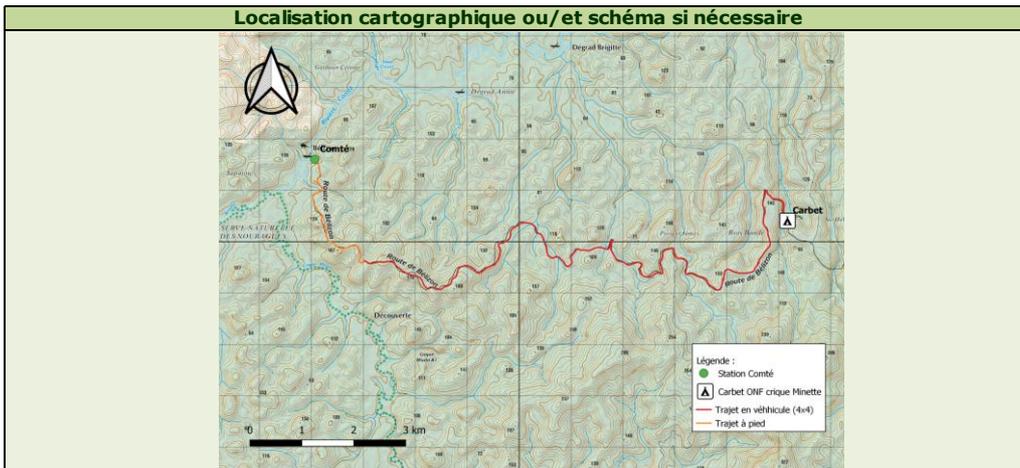


FICHE STATION DIATOMÉES (page 2/2)



OBSERVATIONS A LA RELEVÉ DES SUBSTRATS ARTIFICIELS	
DATE :	
HEURE :	
PRELEVEUR :	
SAISON :	
COMMENTAIRES et OBSERVATIONS :	

PHYSICO-CHIMIE <i>in situ</i> (à la relèvé des substrats artificiels)					
Température (°C)	pH	Oxygène (mg/L)	Oxygène (%)	Conductivité (µS/cm)	Turbidité (NTU)



PHOTOGRAPHIES





FICHE STATION DIATOMÉES (page 1/2)



RENSEIGNEMENTS STATION		
REFERENCE ETUDE : Noé Nourague	RESEAU :	PRESSION ANTHROPIQUES POTENTIELLES CONNUES
BASSIN VERSANT : Comté	CODE SANDRE :	
COURS D'EAU : Brodel	CODE INTERNE : BRO	
STATION : Brodel	COORDONNEES THEORIQUES (RGFG95 fuseau Nord UMT22) X = Y =	
TYPLOGIE : PME		
CODE MASSE D'EAU :		

RENSEIGNEMENTS GENERAUX		
COORDONNEES TERRAIN (RGFG95 UMT Nord fuseau 22) X = 312874 Y = 470019	DATE pose substrat : DATE prélèvement : 19/02/2020 HEURE : 15h30 PRELEVEUR : SLR SAISON : pluie	PRESSION ANTHROPIQUES OBSERVEES SUR SITE Pêcheurs
COMMENTAIRES et OBSERVATIONS : Orpaillage illégal --> beaucoup de dépôt sur tous les substrats = plus de substrats échantillonnés		

Les mesures de distance, de profondeur et de vitesse des courants sont des estimations du préleveur

DESCRIPTION GENERALE STATION		
REGIME HYDRAULIQUE : basses eaux	LARGEUR (m) : 40	VEGETATION AQUATIQUE : 10 à 25
TRACE DU LIT : sinueux	MARNAGE : non	si oui, amplitude estimée (m) :
ASPECT DE L'EAU : limpide	POLLUTION APPARENTE : absence	FACIES D'ECOULEMENTS (classification de Malavoi) : si plusieurs, dans l'ordre amont/aval chenal lentique chenal lotique
DEPOT SUR LE FOND : ponctuel	si plusieurs, dans l'ordre des faciès VITESSE DU COURANT sur la station : 25-75 5-25 <5	GRANULOMETRIE DOMINANTE sur la station : tailles et définitions extraites du portail http://www.sandre.eaufrance.fr/attribut-sandre/code-du-substrat si plusieurs, dans l'ordre d'importance décroissante Dalles Gravier Sable

OPERATION DE PRELEVEMENT		
MATERIEL DE PRELEVEMENT : brosse à dents	DOUBLE PRELEVEMENT : oui	FIXATEUR : éthanol

DESCRIPTION AU NIVEAU DU PRELEVEMENT			
OMBRAGE : semi-ouvert	DISTANCE A LA BERGE (m) : 2	PROFONDEUR DE L'EAU (cm) : 40 / 40	VITESSE DU COURANT au niveau du prélèvement : 5 / 5-25
(Si substrat artificiel, profondeur surface/substrat)			
SUBSTRAT DE PRELEVEMENT : <small>tailles et définitions extraites du portail http://www.sandre.eaufrance.fr/attribut-sandre/code-du-substrat</small>	cailloux	nombre : 4	nombre : 5

PHYSICO-CHEMIE <i>in situ</i> (prélèvement naturel ou pose substrats artificiels)					
Température (°C)	pH	Oxygène (mg/L)	Oxygène (%)	Conductivité (µS/cm)	Turbidité (NTU)
25,2	6,42	7,75	94	23	3,5

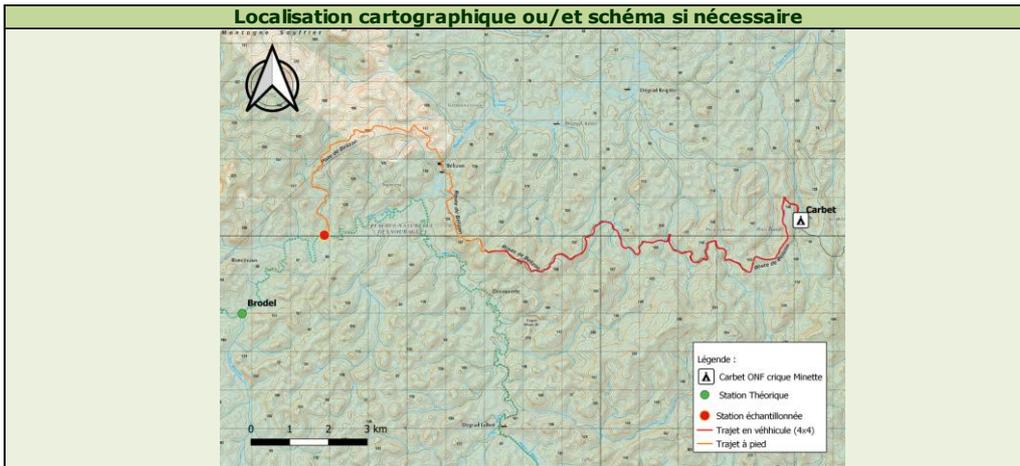


FICHE STATION DIATOMÉES (page 2/2)



OBSERVATIONS A LA RELEVÉ DES SUBSTRATS ARTIFICIELS	
DATE :	
HEURE :	
PRELEVEUR :	
SAISON :	
COMMENTAIRES et OBSERVATIONS :	

PHYSICO-CHIMIE <i>in situ</i> (à la relève des substrats artificiels)					
Température (°C)	pH	Oxygène (mg/L)	Oxygène (%)	Conductivité (µS/cm)	Turbidité (NTU)



PHOTOGRAPHIES

Amont

Aval

Prélèvement

Autre



FICHE STATION DIATOMÉES (page 1/2)



RENSEIGNEMENTS STATION		
REFERENCE ETUDE : Noé Nourague	RESEAU :	PRESSION ANTHROPIQUES POTENTIELLES CONNUES Orpaillage illégal Orpaillage légal Pont en amont
BASSIN VERSANT : Comté	CODE SANDRE :	
COURS D'EAU : Mazin	CODE INTERNE : BLA	
STATION : Blanc	COORDONNEES THEORIQUES (RGFG95 fuseau Nord UMT22) X = Y =	
TYPLOGIE : PME		
CODE MASSE D'EAU :		

RENSEIGNEMENTS GENERAUX			
COORDONNEES TERRAIN (RGFG95 UMT Nord fuseau 22) X = 317449 Y = 465169	DATE pose substrat :	PRESSION ANTHROPIQUES OBSERVEES SUR SITE Navigation Orpaillage Illégal	
	DATE prélèvement :		18/02/2020
	HEURE :		15h00
	PRELEVEUR :		MR
	SAISON :		pluie
COMMENTAIRES et OBSERVATIONS : #REF!			

Les mesures de distance, de profondeur et de vitesse des courants sont des estimations du préleveur

DESCRIPTION GENERALE STATION		
REGIME HYDRAULIQUE : basses eaux	LARGEUR (m) : 15	VEGETATION AQUATIQUE : absence
TRACE DU LIT : sinueux	MARNAGE : non	si oui, amplitude estimée (m) :
ASPECT DE L'EAU : trouble	POLLUTION APPARENTE : absence	FACIES D'ECOULEMENTS (classification de Malavoi) : si plusieurs, dans l'ordre amont/aval Mouille de concavité #REF!
DEPOT SUR LE FOND : colmatage général	si plusieurs, dans l'ordre des faciès VITESSE DU COURANT sur la station : <5 5-25	

OPERATION DE PRELEVEMENT		
MATERIEL DE PRELEVEMENT : brosse à dents	DOUBLE PRELEVEMENT : oui	FIXATEUR : éthanol

DESCRIPTION AU NIVEAU DU PRELEVEMENT			
OMBRAGE : semi-ouvert	DISTANCE A LA BERGE (m) : 2	PROFONDEUR DE L'EAU (cm) : 40	VITESSE DU COURANT au niveau du prélèvement : 5-25
(Si substrat artificiel, profondeur surface/substrat)			
SUBSTRAT DE PRELEVEMENT : <small>tailles et définitions extraites du portail http://www.sandre.eaufrance.fr/attribut-sandre/code-du-substrat</small>	cailloux	nombre : 25	nombre : nombre

PHYSICO-CHEMIE <i>in situ</i> (prélèvement naturel ou pose substrats artificiels)					
Température (°C)	pH	Oxygène (mg/L)	Oxygène (%)	Conductivité (µS/cm)	Turbidité (NTU)
25,6	6,73	7,64	93	45	31,6

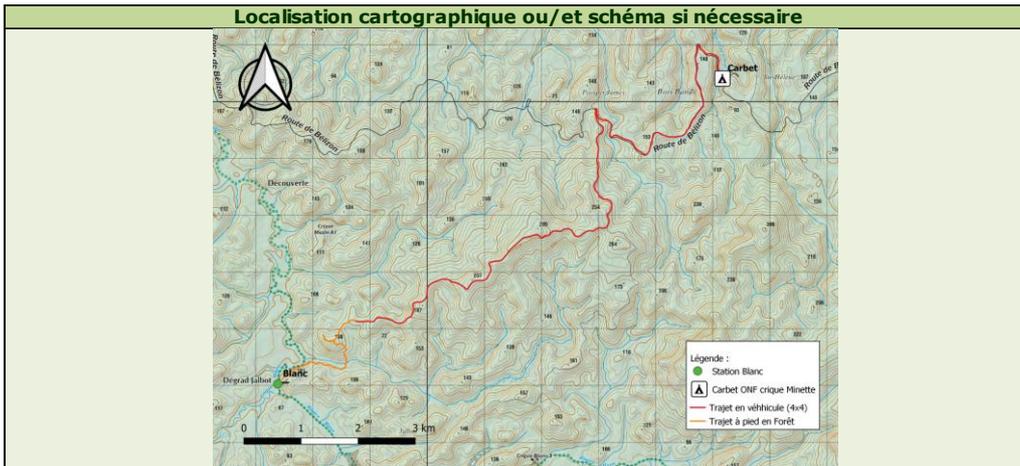


FICHE STATION DIATOMÉES (page 2/2)



OBSERVATIONS A LA RELEVÉ DES SUBSTRATS ARTIFICIELS	
DATE :	
HEURE :	
PRELEVEUR :	
SAISON :	
COMMENTAIRES et OBSERVATIONS :	

PHYSICO-CHIMIE <i>in situ</i> (à la relève des substrats artificiels)					
Température (°C)	pH	Oxygène (mg/L)	Oxygène (%)	Conductivité (µS/cm)	Turbidité (NTU)



PHOTOGRAPHIES

<p>Amont</p> <p>18. 2. 2020 16:10</p>	<p>Aval</p> <p>18. 2. 2020 16:00</p>
<p>Prélèvement</p> <p>18. 2. 2020 16:20</p>	<p>Autre</p> <p>18. 2. 2020 16:00</p>



FICHE STATION DIATOMÉES (page 1/2)



RENSEIGNEMENTS STATION		
REFERENCE ETUDE : Noé Nourague	RESEAU :	PRESSION ANTHROPIQUES POTENTIELLES CONNUES Orpillage illégal Orpillage légal
BASSIN VERSANT : Comté	CODE SANDRE :	
COURS D'EAU : Mazin	CODE INTERNE : MAZ	
STATION : Mazin	COORDONNEES THEORIQUES (RGFG95 fuseau Nord UMT22) X = Y =	
TYPLOGIE : PME		
CODE MASSE D'EAU :		

RENSEIGNEMENTS GENERAUX		
COORDONNEES TERRAIN (RGFG95 UMT Nord fuseau 22) X = 315246 Y = 462225	DATE pose substrat : DATE prélèvement : 18/02/2020 HEURE : 11h00 PRELEVEUR : MR SAISON : pluie	PRESSION ANTHROPIQUES OBSERVEES SUR SITE Navigation Orpillage Illégal
COMMENTAIRES et OBSERVATIONS : Eau totalement turbide --> Forte activité d'orpillage illégal + très gros dépôt sur le fond. Niveau de l'eau bas pour la saison		

Les mesures de distance, de profondeur et de vitesse des courants sont des estimations du préleveur

DESCRIPTION GENERALE STATION		
REGIME HYDRAULIQUE : basses eaux	LARGEUR (m) : 15	VEGETATION AQUATIQUE : absence
TRACE DU LIT : sinueux	MARNAGE : non	si oui, amplitude estimée (m) :
ASPECT DE L'EAU : trouble	POLLUTION APPARENTE : absence	FACIES D'ECOULEMENTS (classification de Malavoi) : si plusieurs, dans l'ordre amont/aval chenal lotique chenal lentique
DEPOT SUR LE FOND : colmatage général	si plusieurs, dans l'ordre des faciès VITESSE DU COURANT sur la station : 25-75 <5	GRANULOMETRIE DOMINANTE sur la station : tailles et définitions extraites du portail http://www.sandre.eaufrance.fr/attribut-sandre/code-du-substrat si plusieurs, dans l'ordre d'importance décroissante non visible

OPERATION DE PRELEVEMENT		
MATERIEL DE PRELEVEMENT : brosse à dents	DOUBLE PRELEVEMENT : oui	FIXATEUR : éthanol

DESCRIPTION AU NIVEAU DU PRELEVEMENT			
OMBRAGE : fermé	DISTANCE A LA BERGE (m) : 2-4	PROFONDEUR DE L'EAU (cm) 20 50	VITESSE DU COURANT au niveau du prélèvement : 25-75 5-25
(Si substrat artificiel, profondeur surface/substrat)			
SUBSTRAT DE PRELEVEMENT : <small>tailles et définitions extraites du portail http://www.sandre.eaufrance.fr/attribut-sandre/code-du-substrat</small>	cailloux	nombre 5	blocs nombre 5

PHYSICO-CHIMIE <i>in situ</i> (prélèvement naturel ou pose substrats artificiels)					
Température (°C)	pH	Oxygène (mg/L)	Oxygène (%)	Conductivité (µS/cm)	Turbidité (NTU)
24,9	6,90	7,87	95	55	235

9.5 ANNEXES 5 : LISTE TAXONOMIQUE DES INVERTEBRES BENTHIQUES PAR STATION ET PAR ECHANTILLON

CLASSE
ORDRE
FAMILLE
GENRE

	Station Blanc												Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
NEMATHELMINTHA		2	1		2	1								6
ENTOGNATHA				1	1									2
COLLEMBOLA				1	1									2
GASTROPODA		4		1	1									6
SORBECONCHA		4		1	1									6
HYDROBIIIDAE		4		1	1									6
INSECTA	15	6	18	8	1	17	17	28	2	4	7	8		131
COLEOPTERA		1	1	1										3
ELMIDAE		1	1	1										3
DIPTERA	15	5	14			15	16	27	2	2	3	7		106
CERATOPOGONIDAE	2		3			4	4	4	1	1		1		16
CHIRONOMIDAE	13	5	11			11	16	23	1	1	3	6		90
EPHEMEROPTERA			1	5	1	2	1			2	4			16
BAETIDAE				4						1	1			6
IND.				2						1				2
CLOEODES				2										2
GUAJIROLUS				1										1
PARACLOEODES											1			1
LEPTOHYPHIDAE				1	1		1				1			4
IND.											1			1
TRICORYTHODES					1		1							2
TRICORYTHOPSIS				1										1
LEPTOPHLEBIIDAE			1			2				1	2			6
IND.			1			1								2
LENTVAARIA											1			1
MIROCULIS										1	1			2
SIMOTHRAULOPSIS						1								1
LEPIDOPTERA				1										1
CRAMBIDAE				1										1
ODONATA			2										1	3
IND.			1											1
GOMPHIDAE			1									1		2
IND.			1											1
APHYLLA												1		1
TRICHOPTERA				1				1						2
HYDROPSYCHIDAE				1										1
HYDROPTILIDAE								1						1
MALACOSTRACA			1											1
DECAPODA			1											1
PALAEEMONIDAE			1											1
Total	15	12	20	10	5	18	17	28	2	4	7	8		146

	Station Brodel												Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
ARACHNIDA							2							2
HYDRACARINA							2							2
BIVALVIA				1										1
VENEROIDA				1										1
SPHAERIIDAE				1										1
GASTROPODA		13					19	1			3			36
SORBECONCHA		13					19	1			3			36
HYDROBIIIDAE		13					19	1			3			36
INSECTA	34	56	22	74	19		107	3	11	98	55	40		519
COLEOPTERA	2	6		9			11		2	11	9	6		56
DYTISCIDAE		1					4					2		7
ELMIDAE	2	5		9			7		2	9	9	4		47
GYRINIDAE										2				2
DIPTERA	8	15	5	44	7		41	2	8	61	33	6		230
CERATOPOGONIDAE		1		2							3			6
CHIRONOMIDAE	2	14	5	42	7		39	2	8	61	30	6		216
SIMULIIDAE	6						2							8
EPHEMEROPTERA	19	26	17	20	12		39	1	1	24	5	24		188
IND.								1						1
BAETIDAE	5	8	17		6		19			8	1	1		65
IND.							7			4	1			12
AMERICABAETIS	5				6									11
APOBAETIS		1												18
CLOEODES		4	15							4		1		19
PARACLOEODES		3												3
SPIRITIOPS			2											2
CAENIDAE		1		1										2
IND.		1												1
CAENIS				1										1
LEPTOHYPHIDAE	1	9		7	4		18			7	3	6		55
IND.		3					8							11
LEPTOHYPHES		1		1	1		2							5
LEPTOHYPHODES							5			7	3	6		21
TRICORYTHODES		1		6										7
TRICORYTHOPSIS	1	4			3		3							11
LEPTOPHLEBIIDAE	13	8		10	2		2		1	7	1	17		61
IND.	2									2				4
FARRODES							2		1	2	1	17		23
MIROCULIS		1		8										9
PARAMAKA	2													2
SIMOTHRALOPSIS	9	6			2					3				20
TERPIDES		1												1
ULMERITOIDES				2										2
POLYMITARCYIDAE				2						2				4
CAMPSURUS				2						2				4
HEMIPTERA							3			1	1	1		6
CORIXIDAE													1	1
NOTONECTIDAE							3			1	1			5
LEPIDOPTERA		1												1
CRAMBIDAE		1												1
ODONATA		3					4				7			14
ZYGOPHTERA							1							1
CORDULIDAE							1							1
LAUROMACROMIA							1							1
LIBELLULIDAE		3					2				7			12
IND.		3					2							5
PLANIPLAX											7			7
PLANIPENNIA		1												1
SISYRIDAE		1												1
CLIMACIA		1												1
TRICHOPTERA	5	4		1			9			1		3		23
HELICOPSYCHIDAE	1						5					3		9
HYDROPSYCHIDAE	2	1												3
HYDROPTILIDAE	2	2					3							7
LEPTOCERIDAE		1		1			1			1				4
MALACOSTRACA							1							1
DECAPODA							1							1
PALAEONIDAE							1							1
OLIGOCHAETA														4
TUBELLARIA										1		4		1
TRICLADIDA										1				1
PLANARIIDAE										1				1
Total	34	69	22	75	19	0	129	4	11	99	62	40		564

	Station Comté												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ARACHNIDA		1	1	2		1							5
HYDRACARINA		1	1	2		1							5
ENTOGNATHA				1		3	2						6
COLLEMBOLA				1		3	2						6
ISOTOMIDAE				1		3	2						6
GASTROPODA		1	8	20	1	2	1			1			34
ARCHITAEENIOGLOSSA		1	8	20	1	2	1			1			34
AMPULLARIIDAE		1	8	20	1	2	1			1			34
INSECTA	12	50	38	162	37	194	193	2		18	31		737
COLEOPTERA		1	5	9	5	7	9			3			39
DYTISCIDAE						1				3			4
ELMIDAE		1	4	9	5		9						34
HYDROPHILIDAE			1										1
DIPTERA	4	40	17	64	5	13	20	1		8	28		200
CERATOPOGONIDAE		9	1	5									15
CHIRONOMIDAE	4	31	16	59	5	12	20	1		8	28		184
EMPIDIDAE						1							1
EPHEMEROPTERA	6	9	12	71	15	160	92	1		6	3		375
BAETIDAE	4	8	7	23	3	15	20				1		81
IND.					3	15	20						38
APOBAETIS	4	8	7	23							1		43
CAENIDAE				1									1
LEPTOHYPHIDAE	1	1	1	30	9	106	69				1		218
IND.				1	20	2	25	5					53
LEPTOHYPHES					7	32	4						43
LEPTOHYPHODES							60						60
TRICORYTHODES	1	1		2		15							19
TRICORYTHOPSIS				8		34					1		43
LEPTOPHLEBIIDAE	1		3	17	3	39	3	1		6	1		74
IND.	1			4		4							9
FARRODES			3	9		17	1						30
LENTVAARIA										4			4
PARAMAKA										1			1
SIMOTHRAULOPSIS				4	3	18	2	1		1	1		30
POLYMITARCYIDAE			1										1
ASTHENOPUS			1										1
HEMIPTERA	2		1										3
NAUCORIDAE			1										1
NOTONECTIDAE	2												2
LEPIDOPTERA			1	5	1	4	20						31
CRAMBIDAE			1	5	1	4	20						31
ODONATA			2	2	2	4	7			1			16
ZYGOPTERA				1		3	5						9
CALOPTERYGIDAE				1									1
DICTERIIDAE										1			1
HELIOCHARIS										1			1
LIBELLULIDAE					2	1	1			1			5
IND.							1			1			2
DIASTATOPS						1							1
DYTHEMIS					1								1
ERYTHEMIS					1								1
TRICHOPTERA			2	11	9	6	45						73
HELICOPSYCHIDAE				1		1							2
HYDROPSYCHIDAE				3		3	9						15
HYDROPTILIDAE			1	2	8		1						12
LEPTOCERIDAE			1	2	1	2	19						25
POLYCENTROPODIDAE				3			16						19
MALACOSTRACA				3									3
DECAPODA				3									3
PALAEONIDAE				3									3
OLIGOCHAETA			2	6						1			9
Total	12	52	49	194	38	200	196	2	0	20	31	0	794

	Station Mazin												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
BIVALVIA	1												1
VENEROIDA	1												1
SPHAERIIDAE	1												1
CLITELLATA			1										1
ACHAETA			1										1
ENTOGNATHA								1				12	13
COLLEMBOLA								1				12	13
GASTROPODA	1	1	14		1			2					19
ARCHITAEENIOGLOSSA	1												1
AMPULLARIIDAE	1												1
HYGROPHILA		1											1
PHYSIDAE		1											1
SORBECONCHA			14		1			2					17
HYDROBIIDAE			14		1			2					17
INSECTA	7	3	8	21			19	3	1		1	1	64
COLEOPTERA			2	5							1		8
ELMIDAE			2	5							1		8
DIPTERA	7	2	2				3	2	1			1	18
CERATOPOGONIDAE		1						1					2
CHIRONOMIDAE	7	1	2				3	1	1			1	16
EPHEMEROPTERA			1	8			2						11
BAETIDAE				6			2						8
CAENIDAE			1	1									2
IND.				1									1
CAENIS			1										1
LEPTOHYPHIDAE				1									1
LEPTOHYPHODES				1									1
HEMIPTERA				1			1						2
VELIIDAE				1			1						2
ODONATA		1		1			1						3
COENAGRIONIDAE							1						1
LIBELLULIDAE		1		1									2
TRICHOPTERA			3	6			12	1					22
HYDROPSYCHIDAE				5			12		1				18
POLYCENTROPODIDAE			3	1									4
NEMATODA											1		1
Total	9	4	23	21	1		19	6	1		2	13	99

9.6 ANNEXES 6 : POISSONS : PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES REALISEES SUR LE TERRAIN DES ESPECES PISCICOLES DECRITES ET REGULIEREMENT PRELEVEES



Bryconops caudomaculatus



Guyanancistrus brevispinis



Harttia guianensis



Hyphessobrycon copelandi



Hyphessobrycon simulatus



Hypostomus gymnorhynchus



Leporinus granti



Moenkhausia aff. Intermedia



Moenkhausia chrysargyrea



Moenkhausia georgiae



Moenkhausia grandisquamis



Moenkhausia oligolepis



Poptella brevispina



Pimelodella cristata



Potamotrygon orbignyi

9.7 ANNEXES 7 : TAUX MERCURIEL DES POISSONS

Station	Genre	Espèce	Taille (mm)	Poids (g)	Régime trophique	[Hg] (mg/Kg poids frais)
COMTE	Moenkhausia	georgiae	79	14,7	Opportuniste	0,213
COMTE	Moenkhausia	georgiae	73	11,3	Opportuniste	0,286
COMTE	Moenkhausia	georgiae	78	16,8	Opportuniste	0,240
COMTE	Moenkhausia	georgiae	71	12,6	Opportuniste	0,160
COMTE	Moenkhausia	georgiae	70	11,7	Opportuniste	0,125
COMTE	Moenkhausia	georgiae	73	14	Opportuniste	0,267
COMTE	Moenkhausia	georgiae	70	10,4	Opportuniste	0,315
COMTE	Moenkhausia	grandisquamis	89	20,8	Opportuniste	0,076
COMTE	Moenkhausia	grandisquamis	91	24,3	Opportuniste	0,097
COMTE	Moenkhausia	grandisquamis	92	22,6	Opportuniste	0,052
COMTE	Moenkhausia	grandisquamis	92	21,6	Opportuniste	0,033
COMTE	Moenkhausia	grandisquamis	104	35	Opportuniste	0,104
COMTE	Moenkhausia	grandisquamis	98	30,4	Opportuniste	0,103
COMTE	Moenkhausia	grandisquamis	92	22,5	Opportuniste	0,068
COMTE	Pimelodella	cristata	98	11,1	Opportuniste	0,110
COMTE	Pimelodella	cristata	72	3	Opportuniste	0,134
COMTE	Pimelodella	cristata	105	8,8	Opportuniste	0,194
COMTE	Guyanancistrus	brevispinis	71	8,2	Herbivore (Périphytophage)	0,054
COMTE	Guyanancistrus	brevispinis	90	15,5	Herbivore (Périphytophage)	0,053
COMTE	Guyanancistrus	brevispinis	95	19	Herbivore (Périphytophage)	0,045
COMTE	Guyanancistrus	brevispinis	75	9	Herbivore (Périphytophage)	0,055
COMTE	Guyanancistrus	brevispinis	72	7	Herbivore (Périphytophage)	0,049
MAZIN	Pimelodella	cristata	103	11,3	Opportuniste	0,149
BLANC	Poptella	brevispina	71	11,8	Opportuniste	0,146
BLANC	Poptella	brevispina	73	11,6	Opportuniste	0,134
BLANC	Poptella	brevispina	60	5,9	Opportuniste	0,023
BLANC	Poptella	brevispina	57	6	Opportuniste	0,022
BLANC	Poptella	brevispina	72	11,7	Opportuniste	0,405
BLANC	Poptella	brevispina	57	5,8	Opportuniste	0,034
BLANC	Poptella	brevispina	54	5,4	Opportuniste	0,035
BLANC	Poptella	brevispina	65	9,5	Opportuniste	0,066
BLANC	Moenkhausia	oligolepis	64	9,7	Opportuniste	0,037
BLANC	Moenkhausia	chrysargyrea	71	12,2	Opportuniste	0,039
BLANC	Moenkhausia	chrysargyrea	70	11,2	Opportuniste	0,060
BLANC	Moenkhausia	chrysargyrea	69	11,5	Opportuniste	0,092
BLANC	Moenkhausia	chrysargyrea	69	10,5	Opportuniste	0,033
BLANC	Moenkhausia	chrysargyrea	74	14,4	Opportuniste	0,055
BLANC	Moenkhausia	chrysargyrea	66	9,9	Opportuniste	0,043
BLANC	Moenkhausia	chrysargyrea	62	7,3	Opportuniste	0,118
BLANC	Moenkhausia	chrysargyrea	61	8	Opportuniste	0,047