

# Vers une standardisation des protocoles de pêche électrique en Nouvelle-Calédonie

Rapport de mission 2022

*Test de mise en œuvre de la méthode  
et études complémentaires*

Avril 2023

*Julien BOUCHARD – Ingénieur Connaissance BFC - Coordinateur*

*Nicolas ROSET – Ingénieur Connaissance AURA*

Avec la contribution technique de

*Thibault VIGNERON – Ingénieur Connaissance Bretagne*



## Auteurs :

**Julien BOUCHARD** (coordinateur), ingénieur connaissance (OFB DR BFC), [julien.bouchard@ofb.gouv.fr](mailto:julien.bouchard@ofb.gouv.fr)

**Nicolas ROSET**, ingénieur connaissance (OFB DR AURA), [nicolas.roset@ofb.gouv.fr](mailto:nicolas.roset@ofb.gouv.fr)

## Autres contributeurs :

**Thibault VIGNERON**, ingénieur connaissance (OFB DR BRETAGNE), [thibault.vigneron@ofb.gouv.fr](mailto:thibault.vigneron@ofb.gouv.fr)

**Adrien Bertaud**, Responsable du pôle environnement (OEIL), [adrien.bertaud@oeil.nc](mailto:adrien.bertaud@oeil.nc)

## Collaboration technique :



## Financé par :



**Droits d'usage :** libre

**Niveau géographique :** outre-mer,

**Couverture géographique :** Nouvelle-Calédonie, Grande Terre (Province Sud et Province Nord)

**Niveau de lecture :** professionnel

## Résumé

Depuis quelques années, l'OEIL, en lien avec plusieurs acteurs publics ou privés de la gestion environnementale locale et du suivi des peuplements de poissons, mène une réflexion globale sur la standardisation des protocoles de pêche électrique. Les effets liés à des prestataires multiples s'ajoutent à une variabilité naturelle et à des impacts anthropiques déjà forts.

Pour nourrir cette réflexion, l'OEIL a sollicité une expertise sur les pratiques actuelles en matière de méthodes de suivi des peuplements de poissons et macro-crustacés, dans le but de rédiger un guide technique de l'échantillonnage à l'électricité adapté aux principaux cours d'eau de NC.

Cette mission d'expertise, confiée à l'OFB, s'est réalisée en deux temps.

En 2018, une première mission a permis de constater certaines différences dans les pratiques entre opérateurs et de mesurer des écarts par rapport aux normes et documents techniques cités en référence. Différentes propositions et préconisations ont été faites pour améliorer la standardisation tout en bénéficiant de l'expérience et des compétences techniques et scientifiques existantes. Des tests réalisés sur le terrain ont permis de proposer une méthode standard adaptée aux spécificités locales, en particulier pour la pêche partielle.

En 2022, une nouvelle mission a été organisée avec pour objectif de finaliser une proposition pérenne de protocole et plus particulièrement de :

- ✓ tester la mise en œuvre de la méthode proposée en 2018 sur un échantillon diversifié de stations, avec un focus particulier sur la pêche par trait et notamment les différents moyens de capture combinés ;
- ✓ comparer les résultats obtenus par plusieurs opérateurs (inter-étalonnage) ;
- ✓ comparer les résultats obtenus par la pêche partielle par trait et la pêche complète ;
- ✓ évaluer l'intérêt de l'utilisation d'appareil de pêche électrique thermique (courant continu) par rapport au matériel sur batterie généralement utilisé (courant pulsé) ;
- ✓ évaluer le potentiel de l'ADN environnemental comme méthode de suivi complémentaire ou alternative à la pêche électrique.

### Mots clés :

Suivis écologiques, peuplement, poissons, cours d'eau, Nouvelle-Calédonie, pêche électrique, ADN, méthode, échantillonnage, courant électrique, matériel de pêche, expertise, standardisation

## Abstract

A global reflexion about electrofishing has been conducted for years by the ŒIL with several public or private stakeholders, concerned by environmental and riverine fish community monitoring in New-Caledonia. Indeed, regular changes of operators, combined with a high natural variability, could alter the efficacy of human impacts monitoring and assessment.

To organize that reflexion, the OEIL ordered a mission of expertise to analyse the present use of electrofishing methodologies and to propose a standardized protocol adapted to New-Caledonian rivers. That mission and expertise have been conducted in two stages.

In 2018, a first stage aimed to study the differences between field practices of operators and to evaluate the deviation with referenced methodological standards. Different proposals et recommendations have also been done to improve the standardization while recognizing and capitalizing the experience and skills of local scientific teams. Some field tests have been carried out to propose a standardise the protocol of electric fishing, inspired from existing standards in Europe and French metropole, but adapted to NC rivers and fish community specificities and local monitoring objectives, particularly for partial sampling method.

In 2022, a new mission has been organised to globally validate the protocol previously proposed and more particularly to:

- ✓ practically test the protocol proposed in 2018 on a diversified sample of rivers and sampling sites and analyse the results, paying a particular attention to partial sampling and the different capture modes combined ;
- ✓ compare the results obtained from different operators (intercalibration);
- ✓ compare the results obtained from partial NC its » sampling and complete sampling;
- ✓ evaluate the potential gain in using thermal devices of electric fishing, comparing to battery devices generally used in monitoring programs;
- ✓ test the potential gain of using eDNA methods as an alternative or complementary method to electric fishing.

**Key-words:**

Ecological monitoring, fish community, assemblages, rivers, streams, New-Caledonia, electrofishing, sampling, method, protocol, electric device, eDNA, expertise, standardization

# Table des matières

<b>1. Introduction</b> .....	<b>14</b>
<b>2. Les tests réalisés</b> .....	<b>16</b>
2.1 Mise en œuvre / validation du protocole de pêche proposé sur un échantillon de stations ....	16
2.1.1 Introduction : objectifs .....	16
2.1.2 Stations échantillonnées .....	16
2.1.3 Rappel des protocoles de pêche .....	20
2.1.4 Résultats .....	20
2.2 Comparaison inter-opérateurs .....	28
2.2.1 Introduction : objectifs .....	28
2.2.2 Stations échantillonnées .....	29
2.2.3 Protocoles de pêche .....	31
2.2.4 Résultats .....	35
2.2.5 Conclusions sur la comparaison inter-opérateurs .....	70
2.3 Comparaison pêche partielle vs pêche complète .....	72
2.3.1 Introduction : objectifs .....	72
2.3.2 Stations échantillonnées .....	73
2.3.3 Méthodologie .....	74
2.3.4 Résultats .....	75
2.3.5 Conclusion .....	81
2.4 Comparaison des matériels de pêche / types de courant : EFKO-1500 (courant continu) vs. Martin Pêcheur (courant pulsé) .....	83
2.4.1 Introduction.....	83
2.4.2 Matériel et méthode .....	84
2.4.3 Résultats .....	89
2.5 Test de l'utilisation de l'ADN environnemental.....	103
2.5.1 Introduction.....	103
2.5.2 Stations échantillonnées .....	105
2.5.3 Méthodologie .....	105
2.5.4 Résultats .....	109

<b>3. Conclusion .....</b>	<b>143</b>
<b>4. Perspectives .....</b>	<b>145</b>
<b>5. Références bibliographiques .....</b>	<b>147</b>
<b>6. ANNEXES.....</b>	<b>151</b>
Annexe 1 : Comparaison inter-opérateurs.....	151
Annexe 2 : Analyse en composante principale normée sur les données d'abondance par taxon, par station et par appareil de pêche électrique .....	154
Annexe 3 : Résultats bruts des analyses d'ADNe (SPYGEN) .....	155
CNB40.....	155
Farino.....	155
Lembi.....	156
Néhoué.....	156
Tibarama.....	157
Annexe 4 : Liste des espèces de poissons présentes dans la base de références ADNe de Nouvelle-Calédonie (Grondin <i>et al.</i> 2019) .....	159

## Liste des figures

Figure 1 Localisations des stations à l'échelle de la Grande Terre

Figure 2 Répartition des stations au sein des HER de Nouvelle-Calédonie

Figure 3 Proportion d'actions de pêche avec capture (en bleu) ou sans (en orange) par type d'épuisette

Figure 4 Epuisette volante : taux de capture en fonction de la vitesse d'écoulement et de la profondeur sur l'ensemble des traits

Figure 5 Grandes épuisettes : taux de capture en fonction de la vitesse d'écoulement et de la profondeur sur l'ensemble des traits

Figure 6 Stopnet : taux de capture en fonction de la vitesse d'écoulement et de la profondeur sur l'ensemble des traits

Figure 7 Carte de localisation des stations d'étude : Creek Baie Nord 30 et 70, Trou bleu 50 et Truu 70

Figure 8 Répartition des stations entre les différentes équipes de pêche

Figure 9 Proportions relatives des classes de vitesses sur les stations pour les différents opérateurs

Figure 10 Proportions relatives des classes de profondeur sur les stations pour les différents opérateurs (RQ aucun échantillon n'a été réalisé dans la classe 5)

Figure 11 Proportions relatives des différents substrats sur les stations pour les différents opérateurs

Figure 12 Comparaison des couples vitesses / profondeurs sur la station CBN70

Figure 13 Comparaison des couples vitesses / profondeurs sur la station CBN30

Figure 14 Comparaison des couples vitesses / profondeurs sur la station CBN30

Figure 15 Comparaison de la position des traits entre opérateurs (en bleu l'OFB, en orange les prestataires BIOEKO (CBN70) et ERBIO (CBN30 et TRU70))

Figure 16 Proportions relatives des effectifs des différentes espèces capturées sur la station CBN70

Figure 17 Proportions relatives des effectifs des différentes espèces capturées sur la station CBN30

Figure 18 Proportions relatives des effectifs des différentes espèces capturées sur la station TRU70

Figure 19 Abondances numériques et pondérales (CPUE) par opérateur sur la station CBN70

Figure 20 Densités sur la station CBN30 par les deux opérateurs

Figure 21 Abondances numériques sur la station TRU70 par les deux opérateurs

Figure 22 Carte de localisation des deux stations d'étude

Figure 23 : Schéma de principe de la mise en œuvre des protocoles de pêche complète et partielle sur la même station

Figure 24 Proportions relatives de chaque espèce pour la pêche complète et la PPT-NC sur la station CBN40

Figure 25 Proportions relatives de chaque espèce pour la pêche complète et la PPT-NC sur la station CBN40

Figure 26 Proportions relatives de chaque espèce de poissons dans les échantillons en pêche complète et en PPT-NC (uniquement sur les traits qui recouvrent les deux protocoles) sur la station de la Lembi

Figure 27 Stations échantillonnées pour la comparaison des appareils

Figure 28 Principe du protocole de comparaison des matériels de pêche électrique

Figure 29 Effectifs par espèce et par appareil - AffINéhoué

Figure 30 Effectifs par espèce et par appareil - AffINepia

Figure 31 Effectifs par espèce et par appareil - Tibarama

Figure 32 Effectifs par espèce et par appareil - Farino

Figure 33 Effectifs par espèce et par appareil - Nepia

Figure 34 Effectifs par espèce et par appareil - Néhoué

Figure 35 Boîtes à moustache des richesses spécifiques et effectifs en fonction du matériel de pêche électrique

Figure 36 Boxplot des différences de volumes filtrés selon l'appareil de filtration

Figure 37 Comparaison des proportions par taxon pour l'ADNe - Farino

Figure 38 Comparaison des proportions par taxon pour l'ADNe - Néhoué

Figure 39 Comparaison des proportions par taxon pour l'ADNe - Lembi

Figure 40 Comparaison des proportions par taxon pour l'ADNe - Nepia

Figure 41 Comparaison des proportions par taxon pour l'ADNe - Népoui

Figure 42 Comparaison des proportions par taxon pour l'ADNe - Tibarama

Figure 43 Comparaison des proportions par taxon pour l'ADNe – CBN40

Figure 44 Richesse taxonomique moyenne selon les méthodes et les types de données

Figure 45 Richesse taxonomique par station selon la méthode : ADNe ( vs pêche électrique 2022 )



## Liste des tableaux

*Tableau 1 Synthèse des espèces capturées et de leurs occurrences*

*Tableau 2 Caractéristiques générales des stations échantillonnées : valeurs des moyennes interannuelles sur les campagnes de pêches 2007-2016*

*Tableau 3 Caractéristiques principales des opérations de pêche mises en œuvre*

*Tableau 4 Date d'échantillonnage par intervenants pour les différentes stations d'études*

*Tableau 5 Liste des taxons capturés par Bioeko et l'OFB sur la station CBN70 en 2022*

*Tableau 6 Richesse spécifique capturée sur la station CBN70 sur l'ensemble des chroniques de données disponibles*

*Tableau 7 Richesse spécifique obtenue par ERBIO et l'OFB sur la station CBN30*

*Tableau 8 Richesse spécifique capturée sur la station CBN30 sur l'ensemble des chroniques de données disponibles*

*Tableau 9 Richesse spécifique capturée par ERBIO et l'OFB sur la station TRU70*

*Tableau 10 Richesse spécifique capturée sur la station CBN30 sur l'ensemble des chroniques de données disponibles*

*Tableau 11 Caractéristiques générales des deux stations d'étude*

*Tableau 12 Synthèse des données d'échantillonnage*

*Tableau 13 Présence/absence et effectifs bruts par espèce et par protocole sur la CBN40*

*Tableau 14 Effectifs bruts par espèce et par protocole sur la Lembi*

*Tableau 15 Principales caractéristiques des stations retenues pour comparer les matériels de pêche électrique/type de courant*

*Tableau 17 Richesses et effectifs spécifiques par appareil - AffINéhoué*

*Tableau 18 Richesses et effectifs spécifique par appareil - AffINepia*

*Tableau 19 Richesses et effectifs spécifiques par appareil - Tibarama*

*Tableau 20 Richesses et effectifs spécifique par appareil - Farino*

*Tableau 21 Richesse spécifique et effectifs par appareil - Nepia*

*Tableau 22 Richesses et effectifs spécifiques par appareil - Néhoué*

*Tableau 23 Résultats des analyses de variance non paramétriques (Kruskal-Wallis) sur les différents descripteurs*

*du peuplement*

*Tableau 24 Liste des stations étudiées et conditions de filtration*

*Tableau 25 Classement des différentes espèces selon leur proportion (%) pour les résultats d'ADNe et de pêche électrique - Farino*

*Tableau 26 Classement des différentes espèces selon leur proportion (%) pour les résultats d'ADNe et de pêche électrique - Néhoué*

*Tableau 27 Classement des différentes espèces selon leur proportion (%) pour les résultats d'ADNe et de pêche électrique - Lembi*

*Tableau 28 Classement des différentes espèces selon leur proportion (%) pour les résultats d'ADNe et de pêche électrique - Nepia*

*Tableau 29 Classement des différentes espèces selon leur proportion (%) pour les résultats d'ADNe et de pêche électrique - Népoui*

*Tableau 30 Classement des différentes espèces selon leur proportion (%) pour les résultats d'ADNe et de pêche électrique - Tibarama*

*Tableau 31 Classement des différentes espèces selon leur proportion (%) pour les résultats d'ADNe et de pêche électrique - CBN40*

*Tableau 32 Liste des espèces non détectées par l'ADNe par station*

## Liste des photographies

*Photos 1 Aperçu photographique des différentes stations pêchées durant cette phase de l'expertise*

*Photos 2 Les différentes stations d'étude*

*Photos 3 Station de la Lembi (gauche) et de la CBN40 (droite)*

*Photos 4 : Aperçu des deux appareils*

*Photos 5 : Appareil de filtration « Vampire »*

*Photos 6 Appareil de filtration « Athena »*

*Photos 7 Mise en œuvre du protocole de prélèvement de l'ADNe avec deux dispositifs (« Vampire » et « Athena ») sur différentes stations*

## Remerciements

Nous tenons à adresser nos remerciements chaleureux et sincères à l'ensemble des organisateurs et financeurs de cette mission d'expertise. Qu'ils.elles aient oeuvré dans l'ombre pour gérer de la logistique en métropole ou en Nouvelle-Calédonie, sur le terrain pour gérer des accès des choix de stations, les relations avec les propriétaires, la réalisation des opérations, la relecture de ce rapport... chacun.e d'entre eux.elles a été essentiel à la bonne réussite de cette mission. Entre les reports causés par la situation sanitaire liée à la COVID-19 ou bien ceux liés aux conditions hydroclimatiques de la Niña en Nouvelle-Calédonie, la contribution et la ténacité de chacun a permis la réalisation d'une belle mission qui a abouti à l'acquisition de nouvelles données et connaissances sur les suivis des peuplements de poissons. Merci pour votre investissement.

On ne nous en voudra pas de décerner une mention spéciale à celles et ceux qui ont chaussé les waders et se sont risqué.e.s dans les rivières pour tester les protocoles de pêche électrique aux quatre coins de la Grande Terre, avec une bonne humeur et une application indéfectible.

Un grand merci à vous toutes et tous :

*Mikaela, Catherine, Anne, Marin, Quentin, Léa, Fabien et Adrien*

*Lison*

*Sarah, Paul, Michel, Eugène, Marc-Antoine, Christopher*

*Céline, Hortense, Julie*

*Christine P.*

*Christine F.*

*Nicolas C. et Clémence*

*Yannick, Lucile, Heliott*

*Les gardes nature de la Province Nord*

*Marie-Laure*

*Régis, Marcel*

Et bien sûr un clin d'œil à la mascotte de notre équipe : *Missile*

# Vers une standardisation des protocoles de pêche électrique en Nouvelle-Calédonie

Rapport de mission 2022 – Test de mise en œuvre de la méthode et études complémentaires

## 1. Introduction

En 2018, l'Office français de la biodiversité – OFB - (Agence française pour la biodiversité à l'époque) a mené une expertise sur les pratiques locales d'échantillonnage des poissons et crustacés par la méthode de pêche électrique, au regard des normes françaises et européennes en vigueur, afin de faire des propositions concrètes d'amélioration et de standardisation de l'échantillonnage.

Cette expertise a comporté une phase de terrain sur place en Nouvelle-Calédonie et a donné lieu à la rédaction de deux documents principaux :

- ✓ un rapport de mission, décrivant en détail toutes les phases de l'analyse mise en œuvre ;

Bouchard, J., Roset, N. & T. Vigneron (2018). Vers une standardisation des protocoles de pêche électrique en Nouvelle-Calédonie. Rapport de Mission. AFB – OEIL. 64 p + annexes

- ✓ un guide technique et méthodologique présentant une proposition de protocole d'échantillonnage des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie par pêche à l'électricité. Ce protocole avait pour objectif de standardiser les pratiques en tenant compte des caractéristiques biologiques et mésologiques des cours d'eau néo-calédoniens.

Bouchard J., Roset N. & T. Vigneron (2018). Standardisation du suivi par pêche électrique des peuplements de poissons et crustacés des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie. Guide technique et méthodologique. AFB – OEIL, 44 p + annexes

A l'issue de cette première mission et cette proposition de protocole standardisé, différentes questions assez fondamentales restaient posées. En premier lieu, il était nécessaire de recueillir un retour d'expérience sur la mise en œuvre des protocoles proposées, en particulier la méthode de pêche par trait. Il s'agissait d'une part d'évaluer la bonne compréhension et applicabilité sur le terrain et d'évaluer l'efficacité de la méthode,

notamment l'utilisation combinée de différents moyens de capture. D'autre part il était essentiel de vérifier le gain du guide en termes de standardisation, avec comme premier critère l'évaluation des différences entre opérateurs.

La validation de la pêche partielle par trait passait aussi par une comparaison et une discussion des résultats obtenus par comparaison la pêche complète. De plus, lors de la première mission, un questionnaire important a porté sur le type de courant électrique et le type d'appareil utilisé en NC, au regard des caractéristiques des cours d'eau (conductivités pouvant être faibles) et des peuplements (nombre d'espèces relativement faible, nombreuses petites espèces benthiques...). Enfin l'émergence et la généralisation de l'utilisation de l'ADNe dans de nombreuses études et inventaires de la biodiversité aquatique, pose la question de son utilisation pour les études et suivis des peuplements des cours d'eau de NC.

Ainsi, en 2022, la deuxième mission d'expertise menée par l'OFB avait pour objectifs de répondre aux questions posées sur certains aspects méthodologiques et de valider et/ou ajuster les éléments du guide méthodologique. Les différents points étudiés au cours de cette expertise feront chacun l'objet d'une partie du présent rapport de mission. Il s'agit plus précisément de :

- ✓ tester la mise en œuvre et l'efficacité des protocoles sur différents cours d'eau de Nouvelle-Calédonie, avec un focus sur la pêche par trait et la combinaison de différents moyens de captures ;
- ✓ comparer la mise en œuvre des protocoles par différents opérateurs (inter-étalonnage) ;
- ✓ comparer les résultats obtenus à partir de la pêche par traits à ceux obtenus par une pêche complète ;
- ✓ comparer différents types de courant/matériels de pêche électrique (Martin-Pêcheur vs EFKO-1500 ; courant pulsé vs courant continu) ;
- ✓ tester la méthode d'analyse des peuplements de poissons par l'ADNe.

## 2. Les tests réalisés

### 2.1 Mise en œuvre / validation du protocole de pêche proposé sur un échantillon de stations

#### 2.1.1 Introduction : objectifs

Cette nouvelle phase de l'expertise sur la standardisation des méthodes de pêche électrique en Nouvelle-Calédonie a permis d'échantillonner divers types de cours d'eau de la Grande Terre. Ces échantillonnages avaient un double objectif : alimenter le jeu de données pour des expériences spécifiques (décrites dans la suite de ce rapport) et tester globalement l'applicabilité et l'efficacité des méthodes proposées sur les différentes HER de NC.

#### 2.1.2 Stations échantillonnées



Cours d'eau	Nom Station	Projection: RGNC91-93 Lambert NC	
		x_aval	y_aval
Creek Baie Nord	CBN-70	490900	207761
Creek Baie Nord	CBN-40	491374	207695
Creek Baie Nord	CBN-30	491767	207492
Truu	TRU-70	503460	208511
Trou Bleu	TBL-50	499126	207103
Lembi	LEMBI	464522	219145
Népoui	NEPOUI	295732	322777
Néhoué	NEHOUE	213985	418800
Affluent Néhoué	Aff NEHOUE	215194	417706
Népia	NEPIA	335263	349540
Affluent Népia	Aff NEPIA	334515	349117
Napwé Pöwé	TIBARAMA	335360	361457
La farino	FARINO	376470	282086

Figure 1 Localisations des stations à l'échelle de la Grande Terre et tableau des coordonnées géographiques

Au total, 15 opérations de pêche ont été réalisées, réparties sur 13 stations différentes. Ces stations ont été choisies pour couvrir au mieux les différentes HER de l'île (voir carte suivante), mais également pour répondre à certaines conditions recherchées pour la mise en œuvre des tests prévus. Les critères étudiés concernent principalement la largeur des cours d'eau, la richesse spécifique et l'abondance d'individus attendus.

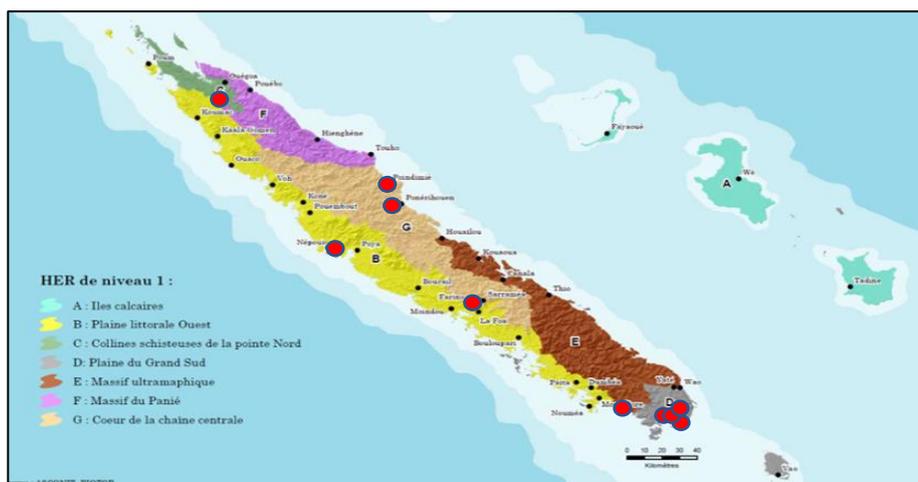


Figure 2 Répartition des stations au sein des HER de Nouvelle-Calédonie

Les stations échantillonnées se répartissent comme suit :

- ✓ Plaine Ouest - B = **4 stations** (2 limitrophes de Pointe Nord-C et 2 limitrophes de Massif Ultramaphique-E) ;
- ✓ Plaine Grand Sud - D = **5 stations** ;
- ✓ Chaîne Centrale -G = **4 stations**.

Les caractéristiques mésologiques et physico-chimiques générales des stations sont les suivantes :

- ✓ Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) : 50 à 350 (moyenne = 158,5).
- ✓ Température ( $^{\circ}\text{C}$ ) : 20,9 à 24,1 (moyenne = 22,6).
- ✓ Largeur (m) : 2,9 à 15,2 (moyenne = 8,4).
- ✓ Profondeur (cm) : 15 à 42 (moyenne = 31).



*Photos 1 Aperçu photographique des différentes stations pêchées durant cette phase de l'expertise (crédit photo OFB)*

### **2.1.3 Rappel des protocoles de pêche**

Les protocoles mis en œuvre lors des échantillonnages de cette phase de l'expertise sont basés sur les deux protocoles de pêche proposés dans le guide technique et méthodologique sur la standardisation des pêches électriques en Nouvelle-Calédonie (Bouchard *et al.*, 2018), à savoir la pêche complète (PC) et la pêche par traits Nouvelle-Calédonie (PPT-NC). Pour les besoins de certains tests spécifiques, des adaptations de ces protocoles ont pu avoir lieu, comme l'utilisation de différents matériels, l'adaptation des longueurs de stations, l'adaptation du choix du protocole pour des largeurs de station en limite d'application, etc.

Des données complémentaires ont également été relevées, principalement en pêche par traits, comme le taux de captures de poissons et de crevettes dans chaque type d'épuisettes mis en œuvre ou bien le type d'habitat de chaque trait (relevé de la hauteur d'eau, de la vitesse de courant et de la classe de taille de la granulométrie du substrat).

En effet, le protocole proposé en 2018, a confirmé et standardisé l'emploi systématique de filets « *stopnet* » et d'épuisettes dites « volantes », n'existant pas en métropole. Cette composition particulière des équipes, qui repose sur l'expérience locale adaptée aux spécificités des espèces et des cours d'eau de NC, n'avait pas été testée jusqu'alors. Le « *stopnet* » permet notamment dans les faciès courants d'améliorer la capture de crevettes et d'anguilles qui peuvent réagir avec effet retard et/ou échapper au premier rideau d'épuisettes. L'épuisette volante permet d'améliorer la capture des petites espèces benthiques qui réagissent particulièrement à la stimulation électrique sans vraiment de phase de nage forcée et se glissent rapidement entre les pierres et les blocs.

### **2.1.4 Résultats**

#### Synthèse générale des captures

Une des conclusions générales de la phase 1 de l'expertise de 2018, était la faible densité assez générale des peuplements de poissons en Nouvelle-Calédonie, d'où l'adaptation de la pêche par points en pêche par traits. Pour cette phase 2022, il était ainsi essentiel de trouver les stations de pêche avec le maximum de poissons, à la fois en espèces et en densités, pour avoir « des données à comparer ».

La sélection de ces stations, effectuée localement par l'OEIL avec un appui très fort de Nicolas Charpin (bureau d'étude ELEOTRIS), a été particulièrement efficace et pertinent et a permis au final la réalisation de 2 semaines de pêches électriques, avec la réalisation de 15 opérations (8 PPT-NC et 7 complètes) dont 505 traits au total pêchés en PPT-NC. Ces opérations ont permis la capture de :

- ✓ 1795 poissons pêchés, pour une biomasse de 49 kg ;
- ✓ plus de 2700 crevettes et crabes pour une biomasse de 3.5 kg.

Tous les résultats des pêches ont été bancarisés dans la base de données HYDROBIO administrée par l'CEIL (<https://hydrobio.mvy.nc/frmLogin.aspx>). La saisie, validation, mise à disposition... des données biologiques et environnementales associées dans une telle base de données fait partie intégrante du processus de standardisation.

Le

Tableau 1 page suivante présente l'ensemble des espèces capturées par station lors de cette mission.

Tableau 1 Synthèse des espèces capturées et de leurs occurrences - En bleu les poissons ; en vert les crabes et crevettes. Les cases blanches indiquent l'absence de capture de l'espèce sur la station. Les cases orange signalent les taxons pour lesquels le niveau d'identification à l'espèce n'a pas pu être réalisé (sp.) (données extraites de la base de données HYDROBIO administrée par l'CEIL: <https://hydrobio.mvy.nc/frmLogin.aspx>)

CODE_SP	NOM	TRU 70	NEPIA	CBN 40	CBN 70	LEMBI	NEPOUI	TIBRAMA	CBN 30	NEHOUE	FARINO	TBL 50	Af_Nepia	Aff_Nehoue	OCCURRENCE	
A MAR	<i>Anguilla marmorata</i>	P													12	92%
E FUS	<i>Eleotris fusca</i>	P													12	92%
K RUP	<i>Kuhlia rupestris</i>	P													12	92%
A GUA	<i>Awaous guamensis</i>	P													10	77%
K MAR	<i>Kuhlia marginata</i>	P													8	62%
S LAGO	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	P													8	62%
A REI	<i>Anguilla reinhardtii</i>	P													7	54%
S FUL	<i>Schismastogobius fuligimentus</i>	P													7	54%
ANG SP	<i>Anguilla sp</i>	P													6	46%
G ILLIMIS	<i>Glossogobius illimis</i>	P													5	38%
S SARA	<i>Sicyopterus sarasini</i>	P													4	31%
A MEG	<i>Anguilla megastoma</i>	P													3	23%
C PLI	<i>Cestraeus plicatilis</i>	P													3	23%
ELE SP	<i>Eleotris sp</i>	P													3	23%
S PEL	<i>Stiphodon pelewensis</i>	P													3	23%
B GYR	<i>Bunaka gyrinoides</i>	P													2	15%
G VIA	<i>Giuris viator</i>	P													2	15%
K MUN	<i>Kuhlia munda</i>	P													2	15%
P RET	<i>Poecilia reticulata</i>	P													2	15%
P ATITI	<i>Protogobius attiti</i>	P													2	15%
R BIK	<i>Redigobius bikolanus</i>	P													2	15%
S YAT	<i>Stenogobius yateiensis</i>	P													2	15%
S RUT	<i>Stiphodon rutilaureus</i>	P													2	15%
A AUS	<i>Anguilla australis</i>	P													1	8%
A OBS	<i>Anguilla obscura</i>	P													1	8%
A OCE	<i>Awaous ocellaris</i>	P													1	8%
C OXY	<i>Cestraeus oxyrynchus</i>	P													1	8%
C CRE	<i>Crenimugil crenilabris</i>	P													1	8%
E ACA	<i>Eleotris acanthopomus</i>	P													1	8%
G FIL	<i>Gerres filamentosus</i>	P													1	8%
G POLY	<i>Gymnothorax polyuranodon</i>	P													1	8%
H CYP	<i>Hypseleotris cyprinoides</i>	P													1	8%
M CRU	<i>Microphis cruentus</i>	P													1	8%
SIC SP	<i>Sicyopterus sp</i>	P													1	8%
STI SP	<i>Stiphodon sp</i>	P													1	8%
STO SP	<i>Stolephorus sp</i>	P													1	8%
X HEL	<i>Xiphophorus hellerii</i>	P													1	8%
M AEM	<i>Macrobrachium aemulum</i>	C													13	100%
M LAR	<i>Macrobrachium lar</i>	C													9	69%
A SPI	<i>Atyopsis spinipes</i>	C													7	54%
CAR SP	<i>Caridina sp</i>	C													7	54%
C TYP	<i>Caridina typus</i>	C													8	62%
M AUS	<i>Macrobrachium australe</i>	C													6	46%
C SERRA	<i>Caridina serratirostris</i>	C													4	31%
M CAL	<i>Macrobrachium caledonicum</i>	C													4	31%
V LIT	<i>Varuna litterata</i>	C													4	31%
A PILIPES	<i>Atyoida pilipes</i>	C													2	15%
MAC SP	<i>Macrobrachium sp</i>	C													2	15%
O PIL	<i>Odiomaris pilosus</i>	C													2	15%
M EQU	<i>Macrobrachium equidens</i>	C													1	8%
PARA SP	<i>Paratia sp</i>	C													1	8%
NB ESPECES POISSON		P	16	13	13	12	12	11	11	10	5	6	4	4	4	32
NB POISSON "sp"		P	3	0	1	2	1	0	2	1	1	1	0	0	0	5
NB ESPECES CREVETTE		C	3	7	6	4	5	6	4	4	6	5	4	5	2	11
NB CREVETTES "sp"		C	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	2	0	0	3
NB TOT ESPECES		PC	19	20	19	16	17	17	15	14	11	11	8	9	6	43
nb tot "sp"		PC	3	1	1	3	2	1	3	1	2	2	2	0	0	8
NB TOT		PC	22	21	20	19	19	18	18	15	13	13	10	9	6	51

Au total, sur l'ensemble des échantillonnages réalisés sur la Grande Terre, 51 espèces ont été capturées, parmi lesquelles :

- ✓ 32 espèces de poissons ;
- ✓ 5 taxons poissons « sp. » ;
- ✓ 11 espèces de crabes et crevettes ;
- ✓ 3 taxons de crevettes « sp. ».

Certaines espèces apparaissent être assez communes et bien représentées sur les cours d'eau de l'île : *Anguilla marmorata*, *Eleotris fusca* et *Kuhlia rupestris* sont présentes dans plus de 90% des pêches réalisées ; *Awaous guamensis*, *Kuhlia marginata* et *Sicyopterus lagocephalus* sont présents dans 62 à 77% des opérations ; *Anguilla reinhardtii* et *Schismatogobius fuligimentus* dans plus de 54%. Pour les crevettes, *Macrobrachium aemulum* est capturée à chaque opération ; *Macrobrachium lar*, *Atyopsis spinipes* et *Caridina typus* dans 54 à 69% des pêches. Les autres espèces, que ce soient des poissons ou des crevettes, sont moins communes et sont capturées « de temps en temps » à « rarement voire « très rarement ».

### Pertinence de la combinaison de moyens de capture : analyses sur les pêches par traits

Dans le guide technique et méthodologique de standardisation des pêches électriques en Nouvelle-Calédonie, des préconisations ont été faites par rapport au matériel, dont certaines, notamment l'emploi de moteur thermique et de courant continu, ont été testées au cours de cette mission et seront exposées plus loin dans le présent rapport. Des préconisations ont également porté sur les équipes de pêche, en termes d'effectifs et de fonctions, notamment en ce qui concerne les opérateurs de différents modes de capture (types d'épuisettes, « stopnet »)

Trois moyens de capture ont ainsi été préconisés :

- ✓ 1 épuisette volante, petite et maniable, au plus proche de l'anode en action, destinée à capturer les petites espèces benthiques qui pourraient rester coincer dans les anfractuosités du substrat ;
- ✓ 2 grandes épuisettes permettant d'attraper les espèces « pélagiques » ou bien les individus emportés dans les veines d'eau ;
- ✓ 1 « stopnet » positionné en arrière-plan (2-3 mètres environ de l'action de pêche) pour capturer les individus dérivants non vues ou attrapés par les autres opérateurs.

A l'occasion de cette campagne de pêches de 2022, nous avons pu évaluer l'efficacité de chaque moyen de capture sur les 505 traits de pêches réalisés, en notant à chaque trait et pour chaque engin, s'il y avait capture ou non de poisson ou de crevette/crabe.

Les graphiques de la Figure 3 ci-dessous présentent la proportion de captures « tous engins confondus » (en haut)

et par type de moyen de capture.

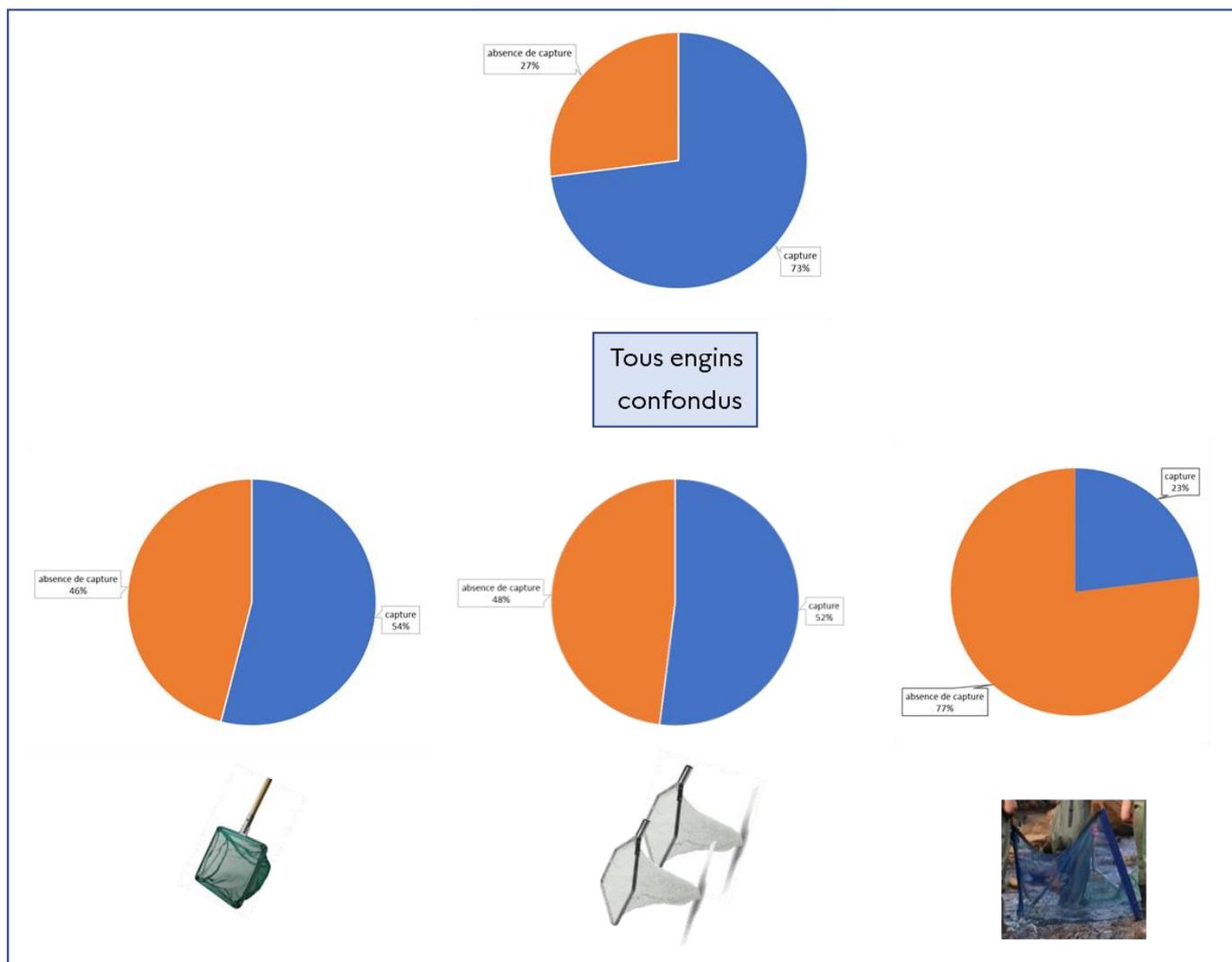


Figure 3 Proportion d'actions de pêche avec capture (en bleu) ou sans (en orange) par type d'épuisette (en bas : à gauche l'épuisette volant, au milieu les 2 grandes épuisettes et à droite le stopnet)

Sur les 505 traits de pêche analysés, **73 %** ont fait l'objet de capture de poissons ou de crevettes quel que soit le moyen de capture. Les épuisettes volantes et les grandes épuisettes enregistrent des captures dans respectivement **54 et 52 %** des traits pêchés. Quant au « stopnet », il permet la capture de poissons ou de crevettes dans **23 %** des traits pêchés, ce qui n'est pas négligeable. De cette première analyse ressort que **l'ensemble des moyens mis en œuvre semblent utiles et complémentaires** puisque tous capturent et apportent des informations significatives sur le peuplement en place. Leur combinaison permet d'atteindre 73% de capture, là où le meilleur atteint seulement 54 %.

Pour aller plus loin dans la caractérisation de leur efficacité respective, on peut, pour chaque engin, mettre en

lien le nombre de captures et les caractéristiques des habitats échantillonnés décrit par la vitesse d'écoulement et la hauteur d'eau relevés sur chacun des traits de pêche.

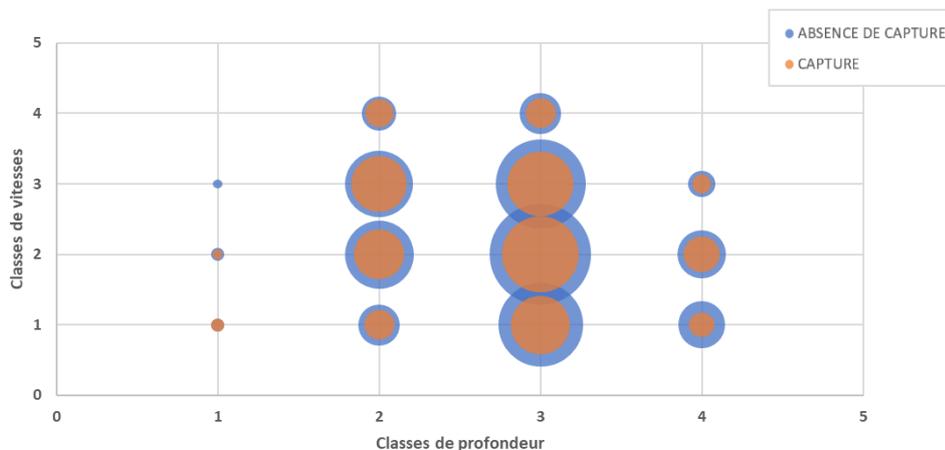


Figure 4 Épuisette volante : taux de capture en fonction de la vitesse d'écoulement et de la profondeur sur l'ensemble des traits

La Figure 4 ci-dessus présente pour l'épuisette volante, la proportion de traits avec captures (ronds oranges) par rapport à l'ensemble des traits pêchés (ronds bleus) en fonction des hauteurs d'eau en abscisses et des vitesses de courant en ordonnées. Parmi les 54 % de traits avec des captures réalisés par l'épuisette volante, on observe que presque tous les habitats font l'objet de capture (sauf le couple prof./vit. 1-3, très anecdotique dans l'échantillon).

L'épuisette volante capture dans tous les habitats échantillonnés car c'est une épuisette très maniable, qui permet d'aller chercher rapidement des poissons qui pourraient être capturés plus difficilement par la suite (petits poissons benthiques coincés entre les pierres), mais elle peut également être utilisée dans les courants, en barrage, en compléments des autres épuisettes. Elle apparaît un peu moins efficace dans les profonds calmes.

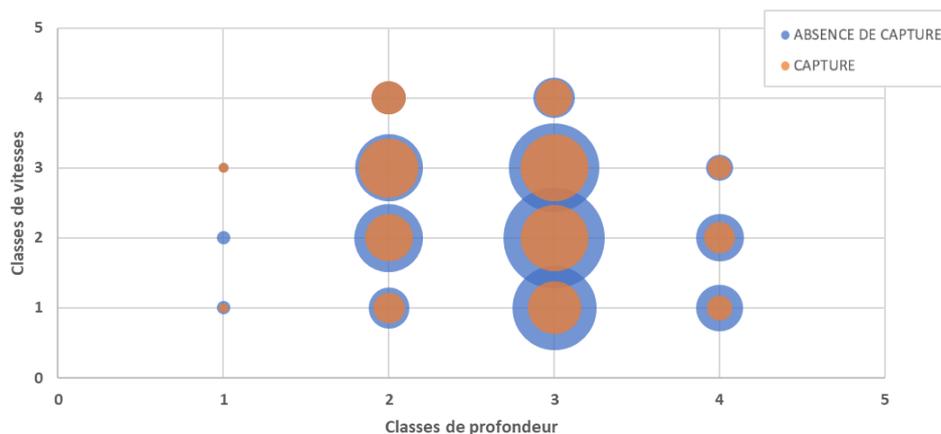


Figure 5 Grandes épousettes : taux de capture en fonction de la vitesse d'écoulement et de la profondeur sur l'ensemble des traits

De la même manière, les grandes épousettes sont assez efficaces avec 52 % des traits échantillonnés avec capture et la plupart des habitats échantillonnés font l'objet de capture. Les habitats où les captures sont les plus faibles pour ce type d'épousette sont les habitats à faibles vitesses d'écoulement (classe 1 et 2). Toutefois, il faut tenir compte du fait que c'est peut-être plus l'épousette volante qui est efficace et agit avant que réellement une efficacité moindre des grandes épousettes.

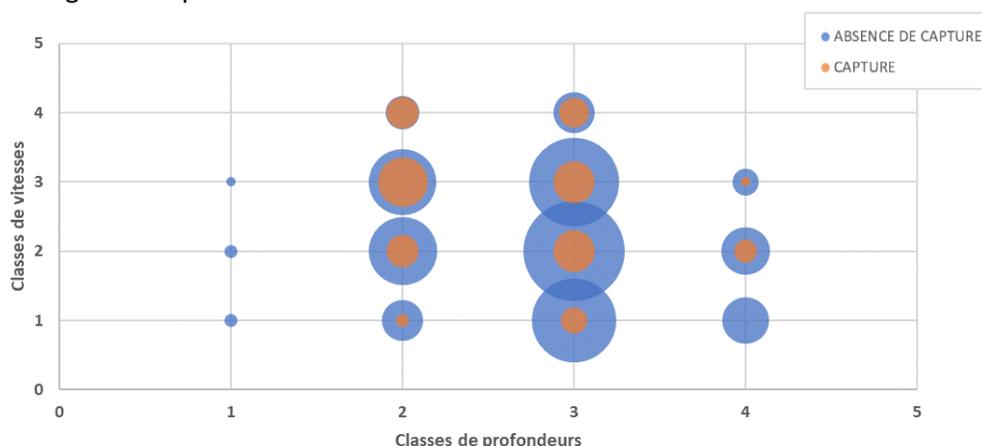


Figure 6 Stopnet : taux de capture en fonction de la vitesse d'écoulement et de la profondeur sur l'ensemble des traits

La Figure 6 ci-dessus, montre que cet engin capture moins que les autres (23 % des traits avec capture), mais qu'il est le plus efficace dans les zones où les vitesses de courant sont le plus fortes (classes 3 et 4). Effectivement dans les habitats à faibles vitesses d'écoulement, les poissons choqués par l'électricité ne dévalent pas et retombent rapidement au fond, sauf s'ils sont capturés par les premières épousettes (volante et grandes). Le stopnet étant

un engin de capture statique par rapport aux autres épuisettes, il permet dans les forts courants de capter plus en aval les poissons qui n'auraient pas été vus et/ou capturés avec les autres épuisettes. Cet appareil de pêche reste donc complémentaire et assez indispensable pour conforter et stabiliser les résultats des pêches.

**En conclusion, on a pu vérifier et valider les préconisations du guide technique et méthodologiques, en ce qui concerne la mise en œuvre de trois types d'épuisettes / volante au plus près de l'anode ; grandes épuisettes en deuxième position et stopnet un peu en aval, pour garantir un échantillonnage efficace et standardisé des peuplements de poissons en Nouvelle-Calédonie.**

## 2.2 Comparaison inter-opérateurs

### 2.2.1 Introduction : objectifs

Un des volets importants du processus de validation du protocole de pêche proposée pour la Nouvelle-Calédonie (Bouchard *et al.*, 2018) concerne l'aspect « standardisation ». C'est pourquoi la mission a intégré des opérations de comparaisons inter-opérateurs destinées à vérifier que l'application du protocole conduit à des résultats similaires et des conclusions équivalentes quant aux caractéristiques des peuplements de poissons, leur évolution et leur lien avec la qualité des milieux.

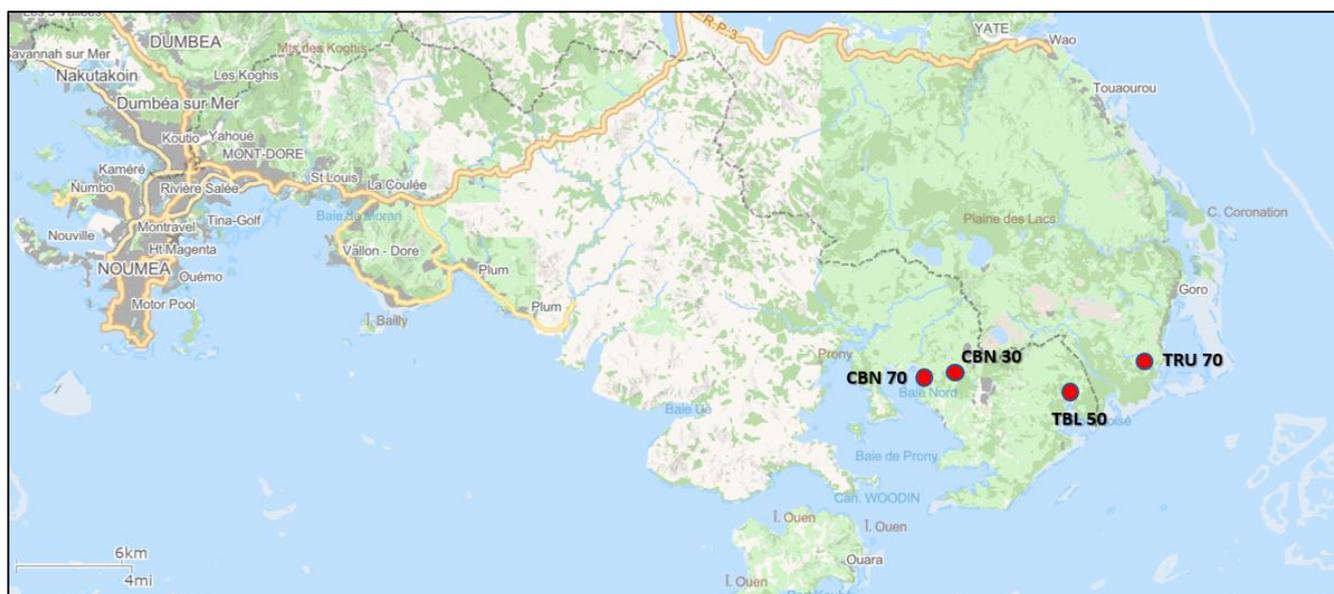
Le principe du test est très simple en théorie : on demande à deux équipes d'opérateurs de réaliser une pêche électrique au même endroit (i.e. dans les mêmes limites de stations) en appliquant la même méthode dans le respect des préconisations. On s'attend alors à obtenir un résultat très similaire offrant une image très similaire du peuplement.

La mise en pratique est un peu plus complexe. En effet, certains aspects sont susceptibles de perturber le test. En premier lieu, la première pêche constitue une certaine perturbation. Il faut donc laisser un certain temps entre deux pêches, pour que le peuplement se remette en place, mais pas trop longtemps pour que les conditions d'échantillonnage ne changent pas (débit, température, marée...) et que le peuplement en place ne change pas, notamment du fait de la migration d'espèces amphihalines fortement représentées dans les cours d'eau de NC. Cette question de délais entre les pêches des différents opérateurs et de conditions hydrologiques, sera particulièrement centrale dans l'analyse des résultats de cette comparaison inter-opérateurs, car les phénomènes météorologiques liés à la *Niña* sont justement venus perturber le design expérimental initial.

## 2.2.2 Stations échantillonnées

Pour cette comparaison inter-opérateurs, **4 stations** ont été retenues. Pour effectuer le choix des lieux à échantillonner différents paramètres ont été considérés :

- ✓ Les caractéristiques mésologiques : pour pouvoir tester la comparaison sur les deux protocoles (pêche par traits Nouvelle-Calédonie et pêche complète) différentes gammes de largeur ont été recherchées. Sachant que le maximum d'attention est porté sur la PPT-NC dans ce volet « standardisation » car c'est ce protocole qui génère le plus de variabilité inter-opérateurs. La longueur de la station était également importante à prendre en compte pour pouvoir mettre en œuvre un protocole de PPT-NC.
- ✓ Les caractéristiques biologiques : en effet, pour pouvoir comparer les résultats des opérateurs avec une certaine fiabilité, il est préférable de travailler sur des peuplements plutôt denses et diversifiés. Comme il a été constaté lors de la première phase de l'expertise, même s'il existe un grand nombre d'espèces différentes, la plupart des suivis des cours d'eau de NC par pêche électrique montre des peuplements relativement pauvres en espèces, en abondances relativement faibles. De plus l'existence de chroniques de suivi sur la station pouvait être un plus.
- ✓ L'éloignement entre stations : compte tenu des temps de trajet sur l'île et pour pouvoir réaliser le maximum d'opérations dans un temps de mission très contraint (avec plusieurs opérations/tests par jour), il a fallu privilégier des stations relativement proches les unes des autres.



Source carte : Georep

Figure 7 Carte de localisation des stations d'étude : Creek Baie Nord 30 et 70, Trou bleu 50 et Truu 70

Les 4 stations choisies pour cette comparaison inter-opérateurs sont toutes situées sur l'HER Grand-Sud (cf. Figure 7 ci-avant) et font partie du suivi réglementaire visant à évaluer le potentiel impact de l'activité minière du secteur.

Tableau 2 Caractéristiques générales des stations échantillonnées : valeurs des moyennes interannuelles sur les campagnes de pêches 2007-2016

Rivière	Station	HER	largeur moyenne (m)	Profondeur moyenne (m)	conductivité ( $\mu\text{S/cm}$ )	RS total	RS moyenne
Creek baie nord	<b>CBN 30</b>	Grand Sud	9.8	0.36	121	20	9
Creek baie nord	<b>CBN 70</b>	Grand Sud	23.6	0.44	113	54	20
Trou bleu	<b>TBL 50</b>	Grand Sud	7.4	0.32	64	10	7
Truu	<b>TRU 70</b>	Grand Sud	6.3	0.41	113	34	14

Deux des 4 stations se trouvent sur le Creek Baie Nord, une des rivières les plus étudiées en Nouvelle-Calédonie en termes de suivi des peuplements piscicoles. Il s'agit des stations CBN70 pour la plus en aval et la CBN30, un peu plus en amont. Les deux autres stations se trouvent sur la Truu (TRU70) et la rivière Trou bleu (TBL 50).



Photos 2 Les différentes stations d'étude (OFB – juin 2023)

**NB** : en raison des conditions hydrologiques particulièrement défavorables en 2022, la station TBL 50 n'a pu être échantillonnée qu'une seule fois par un opérateur et ne fera donc pas l'objet d'une analyse approfondie ici.

### **2.2.3 Protocoles de pêche**

Les protocoles de pêche à mettre en œuvre sont ceux développés pour la Nouvelle-Calédonie et décrits en détails dans le guide technique et méthodologie élaboré en 2018 (Bouchard *et al.*, 2018) à savoir :

- ✓ la **pêche complète** sur la station TBL 50 ;
- ✓ la **pêche par traits Nouvelle-Calédonie** pour les stations CBN70, CBN30, TRU70.

Les protocoles doivent être mis en œuvre selon les préconisations du guide, c'est-à-dire sans adaptation (sauf

situation exceptionnelle justifiée).

Pour cette comparaison inter-opérateurs trois équipes différentes sont intervenues sur le terrain :

- ✓ une équipe mixte OFB (pilote) – OEIL – DAVAR (nommée pour la suite du rapport « OFB ») ;
- ✓ le bureau d'étude Bioeko ;
- ✓ le bureau d'étude ERBIO.



Figure 8 Répartition des stations entre les différentes équipes de pêche

Afin de limiter les biais et d'isoler les facteurs de variabilité testés, à savoir ici la seule mise en œuvre de l'échantillonnage, les biométries ont été réalisées par la même personne pour les deux équipes. C'est-à-dire que le bureau d'études Bioeko a eu en charge les biométries des opérations réalisées sur la CBN70 et la TBL 50 et le bureau d'études ERBIO celles des stations CBN30 et TRU70.

### Mise en œuvre des échantillonnages

Les opérations ont été réalisées avec des équipes constituées conformément aux préconisations du protocole (nombre d'anodes, nombre d'épuisettes de différents types, stopnet, etc.).

		CBN 70	CBN 30	TRU 70	TBL 50
largeur	O FB	15.2	8.99	9	6.5
	Bureau d'études	15.2	10.7	6.7	
longueur pêchée	O FB		400	240	81
	Bureau d'études		400	150	
Protocole	O FB	PPT N C	PPT N C	PPT N C	Com plète
	Bureau d'études	PPT N C	PPT N C	PPT N C	Com plète
Nb de Traits	O FB	55	67	42	
	Bureau d'études	67	59	42	
Surface pêchée (m <sup>2</sup> )	O FB	1540	1876	1176	526.5
	Bureau d'études	1876	1652	1176	

### *Tableau 3 Caractéristiques principales des opérations de pêche mises en œuvre*

Comme le montre le tableau ci-avant, toutes les pêches n'ont pu être réalisées conformément au protocole :

- ✓ L'organisation de la mission n'a pas permis une préparation optimale et notamment un repérage et une description des stations approfondie en préalable aux pêches (repérage/positionnement des stations, mesures de largeurs/profondeurs, bornage...) ;
- ✓ L'échantillonnage de CBN70 par l'équipe OFB ne comporte que 55 traits au lieu des 67 requis en raison d'une panne de matériel (défaut d'étanchéité du matériel de pêche électrique Martin pêcheur). La même opération, réalisée par Bioeko comporte les 67 traits requis.
- ✓ L'échantillonnage de la station TRU70 par l'OFB n'a pu être réalisé qu'avec 42 traits au lieu des 67 requis dans le protocole en raison de l'opposition de passage par un riverain armé. Par souci de comparaison, le bureau d'étude ERBIO a reproduit une opération à 42 traits sur les mêmes limites de station raccourcie.
- ✓ Les conditions hydrologiques et l'accessibilité ont conduit à limiter la longueur de la station TBL50.
- ✓ L'échantillonnage de la CBN30 par le bureau d'études ERBIO ne comporte que 59 traits (sans explication apparente).

### **Période d'échantillonnage**

En ce qui concerne la période d'échantillonnage, il était au départ prévu que les bureaux d'études interviennent sur leurs stations respectives 15 jours avant la mission de terrain OFB. Le délai de 15 jours, choisi arbitrairement était jugé à la fois suffisamment long pour que le peuplement puisse se remettre en place et suffisamment court pour qu'il n'y ait pas de changement fondamental dans la composition des peuplements liés à des migrations ou à des conditions environnementales différentes (température, débit, etc.).

Cependant, en raison du phénomène climatique la Niña persistant en Nouvelle-Calédonie, générant des précipitations particulièrement abondantes, le plan initial n'a pu être maintenu. Les débits n'étaient pas adaptés à la pêche électrique 15 jours avant. L'équipe OFB quant à elle a pu intervenir en juin 2022 dans des conditions relativement bonnes (même si le débit n'était pas stabilisé depuis plusieurs semaines – mais avec la quasi-impossibilité de pouvoir reporter une mission avec une telle logistique), avec toutefois un débit assez important sur la station TBL50.

Les bureaux d'étude n'ont pu intervenir que bien plus tard dans la saison (en septembre et octobre 2022), comme le montre le Tableau 4 ci-dessous.

### *Tableau 4 Date d'échantillonnage par intervenants pour les différentes stations d'études*

Rivière	Station	O FB	BIO EKO	ERBIO
C reek baie nord	<b>CBN 30</b>	29/06/2022		17/09/2022
C reek baie nord	<b>CBN 70</b>	28/06/2022	14/10/2022	
Trou bleu	<b>TBL 50</b>	28/06/2022		
Truu	<b>TRU 70</b>	29/06/2022		17/09/2022

Ces différentes dates peuvent avoir eu une influence sur les résultats.

### **Méthode d'analyse des résultats**

La comparaison entre les opérateurs porte sur différents paramètres qui seront analysés pour, au final, essayer de conclure sur le degré de similarité des résultats. Les paramètres analysés portent à la fois sur des données météorologiques pour prendre en compte leur influence, indépendamment des différences de mise en œuvre, et sur des données biologiques.

Liste des paramètres analysés :

- ✓ types d'habitats pêchés et proportions sur la base des descriptions de traits (pour les PPT-NC) ;
- ✓ répartition entre berges et chenal (proxy d'une cartographie des traits pêchés) ;
- ✓ proportion de traits avec et sans capture ;
- ✓ richesses spécifiques (nombre d'espèces) et composition des peuplements ;
- ✓ comparaison entre richesse spécifique observée et richesse spécifique maximale connue (i.e. cumul des données de toutes les années antérieures avec les « anciens protocoles de pêche ») ;
- ✓ proportions relatives (% de l'effectif total) ;
- ✓ densités (captures par unité d'effort) ;
- ✓ biomasses (captures par unité d'effort).

## 2.2.4 Résultats

### A. Habitats échantillonnés

Les traits pêchés ont tous été décrits au travers des trois composantes principales de l'habitat aquatique, à savoir la vitesse, la profondeur et le substrat. Pour des questions pratiques (temps, matériel) et parce que l'objectif n'est pas une étude fine des relations habitat-poissons, mais uniquement de vérifier qu'il n'y a pas de différence majeure dans les types de faciès échantillonnés, ces paramètres n'ont pas été mesurés mais estimés visuellement.

Paramètre/Classes	1	2	3	4	5
Vitesse ( $cm.s^{-1}$ )	< 10	11 - 40	41 - 80	81 - 150	> 150
Profondeur (cm)	< 5	6 - 20	21 - 70	71 à 150	> 150
Granulométrie substrat	<i>S</i> : sable (< 2-3 mm)	<i>G</i> : gravier (<3cm)	<i>C</i> : Cailloux / Pierre (< 25 cm)	<i>B</i> : Bloc (> 25 cm)	<i>D</i> : Dalle (> 1m)

**NB** : sur ses feuilles de terrain, le bureau d'études ERBIO a noté 3 modalités pour les vitesses de courant à savoir : L, M et R, qui ont été considérées comme Lente, Moyenne et Rapide et ont été retranscrites dans les valeurs communes respectivement en classe 1, 2 et 3. Il sera toutefois possible que des R soient en fait des classes 4, tout comme des M qui pourraient être des classes 3.

Les paramètres ont été analysés en proportion relative un par un entre les opérateurs, puis ont été combinés pour la profondeur et les vitesses de courant ; deux paramètres qui peuvent également influencer sur la capturabilité des poissons et permettre de discuter les résultats biologiques.

## Vitesses de courant

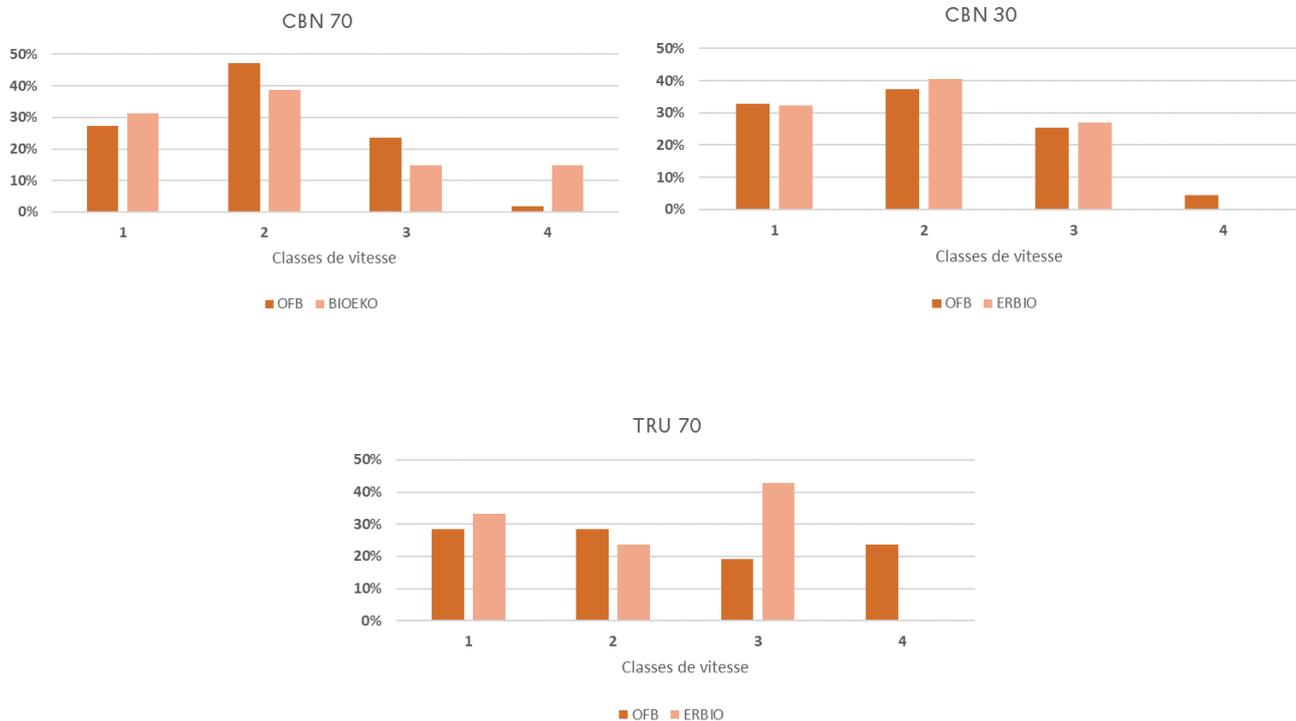


Figure 9 Proportions relatives des classes de vitesses sur les stations pour les différents opérateurs (RQ aucun échantillon n'a été réalisé dans la classe 5)

Les 3 graphiques de la Figure 9 ci-avant présentent les proportions relatives de classes de vitesses qui ont été échantillonnées sur les trois stations étudiées (CBN70, CBN30 et TRU70) par les différents opérateurs (OFB, Bioeko et ERBIO). On peut voir sur ces graphiques que les proportions pour ce paramètre restent assez similaires, notamment sur CBN70 et sur CBN30. On notera une différence minimale sur la classe de vitesse 4 pour CBN70. Cette différence reste marginale et d'autant plus relative que les classes de vitesses ne sont pas mesurées sur le terrain avec un courantomètre mais seulement estimées par l'opérateur.

Sur la TRU70, on note une différence aussi sur les classes de vitesse rapides, en tenant compte du fait qu'il n'y a pas eu de distinction entre les classes 3 et 4 pour le prélèvement réalisé par ERBIO. Il est à rappeler ici que ERBIO a relevé les vitesses selon 3 classes seulement au lieu des 5 demandées dans le protocole mis en place ; ce qui peut expliquer une grande part de la variabilité constatée entre le prélèvement OFB et celui d'ERBIO.

**Au final, les différents opérateurs ont échantillonné des habitats dans des classes de vitesses et des proportions**

similaires.

## Profondeurs

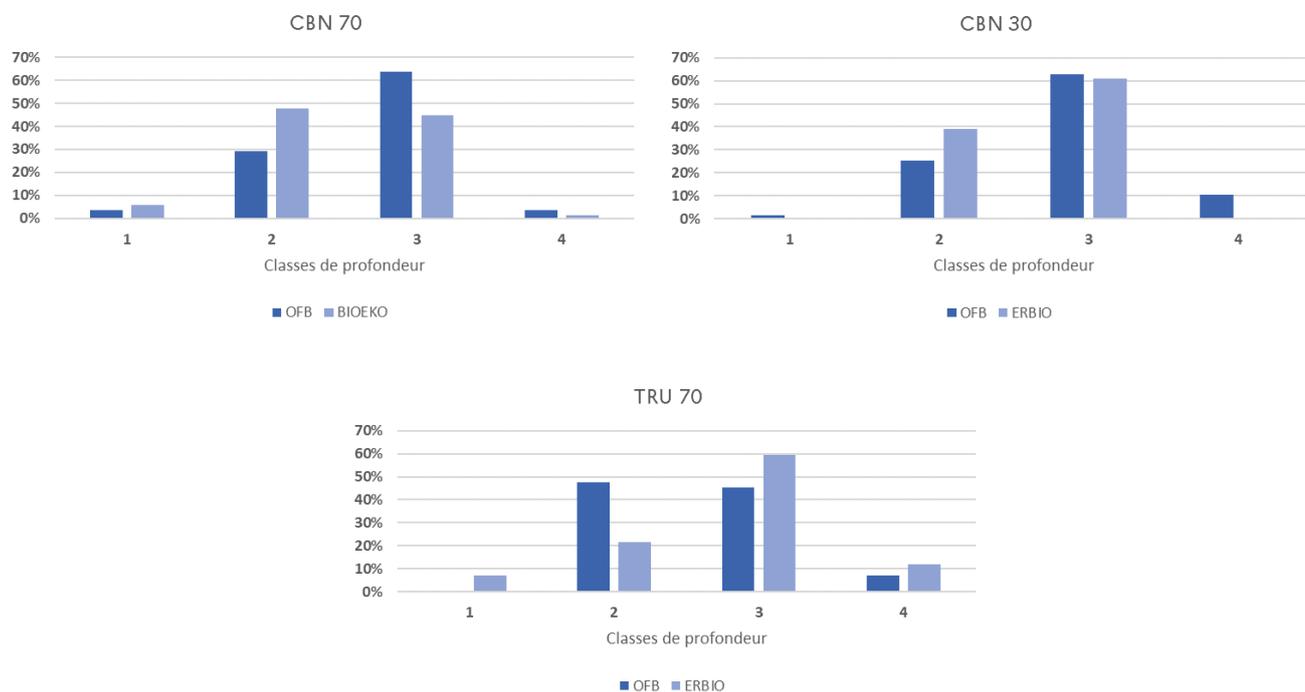


Figure 10 Proportions relatives des classes de profondeur sur les stations pour les différents opérateurs (RQ aucun échantillon n'a été réalisé dans la classe 5)

Les 3 graphiques de la Figure 10Figure 9 ci-avant présentent les proportions relatives de classes de profondeur qui ont été échantillonnées sur les trois stations étudiées (CBN70, CBN30 et TRU70) par les différents opérateurs (l'OFB, Bioeko et ERBIO). On remarque un peu plus de variabilité sur ce paramètre entre les opérateurs que pour les vitesses de courant. Dans les grandes lignes, cela reste cohérent en termes de proportions. À noter là aussi, que même si l'expertise est plus facile que pour la vitesse de courant, le paramètre est évalué sur le terrain et non mesuré. Les trois stations étudiées présentent de très grandes variabilités de profondeur (on est loin d'une rivière assez lente à « fond plat ») et on peut même trouver différentes classes de hauteur au sein du même trait d'échantillonnage. Ce dernier point peut apporter une part d'explication à la variabilité observée. Ici, la plus grande variabilité est observée sur la station TRU70, notamment pour la classe de profondeur 2.

**Au final, les différents opérateurs ont échantillonné des habitats dans des classes de profondeurs et selon des**

## Substrats

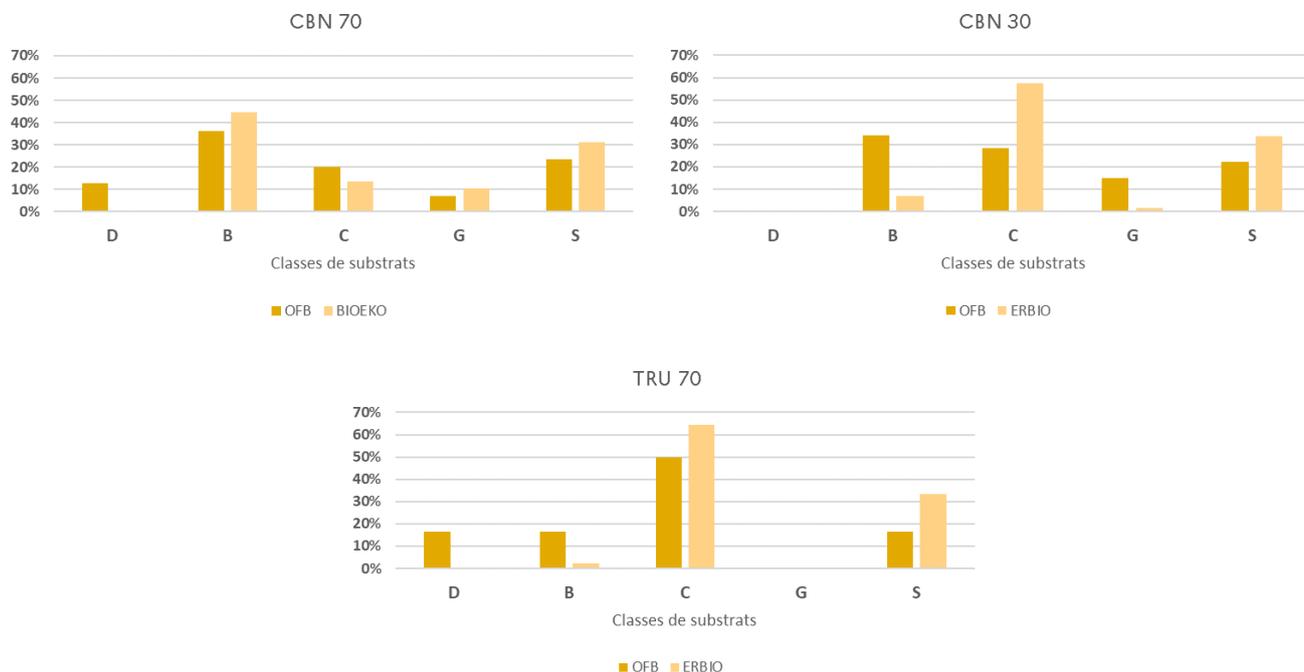


Figure 11 Proportions relatives des différents substrats sur les stations pour les différents opérateurs

Les 3 graphiques de la Figure 11 ci-avant présentent les proportions relatives des classes de taille de substrat qui ont été échantillonnées sur les trois stations étudiées (CBN70, CBN30 et TRU70) par les différents opérateurs (OFB, Bioeko et ERBIO). Le protocole demandait de mesurer les substrats selon 5 classes de taille, mais la variabilité naturelle du terrain faisait que sur certains traits, en raison de leur surface relativement importante, plusieurs classes de taille de substrat étaient clairement présentes et les opérateurs ont noté quelques fois plusieurs classes présentes sur le même trait. Quand deux classes étaient présentes sur un groupe de traits celui-ci a été divisé en part égales entre les différentes classes de taille de substrat. Ce procédé permet de limiter le nombre de classes et d'obtenir ainsi une analyse beaucoup plus lisible. Comme pour les deux paramètres précédents, les tailles de substrat ne sont pas mesurées mais expertisées, soit par le scribe (i.e. superviseur de l'échantillonnage prenant les notes) s'il voit bien, soit par le porteur d'anode au plus proche de l'action de pêche. Les résultats montrent une très forte similarité des tailles de substrats échantillonnés sur la CBN70 entre OFB et Bioeko, avec peut-être une légère différence sur la distinction entre « dalle » (D) et « bloc » (B). On notera un peu plus de différence sur CBN30, notamment entre « bloc » et « cailloux » (C) et aussi sur la TRU70 où l'OFB décrit

une partie des traits en « bloc » et « dalle » alors que ERBIO les décrit principalement en « cailloux ». Cette différence qui peut paraître importante, peut trouver une explication dans la partie haute de la station (moitié amont) qui est constituée de rapides sur dalle et aussi de rapides dans des « goulottes » dont le fond peut être en cailloux. Si l'opérateur décide que la proportion de substrats latéraux est plus importante, il notera « dalle » et sinon il notera « cailloux ».

**Au final, les mêmes classes de taille de substrats ont été échantillonnées par les différents opérateurs sur les différentes stations (par exemple ni OFB, ni ERBIO ne notent de graviers sur TRU70), et dans des proportions très similaires.**

### ***Combinaison profondeurs et vitesses de courant***

Au-delà des profondeurs, vitesses et substrats pris de manière individuelle, c'est bien la combinaison de ces paramètres qui constitue l'habitat des poissons et conditionne, en partie, leur présence et leur répartition sur une station. D'autres paramètres comme la qualité d'eau ou la connectivité de la station au sein du cours d'eau entrent également en jeu, mais ne font pas partie des facteurs analysés dans cette étude de comparaison de mise en œuvre du protocole entre opérateurs. Ces paramètres dépassent le cadre de l'échantillonnage d'une station. Aussi, il convient donc de vérifier que les types d'habitats échantillonnés sont les mêmes. Les substrats étant très similaires au sein des stations étudiées (seulement minéraux et de tailles différentes), la présente analyse porte principalement sur la combinaison des gammes de vitesses et de profondeur des traits échantillonnés.

## CBN70

La Figure 12 ci-dessous représente les combinaisons de vitesses/profondeurs estimées sur les différents traits au sein de l'échantillon réalisé sur la station CBN70 par les deux opérateurs OFB et BIOEKO .

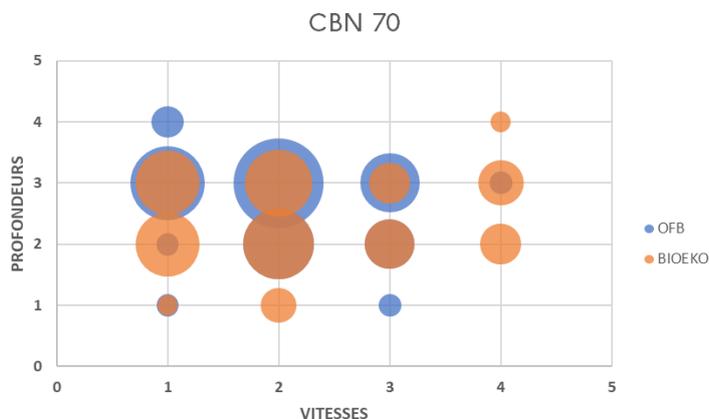


Figure 12 Comparaison des couples vitesses / profondeurs sur la station CBN70. La taille des pastilles représente la proportion de chaque couple au sein de l'échantillonnage (en pourcentage du total de traits échantillonnés) et les couleurs représentent les opérateurs (bleu pour l'OFB, orange clair pour BIOEKO; le orange foncé correspond à la superposition du bleu (OFB) et du orange clair (BIOEKO)

Elle montre un assez bon recouvrement des deux échantillons. En effet pour la grande majorité des principaux couples vitesse/profondeur, on observe une proportion très similaire (parfois égale) entre les deux opérateurs. On note quelques écarts assez marginaux, notamment sur la gamme de vitesse 4 pour Bioeko et plus marginalement sur les classes de profondeurs « extrêmes » 1 et 4 pour les deux opérateurs. Comme rappelé dans le paragraphe précédent, les caractéristiques d'habitat ont été expertisées sur le terrain, ce qui peut expliquer une part de variabilité.

**Globalement, on peut considérer que les deux échantillons sont très concordants en termes d'habitats et qu'ils décrivent de façon cohérente les principales caractéristiques des habitats échantillonnés sur ces opérations sur la CBN70.**

### CBN30

La Figure 13 ci-dessous représente les combinaisons de vitesses/profondeurs estimées sur les différents traits au sein de l'échantillon réalisé sur la station CBN30 par les deux opérateurs OFB et ERBIO.

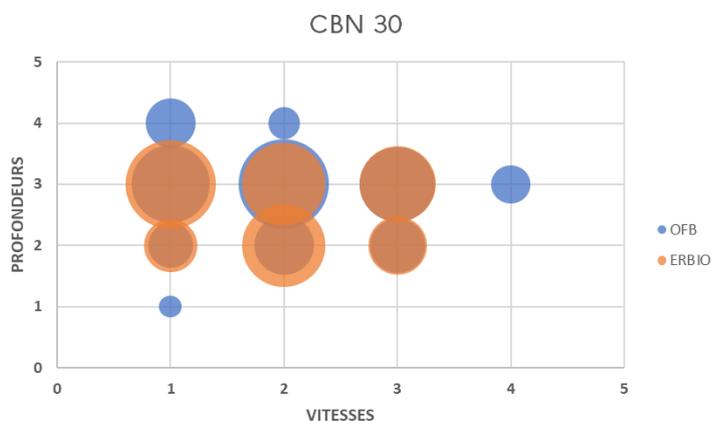


Figure 13 Comparaison des couples vitesses / profondeurs sur la station CBN30. La taille des pastilles représente la proportion de chaque couple au sein de l'échantillonnage (en pourcentage du total de traits échantillonnés) et les couleurs représentent les opérateurs (bleu pour l'OFB, orange clair pour ERBIO ; le orange foncé correspond à la superposition du bleu (OFB) et du orange clair (BIOEKO))

Les habitats échantillonnés sur cette station sont très similaires entre les deux opérateurs. On notera des différences sur les classes extrêmes, notamment profondeur classe 4 et 1 et vitesse classe 4. Cette différence vient notamment du fait que ERBIO n'a évalué ses vitesses d'écoulement qu'en trois classes.

**Globalement, on peut considérer que les deux échantillons sont très concordants en termes d'habitats et qu'ils décrivent de façon cohérente les principales caractéristiques des habitats échantillonnés sur ces opérations sur la CBN30.**

## TRU70

La figure 14 ci-dessous représente les combinaisons de vitesses/profondeurs estimées sur les différents traits au sein de l'échantillon réalisé sur la station TRU70 par les deux opérateurs OFB et ERBIO. Sur cette station, on rappellera d'une part que l'analyse porte sur moins de traits échantillonnés (42, car partie haute de la station non échantillonnée) et que ERBIO a évalué les vitesses d'écoulement en 3 classes au lieu des 5 demandées dans le protocole.



Figure 14 Comparaison des couples vitesses / profondeurs sur la station CBN30. La taille des pastilles représente la proportion de chaque couple au sein de l'échantillonnage (en pourcentage du total de traits échantillonnés) et les couleurs représentent les opérateurs (bleu pour l'OFB, orange clair pour ERBIO ; le orange foncé correspond à la superposition du bleu (OFB) et du orange clair (BIOEKO))

On peut voir sur la figure que les habitats échantillonnés entre les deux opérateurs se recoupent assez bien (sauf sur la classe de vitesse 4, mais qui n'a pas été évaluée de manière indépendante par ERBIO). Sur les classes communes, les proportions d'habitats échantillonnés se recoupent bien.

**Globalement, on peut considérer que les deux échantillons sont très concordants en termes d'habitats et qu'ils décrivent de façon cohérente les principales caractéristiques des habitats échantillonnés sur ces opérations sur la TRU70.**

## ***Proportion de traits en berge et chenal***

Rappel : la pêche par trait consiste à réaliser des traits d'échantillonnage d'environ 3m de long sur 2 m de large séparés par une distance définie par la longueur et la largeur de la station. En pratique, on répète des séquences de 2 traits de berge suivis d'une traversée du chenal moyennant la réalisation d'autant de trait que de bandes de 3 m de large. Par exemple, un cours d'eau de 9 m de large sera échantillonné par une succession de 2 traits de berge, 1 trait de chenal, 2 traits de berge...jusqu'à obtenir 67 traits répartis sur une station de 400m. Pour une largeur de 12m, 2 traits seront réalisés en chenal entre les 2 fois 2 traits en berge... De cette façon, les traits en berge et en chenal sont échantillonnés proportionnellement à leur surface respective sur la station (par exemple 2 fois plus de traits en berge qu'en chenal pour un cours d'eau de 9m de large ; autant de traits en berge et en chenal pour un cours d'eau de 12m de large ; 2 fois plus de traits en chenal qu'en berge pour un cours d'eau de 18m de large...). A noter que ces proportions théoriques peuvent être modifiées lorsque certaines zones ne sont pas prospectables (profondeur/vitesse).

Les résultats entre opérateur sont assez différents (Cf.

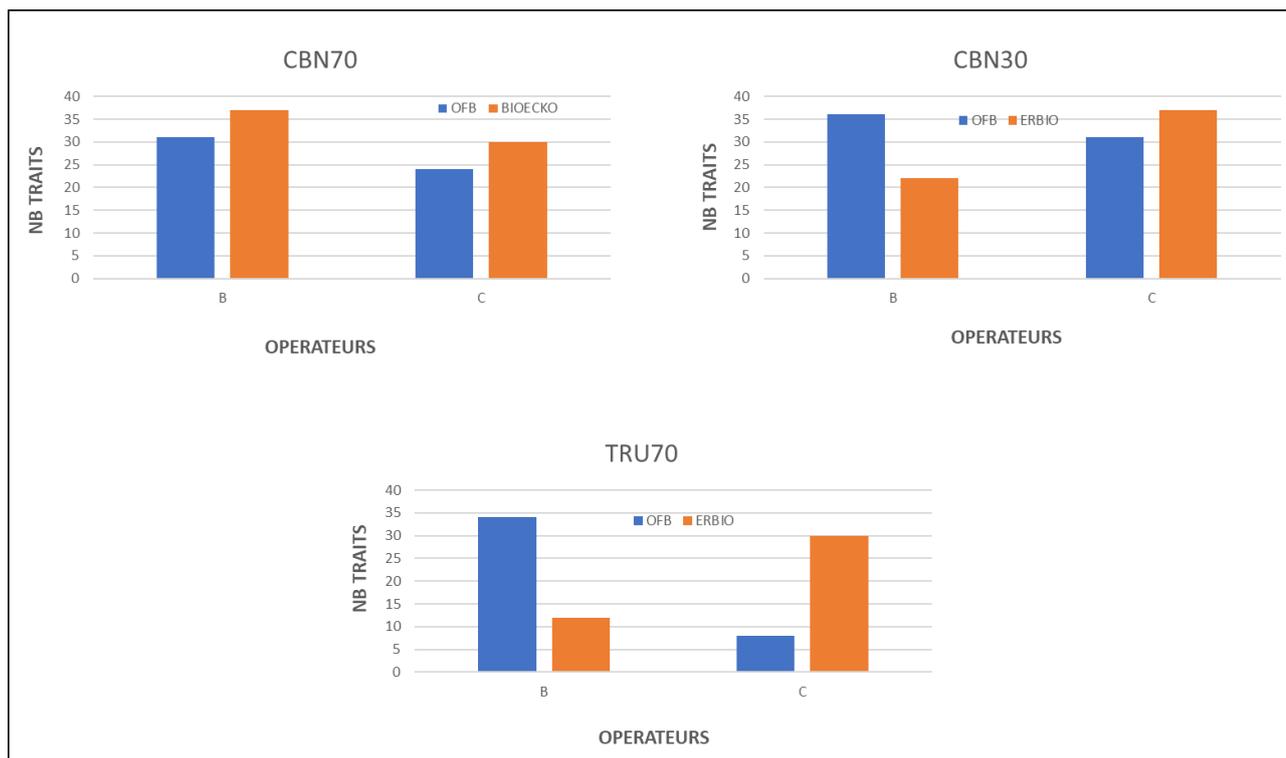


Figure 15) :

- Sur la CBN70 : les résultats sont très similaires avec 31 traits réalisés en berge pour l'OFB (56%) contre 37 pour BIOEKO (55%) et 24 traits dans le chenal pour l'OFB (44%) contre 30 pour BIOEKO (45%).
- Sur la CBN 30 : les résultats sont relativement cohérents mais restent assez différents car 36 traits ont été réalisés en berge (54%) pour l'OFB contre 22 pour ERBIO (37%) ; inversement, 31 traits ont été réalisés en chenal pour l'OFB (46%) contre 37 pour ERBIO (63%). Cette différence s'explique en partie par des largeurs moyenne un peu différentes (8.99 m pour OFB contre 10.7 m pour ERBIO), toutefois, pour cette gamme de largeur, on devrait approcher un certain équilibre entre les deux ensembles de traits.
- Sur la TRU 70 : les résultats sont assez différents car 34 traits ont été réalisés en berge pour l'OFB (81%) contre 12 pour ERBIO (29%) ; inversement, 8 traits ont été réalisés en chenal pour l'OFB (19%) contre 30 pour ERBIO (71%). En théorie au moins, on attendrait plutôt deux fois plus de traits en berge et l'écart entre les deux méthodes mérite un approfondissement (limite des stations...).



Figure 15 Comparaison de la position des traits entre opérateurs (en bleu l'OFB, en orange les prestataires BIOECKO (CBN70) et ERBIO (CBN30 et TRU70))

**Le plan d'échantillonnage et la disposition des traits, et/ou la façon de déterminer la position (berge vs chenal) sont assez variables entre équipes-stations ; avec des écarts entre opérateurs parfois importants (inversion de la représentation berge/chenal). Les modalités d'application du guide sont probablement à recaler avec les prestataires sur différentes stations. A voir si la définition et la description des différentes modalités sont assez claires dans le guide.**

En conclusion, les habitats échantillonnés par les différents opérateurs sur les 3 stations étudiées, montrent quelques différences mais cela paraît rentrer dans une variabilité acceptable.

Par contre la répartition des traits, ou du moins la façon de décrire leur position (berge/chenal), mérite visiblement une mise au point, un accompagnement et par la suite des vérifications (inter-étalonnage) pour s'assurer d'une bonne application du protocole, d'une bonne représentativité de l'échantillon des traits et d'une bonne comparabilité des résultats quel que soit l'opérateur.

La définition des différentes zones et surtout la façon d'adapter la répartition des traits lorsque des zones non pêchables sont rencontrées dans le cheminement, méritent probablement certaines clarifications dans le guide technique.

## B. Résultats biologiques

### **Richesse spécifique et composition des peuplements**

#### **CBN70**

En premier lieu on considère la présence/absence des différentes espèces de poissons dans les échantillons obtenus par les différents opérateurs sur chaque station au cours de cette mission. Comme ces stations font également partie de suivis réglementaires sur l'impact du complexe industriel et minier de Prony Ressources, elles sont pêchées depuis plusieurs années et il sera également intéressant d'étudier les richesses spécifiques et compositions des peuplements des années antérieures.

Tableau 5 Liste des taxons capturés par Bioeko et l'OFB sur la station CBN70 en 2022 (case noire = présence ; case blanche = absence ; cases orange = espèces communes aux deux échantillons/opérateurs ; cases vertes : les bilans globaux RQ les données sur les crevettes n'ayant pas été communiquées par Bioeko, seuls les résultats sur les poissons sont considérés sur cette station)

		BIOECKO	OFB
A GUA	<i>Awaous guamensis</i>		
A MAR	<i>Anguilla marmorata</i>		
ANG SP	<i>Anguilla sp</i>		
C PLI	<i>Cestraeus plicatilis</i>		
ELE SP	<i>Eleotris sp</i>		
K MAR	<i>Kuhlia marginata</i>		
K RUP	<i>Kuhlia rupestris</i>		
S FUL	<i>Schismastogobius fuligimentus</i>		
S LAGO	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>		
G ILLIMIS	<i>Glossogobius illimis</i>		
M MIC	<i>Moringua microchir</i>		
C CRE	<i>Crenimugil crenilabris</i>		
E FUS	<i>Eleotris fusca</i>		
K MUN	<i>Kuhlia munda</i>		
R BIK	<i>Redigobius bikolanus</i>		
S SARA	<i>Sicyopterus sarasini</i>		
<i>Nb espèces</i>		11	14
<i>Nb espèces de poisson</i>		11	14
<i>Nb espèces total</i>		16	
<i>Nb espèces communes</i>		9	
<i>Nb espèces poisson communes</i>		9	

Le Tableau 5 ci-dessus présente les différentes espèces capturées sur la station CBN70 par l'OFB (le 28/06/2022) et par le bureau d'étude Bioeko (22/10/2022) lors de leurs opérations d'échantillonnage. Considérant les difficultés rencontrées sur le terrain en lien avec les mauvaises conditions météorologiques, Bioeko n'a été mandaté que pour l'inventaire des poissons. Cette analyse ne prend donc pas en compte la caracino-faune pour cette station. Sur le total des deux opérateurs, 16 espèces ont été capturées et 9 d'entre elles sont communes

aux deux échantillonnages, soit 56 % des espèces totales capturées. *Glossogobius illimis* et *Moringua microchir* ont été capturées uniquement par Bioeko alors que *Cenimugil crenilabris*, *Eleotris fusca*, *Kuhlia munda*, *Redigobius bikolanus* et *Sicyopterus sarasini* uniquement par l'OFB.

En Nouvelle-Calédonie, de manière générale les densités de poissons capturés dans les suivis sont assez faibles et certaines espèces peuvent se retrouver sur les stations de manière temporaire, notamment en fonction des marées et de la proximité des stations à la mer. C'est par exemple le cas ici de *Moringua microchir* qui n'est présent que dans la zone intertidale. Afin de pouvoir analyser plus justement la différence entre les richesses spécifiques, il convient donc de regarder ces échantillons au regard de la diversité totale connue pour cette station.

Tableau 6 Richesse spécifique capturée sur la station CBN70 sur l'ensemble des chroniques de données disponibles (case de couleur = présence, case blanche = absence)

	SUIVI VALE										PPP OFB	PPT OFB	PPT BIOEKO
	2007	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2018	2022	2022	
<i>Anguilla marmorata</i>													
<i>Awaous guamensis</i>													
<i>Eleotris fusca</i>													
<i>Glossogobius illimis</i>													
<i>Kuhlia marginata</i>													
<i>Kuhlia munda</i>													
<i>Kuhlia rupestris</i>													
<i>Redigobius bikolanus</i>													
<i>Schismastogobius fuligineus</i>													
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>													
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>													
<i>Stenogobius yateiensis</i>													
<i>Anguilla reinhardtii</i>													
<i>Awaous ocellaris</i>													
<i>Crenimugil crenilabris</i>													
<i>Eleotris melanosoma</i>													
<i>Microphis brachyurus</i>													
<i>Eleotris acanthopoma</i>													
<i>Mugil cephalus</i>													
<i>Scatophagus argus</i>													
<i>Gymnothorax polyuranodon</i>													
<i>Periophthalmus argentilineatus</i>													
<i>Cestraeus plicatilis</i>													
<i>Gnathanodon speciosus</i>													
<i>Liza tade</i>													
<i>Psammogobius biocellatus</i>													
<i>Anguilla obscura</i>													
<i>Butis amboinensis</i>													
<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>													
<i>Coelonotus leiaspis</i>													
<i>Lamnostoma kampeni</i>													
<i>Microphis leiaspis</i>													
<i>Sicyopterus sarasini</i>													
<i>Acanthopagrus berda</i>													
<i>Anguilla australis</i>													
<i>Arothron immaculatus</i>													
<i>Atherinomorus lacunosus</i>													
<i>Atule mate</i>													
<i>Glossogobius biocellatus</i>													
<i>Lutjanus russeli</i>													
<i>microphis cruentus</i>													
<i>Mugilogobius notospilus</i>													
<i>Neopomacentrus taeniurus</i>													
<i>Ophieleotris aporos</i>													
<i>Ophiocara porocephala</i>													
<i>Sicyopus chloe</i>													
<i>Protogobius attiti</i>													
<i>Moringua microchir</i>													

Le

Tableau 6 ci-dessus présente les captures des différentes espèces sur la station CBN70 sur l'ensemble des chroniques de données mis à notre disposition. Les colonnes portant sur les années 2007 à 2016 proviennent du suivi réglementaire de PRNC et ont été réalisés par différents opérateurs avec les protocoles qui étaient mis en œuvre avant l'exercice de standardisation des pêches électriques. Ces données regroupent aussi des pêches réalisées à différentes saisons de l'année (saison sèche et saison humide). La colonne 2018 provient du premier volet de l'expertise sur la standardisation des pêches (Bouchard *et al.*, 2018) et où la pêche a été réalisée avec le protocole de pêche par points tel qu'appliqué en France métropolitaine. Enfin les deux colonnes 2022 sont les échantillonnages réalisés par l'OFB et Bioeko en 2022 avec le protocole standardisé de pêche par traits adapté à la Nouvelle-Calédonie.

Dans ce tableau, les espèces sont classées en ligne par ordre d'occurrence sur les différentes campagnes (en prenant en compte 2007-2016). Ce classement permet de visualiser assez facilement quelles sont les espèces les plus fréquemment capturées, ce qui reste un bon proxy du cortège d'espèces les plus représentées sur cette station, et donc celles sur lesquelles une évaluation de l'évolution dans le temps serait la plus facilement réalisable et pertinente.

Dix espèces sont très couramment capturées sur la station (dans le cas présent tous les ans). Huit à neuf autres espèces sont assez régulièrement capturées sur la station et toutes les autres espèces sont capturées de manière très variable, en fonction des opérateurs, des protocoles employés et des saisons/années d'échantillonnage.

La pêche par points réalisée en 2018 n'a permis de capter que 60 % des espèces les plus couramment capturées (10 espèces), alors que l'adaptation avec la PPT-NC réalisée par l'OFB a permis d'en capturer 90 %. La mise en œuvre de la PPT-NC par Bioeko a permis de capter 80 % de ces espèces (en signalant toutefois qu'un doute subsiste sur une espèce d'*Eleotris*, déterminée comme *Eleotris sp.* et non *Eleotris fusca* par Bioeko).

Sur les espèces retrouvées assez régulièrement sur la station, la pêche par points réalisée en 2018 n'a pas permis d'en capturer une seule alors que la pêche par traits a permis de capturer deux espèces pour l'OFB et une pour Bioeko. Sur ce groupe d'espèces les performances sont aussi améliorées, même si on aurait pu espérer une meilleure efficacité de la PPT-NC.

On peut donc considérer que l'évolution du protocole, de la pêche par points vers la pêche par traits Nouvelle-Calédonie (PPT-NC), améliore nettement la capacité à capturer le peuplement le plus représenté sur la station en termes de diversité spécifique, et permet d'en obtenir une image relativement satisfaisante. De plus, la différence entre les deux opérateurs est assez réduite sur ces espèces, objectif recherché par la standardisation du protocole.

### CBN30

Le *Tableau 7* ci-dessous présente les différentes espèces qui ont été capturées sur la station CBN30 par l'OFB (29/06/2022) et par le bureau d'étude ERBIO (17/09/2022) lors de leurs opérations d'échantillonnage.

*Tableau 7 Richesse spécifique obtenue par ERBIO et l'OFB sur la station CBN30 (case noire = présence ; case blanche = absence ; les espèces de crevettes apparaissent soulignées)*

		ERBIO	OFB
CBN 30	A GUA	<i>Awaous guamensis</i>	
	A MAR	<i>Anguilla marmorata</i>	
	A REI	<i>Anguilla reinhardtii</i>	
	K MAR	<i>Kuhlia marginata</i>	
	K RUP	<i>Kuhlia rupestris</i>	
	M AEM	<u><i>Macrobrachium aemulum</i></u>	
	M CAL	<u><i>Macrobrachium caledonicum</i></u>	
	S FUL	<i>Schismastogobius fuligineus</i>	
	S LAGO	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	
	A AUS	<i>Anguilla australis</i>	
	E MEL	<i>Eleotris melanosoma</i>	
	G ILLIMIS	<i>Glossogobius illimis</i>	
	P ATITI	<i>Protogobius attiti</i>	
	C TYP	<u><i>Caridina typus</i></u>	
	E FUS	<i>Eleotris fusca</i>	
	M LAR	<u><i>Macrobrachium lar</i></u>	
	S PEL	<i>Stiphodon pelewensis</i>	
	S SARA	<i>Sicyopterus sarasini</i>	
	STI SP	<i>Stiphodon sp</i>	
<i>Nb espèces</i>		13	15
<i>Nb espèces de poisson</i>		11	11
<i>Nb espèces total</i>		19	
<i>Nb espèces communes</i>		9	
<i>Nb espèces poisson commune</i>		7	

Au total des deux opérations, ce sont 19 espèces qui ont été capturées, dont 4 espèces de crevettes (MAEM, MCAL, CTYP et MLAR). Sur ce total, seulement 9 espèces (47%), dont 7 de poissons, sont communes entre les échantillons des deux opérateurs.

Tableau 8 Richesse spécifique capturée sur la station CBN30 sur l'ensemble des chroniques de données disponibles (case de couleur = présence, case blanche = absence)

	SUIVI VALE										PPP OFB	PPT OFB	PPT ERBIO
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2018	2022	2022
<i>Anguilla marmorata</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■
<i>Anguilla reinhardtii</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■
<i>Awaous guamensis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■
<i>Kuhlia rupestris</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Eleotris fusca</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Protogobius attiti</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Stiphodon pelewensis (ex atratus)</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Kuhlia marginata</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Awaous ocellaris</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
<i>Cestraeus plicatilis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
<i>Anguilla megastoma</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
<i>Schismatogobius fuligimentus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Sicyopterus sarasini</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Sicyopus chloe</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
<i>Stiphodon rutilaureus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
<i>Anguilla australis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
<i>Anguilla obscura</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
<i>Glossogobius illimis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
<i>Eleotris melanosoma</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
<i>Stiphodon pelewensis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			

Sur l'ensemble des données de la station (Cf. Tableau 8 ci-dessus), on peut considérer que 6 espèces de poissons sont capturées très régulièrement : *Anguilla marmorata*, *Anguilla reinhardtii*, *Awaous guamensis*, *Kuhlia rupestris*, dont 2 n'ont pas été capturées en 2007 seulement (*Eleotris fusca* et *Sicyopterus lagocephalus*). Trois espèces sont capturées assez régulièrement (*Protogobius attiti*, *Stiphodon pelewensis* et *Kuhlia marginata*) ; les autres espèces étant capturées plus variablement voire anecdotiquement.

La pêche par points testée en 2018 a montré un résultat très médiocre sur la richesse spécifique. Même si les conditions de pêche en 2018 ont été affectées par un important orage en cours de pêche, on constate que seulement 2 des 6 six espèces les plus communes ont été capturées (33 %). La pêche par trait en 2022 a permis à l'OFB d'en capturer 100 % et à ERBIO d'en capturer 85 %. De plus, avec la pêche par traits, les deux opérateurs capturent 66 % des espèces que l'on retrouve assez régulièrement sur la station. Ces résultats offrent une assez bonne image du peuplement. Enfin pour les deux opérateurs, quelques-unes des espèces anecdotiques sont tout de même capturées (*Schismatogobius fuligimentus* pour l'OFB et ERBIO, *Sicyopterus sarasini* pour l'OFB ; *Anguilla australis* et *Eleotris melanosoma* pour ERBIO). A noter qu'un fort doute subsiste sur l'identification de *E. melanosoma* par rapport à *E. fusca*. En effet la première n'a jamais été capturée sur cette station, alors que la dernière, très fréquente sur la station, n'a pas été capturée/identifiée par ERBIO.

Sur la station CBN30, l'expérience réalisée montre que le protocole de PPT-NC donne de bons résultats quant à l'image du peuplement obtenu au travers de la métrique richesse spécifique. Ici aussi, le protocole est bien plus performant que la pêche par points. La comparaison des résultats entre les deux opérateurs montre aussi l'effet de la standardisation, avec des compositions de peuplements observés assez similaires sur les espèces les plus représentées (groupe des espèces « très régulièrement capturées » et groupe des espèces « assez régulièrement capturées ») sur la station. Toutefois, quelques différences non négligeables sont observées, que le délai entre les opérations et des doutes sur certaines identifications pourraient expliquer en partie.

## TRU70

Le Tableau 9 ci-dessous présente les différentes espèces qui ont été capturées sur la station TRU70 par l'OFB et par le bureau d'étude ERBIO lors de leurs opérations d'échantillonnage – RQ seuls 42 traits ont été réalisés par les deux équipes sur les 67 normalement requis.

Tableau 9 Richesse spécifique capturée par ERBIO et l'OFB sur la station TRU70 (case noire = présence ; les espèces de crevettes apparaissent soulignées)

		ERBIO	OFB	
TRU 70	A MAR	<i>Anguilla marmorata</i>		
	C OXY	<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>		
	C PLI	<i>Cestraeus plicatilis</i>		
	E FUS	<i>Eleotris fusca</i>		
	ELE SP	<i>Eleotris sp</i>		
	K RUP	<i>Kuhlia rupestris</i>		
	M AEM	<i>Macrobrachium aemulum</i>		
	M LAR	<i>Macrobrachium lar</i>		
	S LAGO	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>		
	S SARA	<i>Sicyopterus sarasini</i>		
	A AUS	<i>Anguilla australis</i>		
	LIZA SP	<i>Liza sp.</i>		
	S FUL	<i>Schismatogobius fuligimentus</i>		
	A OBS	<i>Anguilla obscura</i>		
	A REI	<i>Anguilla reinhardtii</i>		
	E ACA	<i>Eleotris acanthopomus</i>		
	G FIL	<i>Gerres filamentosus</i>		
	G ILLIMIS	<i>Glossogobius illimis</i>		
	G VIA	<i>Giuris viator</i>		
	K MAR	<i>Kuhlia marginata</i>		
	A GUA	<i>Awaous guamensis</i>		
	K MUN	<i>Kuhlia munda</i>		
	M CAL	<i>Macrobrachium caledonicum</i>		
	SIC SP	<i>Sicyopterus sp</i>		
	STO SP	<i>Stolephorus sp</i>		
		Nb espèces	13	22
		Nb espèces de poisson	11	19
	Nb espèces total	25		
	Nb espèces communes	10		
	Nb espèces poisson communes	8		

Rappelons au préalable que pour ces opérations, du fait d'une difficulté d'accès à la partie amont de la station, seuls 42 traits sur les 67 prévus ont été échantillonnés par l'OFB. À des fins de comparaison, l'opération reproduite par le bureau d'étude ERBIO a également compté 42 traits (Cf. paragraphe « Mise en œuvre échantillonnage » - Tableau 3). Au total, 25 espèces (dont 3 espèces de crevettes) ont été capturées par les deux opérateurs sur cette station, dont 10 espèces couramment capturées (40% des espèces totales). Seulement 8 espèces de poissons sont communes aux deux opérateurs : *Anguilla marmorata*, *Cestraeus oxyrhynchus*, *Cestraeus plicatilis*, *Eleotris fusca*, *Kuhlia rupestris*, *Sicyopterus lagocephalus*, *Sicyopterus sarasini* (+*Eleotris sp.*). Douze espèces de poissons ont été capturées par l'OFB uniquement (*Anguilla obscura*, *Anguilla reinhardtii*, *Eleotris acanthopomus*, *Gerres*

*filamentosus*, *Glossogobius illimis*, *Giuris viator*, *Kuhlia marginata*, *Awaous guamensis*, *Kuhlia munda*) et 3 uniquement par le bureau d'étude ERBIO (*Anguilla australis*, *Liza sp.*, *Schismatogobius fuligimentus*).

Tableau 10 Richesse spécifique capturée sur la station TRU 70 sur l'ensemble des chroniques de données disponibles (case de couleur = présence, case blanche = absence)

	SUIVI VALE										OFB	ERBIO
	2007	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2022	2022	
<i>Anguilla marmorata</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Eleotris fusca</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Kuhlia rupestris</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Cestraeus plicatilis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Kuhlia marginata</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Kuhlia munda</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Eleotris acanthopoma</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Glossogobius illimis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Ophieleotris sp.</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Awaous guamensis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Eleotris sp.</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Lutjanus russeli</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>microphis cruentus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Stenogobius yateiensis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>anguilla sp. civelle</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Gnathanodon speciosus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Microphis brachyurus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Moringua microchir</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Pomadasys argenteus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Anguilla reinhardtii</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>coelonotus leiaspis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Crenimugil crenilabris</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Eleotris melanosoma</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Gerres filamentosus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Lamnostoma kampeni</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>liza melinoptera</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Liza tade</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Ophieleotris aporos</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Psammogobius biocellatus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Redigobius bikolanus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Sicyopterus sarasini</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Anguilla obscura</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Giuris viator</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Macrobrachium aemulum</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Macrobrachium caledonicum</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Macrobrachium lar</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>schismatogobius fuligimentus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Sicyopterus sp.</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Stolephorus sp.</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Anguilla australis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Liza sp.</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

En 2022, malgré le fait que le protocole n'a pu être mené sur les 67 traits recommandés, la méthode de pêche par trait a permis à l'équipe OFB de capturer quasiment l'ensemble des espèces « très couramment capturées » et des espèces « assez régulièrement capturées » (en dehors du genre *Ophieleotris*). De plus un nombre assez important d'espèces supplémentaires a pu être capturé (les crevettes n'apparaissent pas dans les données du suivi PRNC (ex VALE), ce qui amplifie un peu la différence). À noter que la station sur laquelle a été réalisée la

pêche par traits est plus longue que la station historiquement suivie sur ce cours d'eau. L'échantillonnage d'habitats différents peut expliquer, au moins en partie, une richesse spécifique totale plus importante dans l'échantillonnage OFB de 2022.

La comparaison entre opérateurs sur cette station est moins satisfaisante que pour les précédentes stations. On enregistre en effet une assez nette différence de richesse spécifique entre les opérations réalisées par l'OFB et par ERBIO. Une partie de ces différences peut s'expliquer pour une part, par le laps de temps nettement plus important que prévu entre les deux interventions ; ce qui a pu modifier la composition et la répartition des poissons. Le cortège d'espèces très fréquentes, c'est-à-dire capturées tous les ans sur la station, reste toutefois commun aux deux opérateurs. La différence porte plutôt sur le cortège des espèces régulièrement capturées sur la station.

**Sur la station TRU70, les résultats de la pêche par trait montrent d'assez bons résultats vis-à-vis des connaissances du peuplement. La méthode permet en effet de capter l'ensemble des espèces régulièrement présentes sur cette station. Par contre, une différence assez marquée est observée entre les deux opérateurs, mais le laps de temps entre les deux opérations ne permet pas de conclure à un problème d'application du protocole.**

### ***Proportions relatives des différentes espèces***

Cette partie focalise sur les caractéristiques des peuplements analysés au travers des proportions relatives (nombre d'individus et biomasse) des différentes espèces dans les échantillons des deux opérateurs. L'analyse portera uniquement sur les espèces capturées en commun ; les autres ayant été traitées dans le paragraphe précédent portant sur la liste des espèces.

L'efficacité de pêche étant relativement variable (et plutôt faible) sur les crevettes, les effectifs pour ces taxons peuvent être très différents d'un opérateur à l'autre. Pour le type d'analyse menée ici, cela peut changer les résultats et masquer assez fortement des informations concernant les poissons. Aussi, il est choisi ici de ne présenter que les résultats concernant les poissons.

#### **Station CBN70**

Les deux graphiques ci-après (Cf. Figure 16) représentent les proportions relatives des différentes espèces (exprimées en effectif et en biomasse), capturées par les deux opérateurs OFB et Bioeko sur la station CBN70. On

y observe une assez bonne correspondance entre les deux échantillons et pour les deux paramètres (effectif et biomasse). Les espèces capturées en commun sont classées dans le même ordre de dominance pour les deux opérateurs et pour les deux paramètres. Le peuplement de la station CBN70 est dominé numériquement par *Kuhlia marginata* (50%), *Kuhlia rupestris* (20%) et *Awaous guamensis* (< 10%) et pondéralement par les deux même premières espèces (respectivement autour de 45 et 20 %) puis *Anguilla marmorata* (20%).

L'image du peuplement pour ces deux métriques est très similaire.

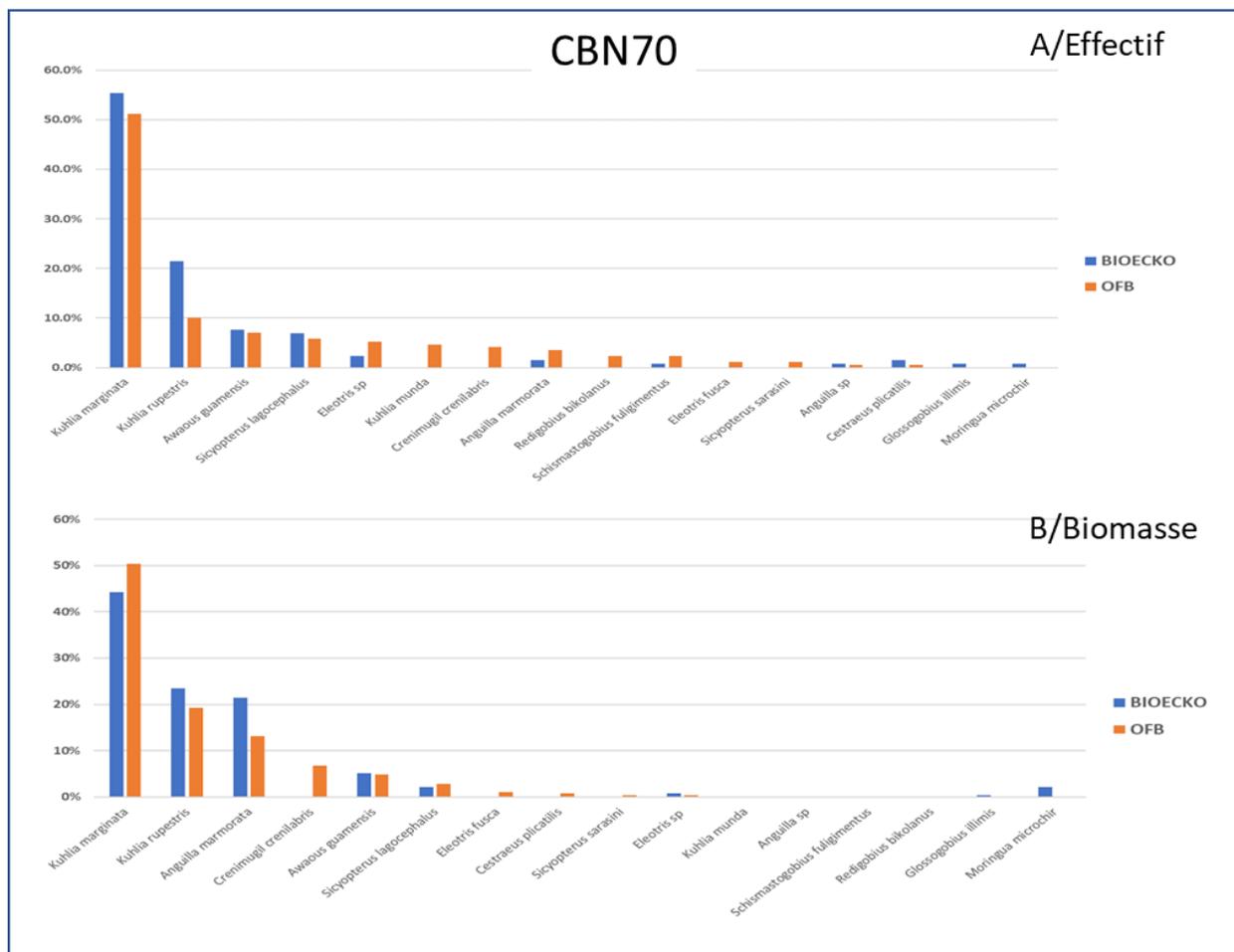


Figure 16 Proportions relatives des effectifs des différentes espèces capturées sur la station CBN70 –A=Effectif ; B=Biomasse

**Station CBN30**

Sur les deux graphiques suivants (Cf. Figure 17), sont présentées les proportions de chaque espèce (exprimées en effectif et en biomasse) sur la station CBN30 pour les échantillonnages réalisés par l’OFB et ERBIO.

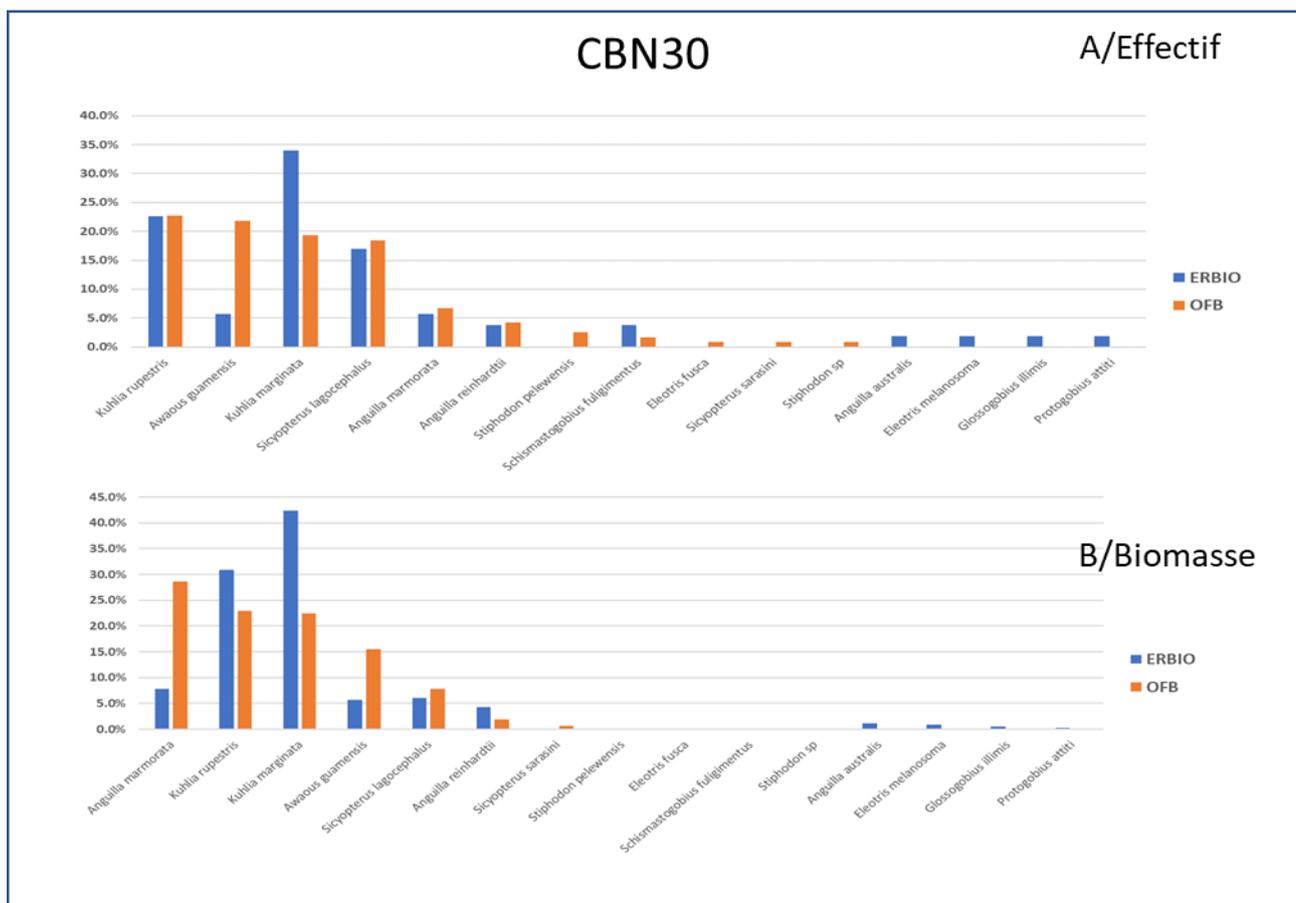


Figure 17 Proportions relatives des effectifs des différentes espèces capturées sur la station CBN30 - A=Effectif ; B=Biomasse

Entre les deux opérations analysées on peut voir que même si le cortège d'espèces dominantes reste assez similaire, les espèces ne sont pas classées dans le même ordre pour les deux opérateurs. Numériquement il y a une inversion entre *Awaous guamensis* et *Kuhlia marginata* et pondéralement, c'est *Anguilla marmorata* qui domine dans l'échantillon OFB. Toutefois, il faut modérer ce constat, en particulier sur le critère biomasse, car la capture d'un ou deux gros individus sur des espèces comme les anguilles peut modifier assez radicalement la représentation. C'est particulièrement le cas ici où une anguille de 600 grammes a été capturée par l'OFB alors que les autres pèsent toutes moins de 60 grammes.

#### Station TRU70

Sur les deux graphiques suivants (Cf. Figure 18), sont présentées les proportions de chaque espèce (exprimées en effectif et en biomasse) sur la station TRU70 pour les échantillonnages réalisés par l'OFB et ERBIO.

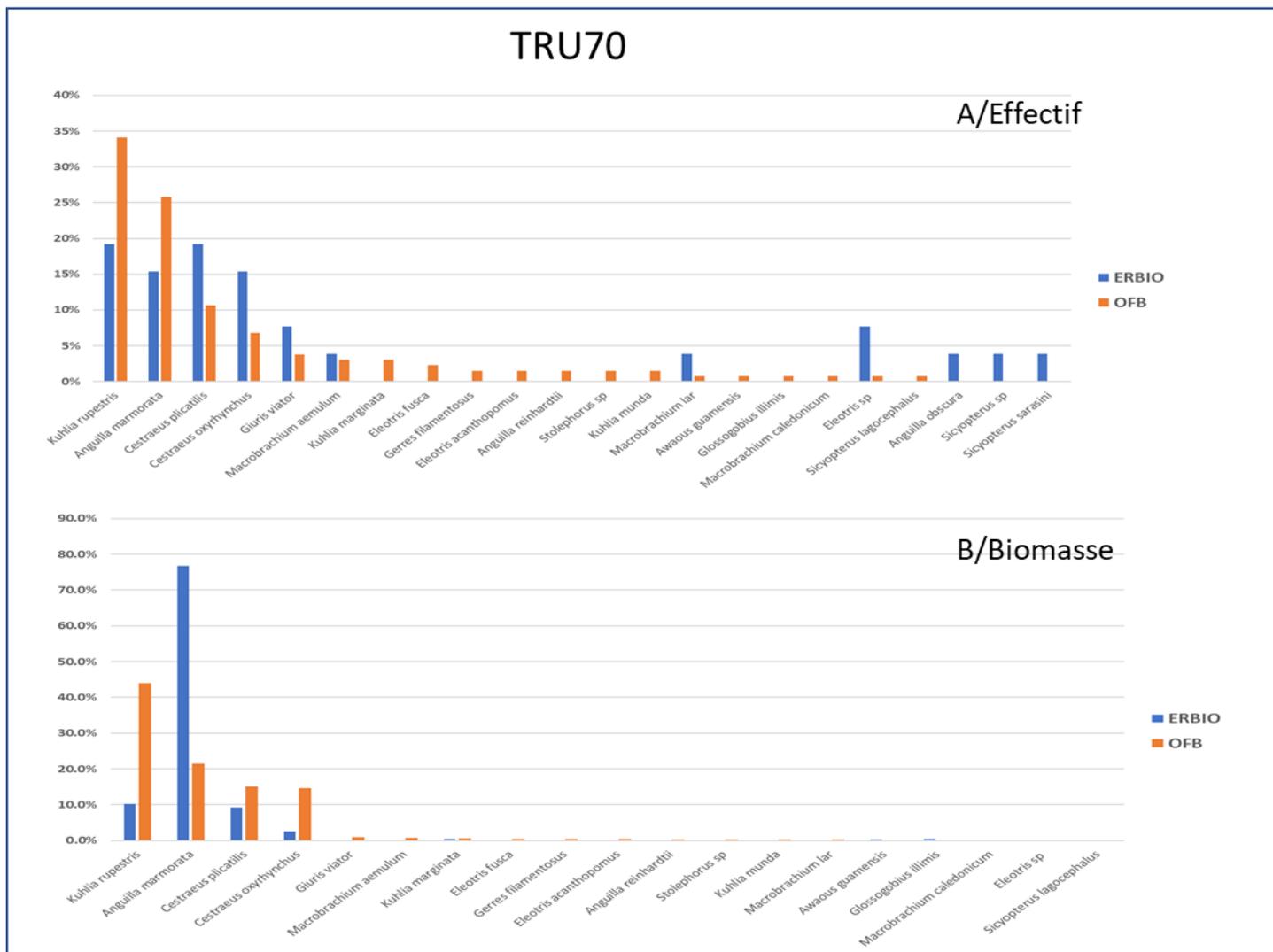


Figure 18 Proportions relatives des effectifs des différentes espèces capturées sur la station TRU70 A=Effectif ; B=Biomasse

En termes de proportions numériques, le cortège des espèces capturées par les deux opérateurs montre bien les mêmes dominances globales, même si les espèces ne sont pas classées exactement dans le même ordre. Il en est de même pour le poids. On notera notamment une différence importante pour la biomasse sur la proportion que représente *Anguilla marmorata* avec la même remarque que pour la CBN30 sur l'importance des anguilles dans les variations de biomasses.

### Effectifs et biomasses (CPUE – Capture Par Unité d'Effort)

La simple analyse des proportions relatives ne suffit pas à caractériser le peuplement et les différences vs similarité entre opérateurs. En effet, sur ce paramètre et notamment la biomasse, la capture d'un ou deux gros

individus peut venir à la fois tirer les résultats pour une espèce et masquer ceux des autres espèces. Il convient donc de compléter cette analyse par celle des abondances numériques et pondérales. Il s'agit de rapporter les données numériques et pondérales en CPUE (capture par unité d'effort) et les transcrire dans la même unité, à savoir en nombre d'individus par hectare pour la densité numérique et en kilogramme par hectare pour la densité pondérale. Pour réaliser cette opération, on considère que tous les traits « standards » ont la même surface (théorique) de 28 m<sup>2</sup>.

## Station CBN70

La Figure 19 ci-après montre les densités numériques et pondérales par espèce et par opérateur. Les valeurs d'abondances numériques (effectif) sur les deux opérations de prélèvement sont globalement très similaires, même si elles peuvent varier pour certaines espèces (*Kuhlia marginata* avec 40% de différence entre les deux opérateurs sur cette métrique d'abondance). (Cf tableau en Annexe 1 – 1)

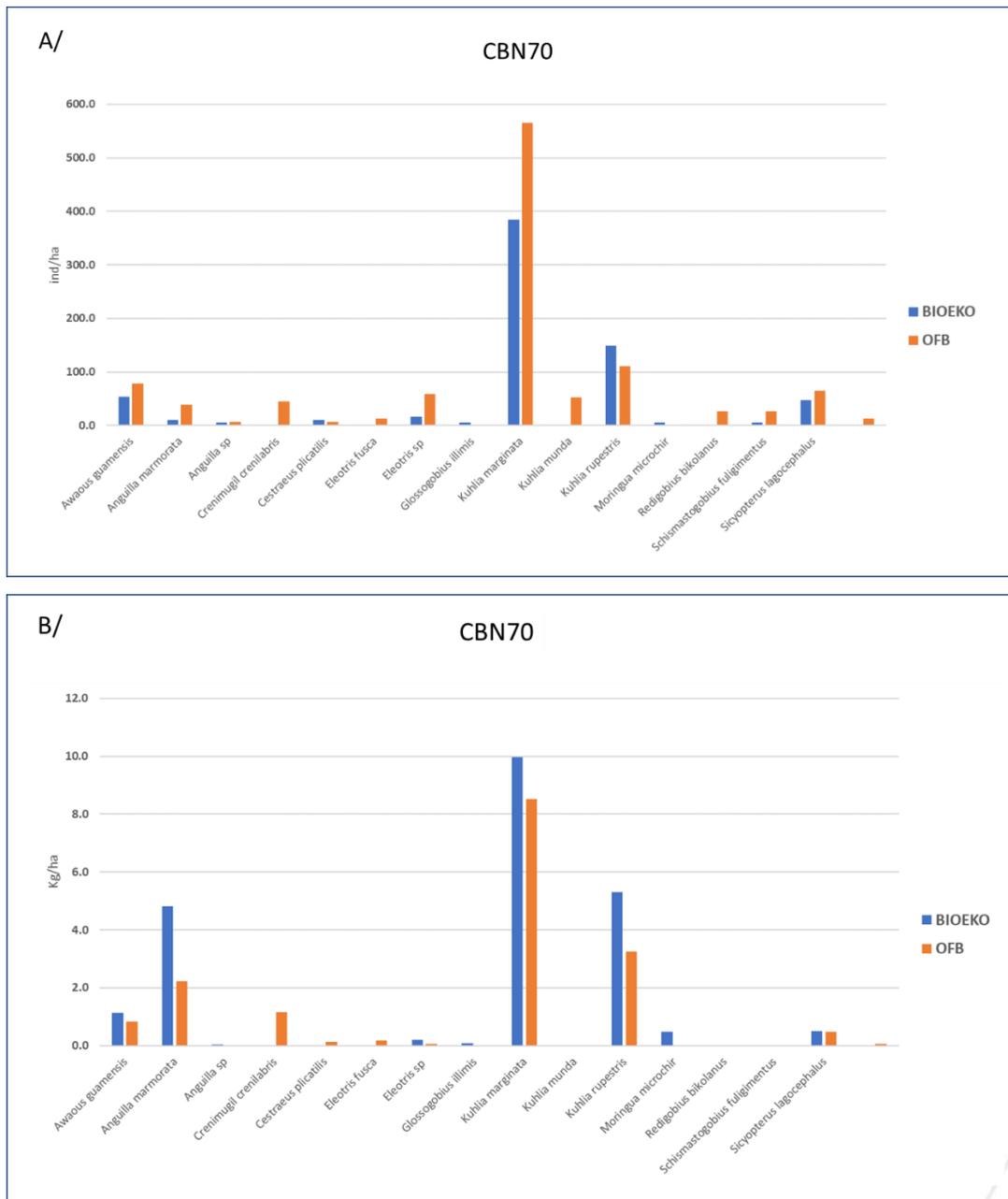


Figure 19 Abondances numériques et pondérales (CPUE) par opérateur sur la station CBN70 - A=Effectif ; B=Biomasse

Au-delà de la variabilité instrumentale, les densités de poissons varient naturellement dans le milieu et en

métropole, on observe souvent des valeurs fluctuant dans une certaine gamme sur les pêches annuelles réalisées. Ce niveau de différence n'est pas rare et d'autant plus acceptable que les pêches n'ont pu être faites « exactement » à la même période comme prévu initialement.

Tout comme pour les abondances numériques, les abondances pondérales (biomasse) des deux échantillons de l'OFB et de Bioeko sont très similaires. La principale différence porte sur *Anguilla marmorata*, espèce à la taille très variable dans les échantillons et qui peut générer de fortes variations de biomasse en fonction de la taille des individus capturés.

**Station CBN30**

La Figure 20 ci-après montre les densités numériques et pondérales par espèce et par opérateur. Sur la CBN30, en termes de densité numérique, les échantillons semblent assez différents pour les espèces capturées en commun entre les deux opérateurs. Seules les densités des espèces du genre *Kuhlia* restent assez similaires (ce qui est important du fait de la dominance de ces taxons). (Cf Tableau Annexe 1 – 2)

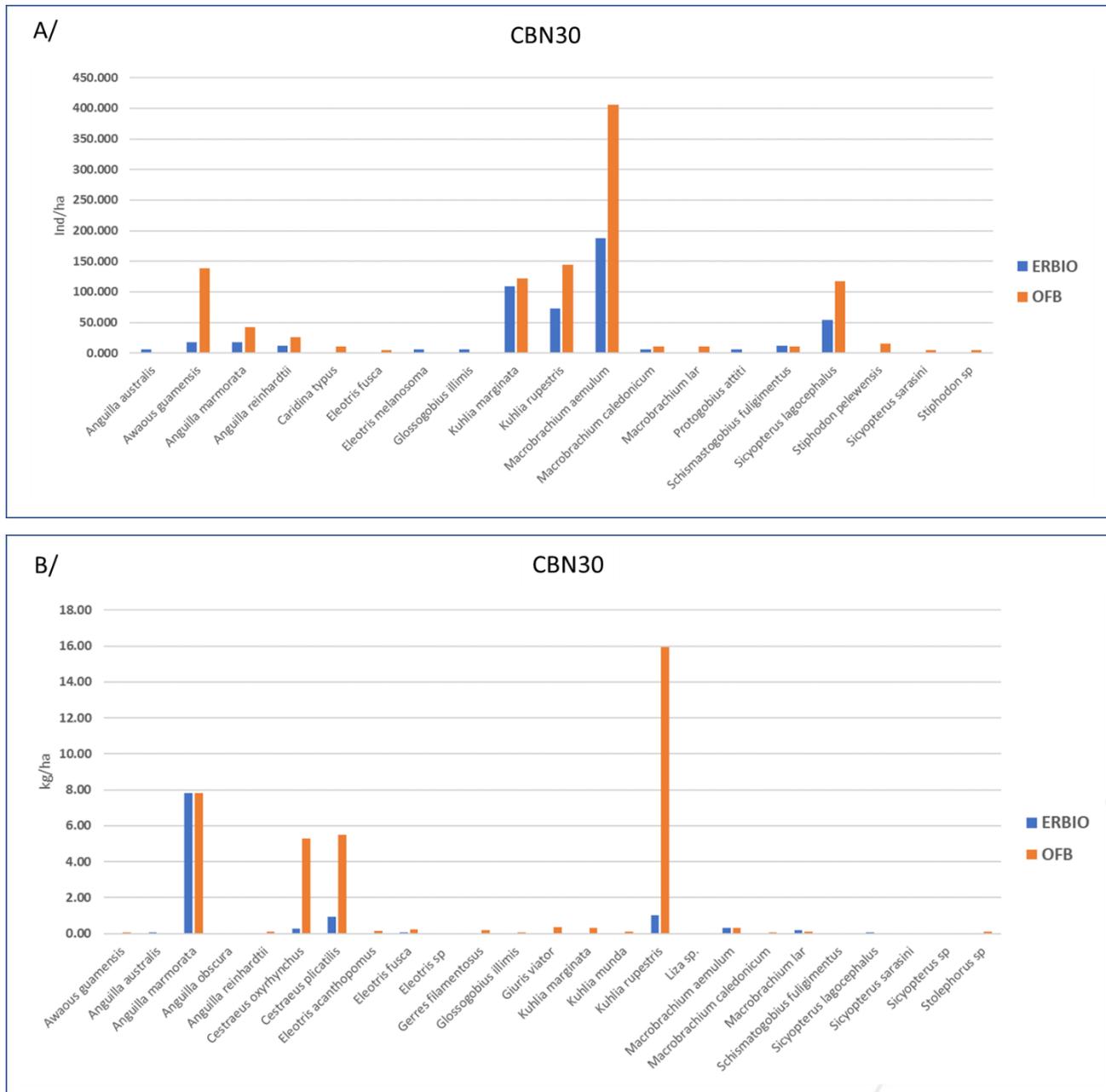


Figure 20 Densités sur la station CBN30 par les deux opérateurs - A=Effectif ; B=Biomasse

On remarque une forte différence sur *M. aemulum*, mais il s'agit d'une espèce de crevette et l'efficacité de pêche n'est jamais très bonne et en tout cas variable sur ce type de taxon. Un des points assez négatifs de cette comparaison concerne *Awaous guamensis*, espèce affectionnant les plats et les vitesses de courant assez lentes et qui est relativement facile à capturer. Au-delà de la mise en œuvre de la pêche, la saison et les conditions hydrologiques peuvent expliquer en partie ces différences.

À part sur *Anguilla marmorata*, où les deux opérateurs ont pris un individu de taille assez similaire, les autres densités pondérales de poissons sont très différentes entre les deux opérateurs et ERBIO n'a capturé que très peu de biomasse, même sur des espèces normalement bien représentées comme *Kuhlia rupestris*. La saison peut expliquer en partie ces différences, tout comme les conditions de pêche (hydrologie...). Concernant les conditions de l'opération, nous ne disposons que des données mésologiques de transect pour comparer et il n'apparaît pas de différence pouvant expliquer des conditions/habitats de pêche différents (largeur quasi identique et profondeur moyenne moins importante pour ERBIO).

**Station TRU70**

La Figure 21 ci-dessous montre les densités numériques et pondérales par espèce et par opérateur pour la TRU70 (Cf Annexe 1 – 3)

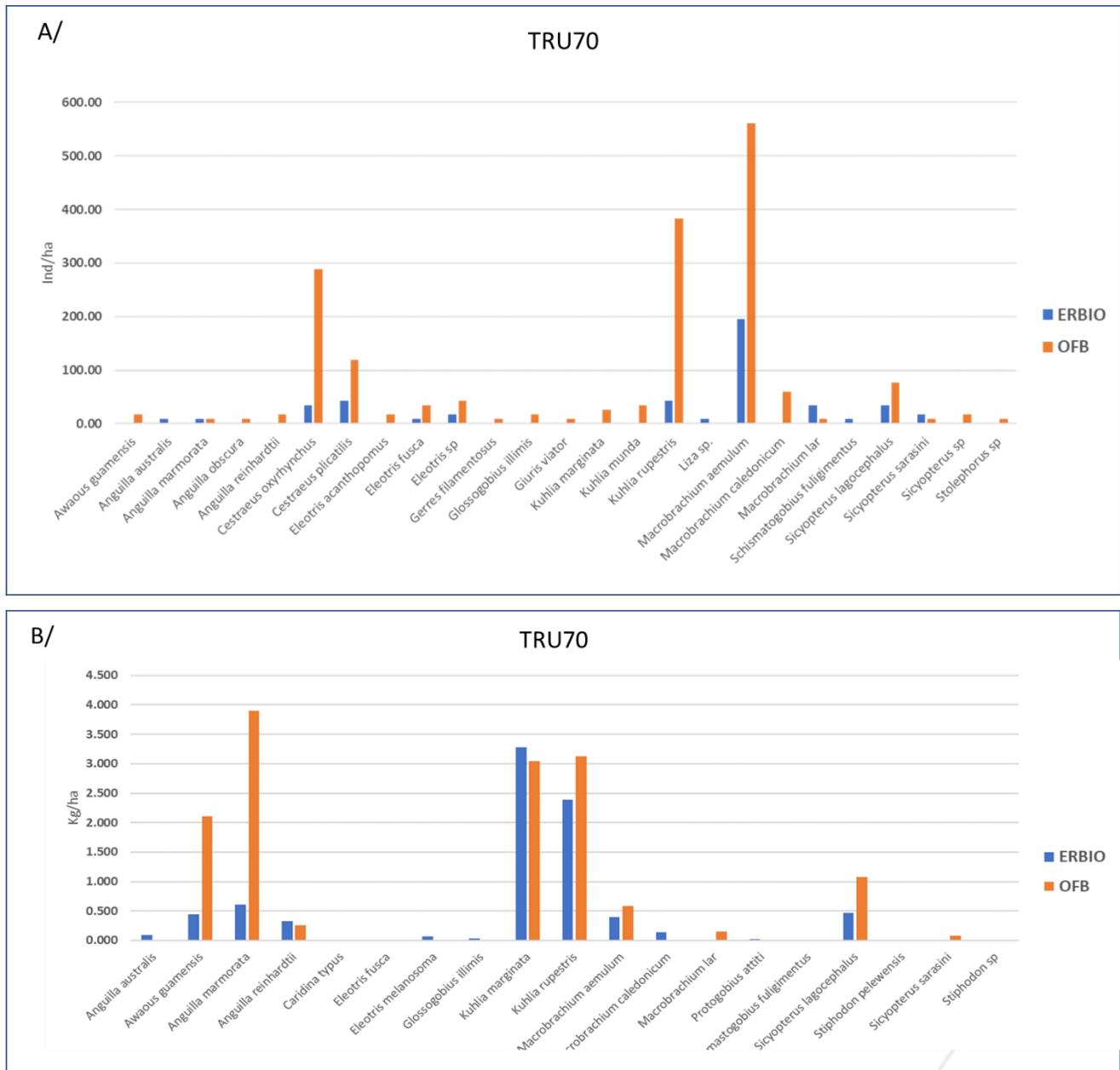


Figure 21 Abondances numériques sur la station TRU70 par les deux opérateurs - A=Effectif ; B=Biomasse

Les densités numériques des deux opérateurs sur la station de la TRU70 sont assez différentes et varient selon les espèces de façon importante. Cela concerne autant les espèces de poissons que les espèces de crevettes. Pour la densité pondérale, on retrouve plus de similarités entre les données de ERBIO et celles de l'OFB,

notamment sur les deux espèces du genre *Kuhlia*. Mais une différence importante porte sur les anguilles, qui peut être expliquée par la variabilité de taille de ce type d'espèce, et sur *Awaous guamensis*.

## **2.2.5 Conclusions sur la comparaison inter-opérateurs**

En conclusion sur l'analyse inter-opérateurs, et plus largement la comparaison avec les résultats sur la chronique et notamment la pêche par points grands milieux testée en 2018, il ressort que :

- ✓ Même si la stratégie d'échantillonnage et sa description présentent certaines différences qu'il faudra approfondir et clarifier par la suite, la comparaison des habitats échantillonnés a montré qu'il n'y avait pas de différences notables susceptibles de perturber l'analyse des résultats de pêche
- ✓ La pêche par traits en Nouvelle-Calédonie donne de très bons résultats quant à la richesse spécifique et la composition du peuplement. Elle permet, sur toutes les stations testées, de capturer parfaitement les espèces les plus fréquentes et de bonne manière les espèces régulièrement présentes. Elle permet également de capturer quelques espèces assez peu fréquentes. Sur cette dernière métrique, elle donne de bien meilleurs résultats que la pêche par points « grand milieux » testée menée en 2018. L'amélioration du protocole par l'augmentation des surfaces pêchées semble donc être une solution adaptée pour les cours d'eau de Nouvelle-Calédonie.
- ✓ Même s'il existe quelques différences entre opérateurs, chacun arrive globalement à échantillonner le même cortège d'espèces, pour les espèces les plus communes. Mais cela peut être plus variable pour les espèces moins représentées dont la probabilité de capture est influencée par un certain nombre de paramètres, potentiellement spécifique à certaines stations (saisonnalité, débit, marées...) et le laps de temps entre les opérations supérieur à ce qui était prévu, explique probablement une part non négligeable de ces différences.
- ✓ Concernant les proportions relatives des effectifs et des biomasses, ainsi que les densités numériques et pondérales, les résultats montrent plus de différences et sont variables en fonction des groupes d'opérateurs considérés. Par exemple sur la CN70, la comparaison entre Bioeko et l'OFB montre peu de différences puisque les peuplements échantillonnés par les deux opérateurs sont quasi-identiques, en tout cas très comparables. C'est beaucoup moins vrai pour la comparaison entre ERBIO et l'OFB sur les stations CBN30 et TRU70. Même si la différence dans les dates de pêche et éventuellement les conditions hydro-climatiques peuvent expliquer une partie de ces écarts, on ne peut exclure une différence de mise en œuvre du protocole sur le terrain. En effet, il se pourrait qu'en participant aux opérations de l'OFB en mettant à disposition du matériel et du personnel, Bioeko ait pu davantage appréhender le principe de mise en œuvre du protocole (même si personne de Bioeko n'était à l'échantillonnage sur la station CBN70), tandis qu'ERBIO n'a pas participé aux échantillonnages, mais seulement à la biométrie avec l'OFB

sur les stations TRU70 et CBN30.

- ✓ La maîtrise de la taxonomie est également un facteur de variation non négligeable dans un contexte qui plus encore qu'ailleurs, n'est pas forcément finalisé ou stabilisé. Les travaux récents ou en cours dans ce domaine devraient conduire à améliorer la situation, et la formation et les contrôles croisés seront alors déterminants.

## 2.3 Comparaison pêche partielle vs pêche complète

### 2.3.1 Introduction : objectifs

La méthode de pêche dite « complète » consiste à échantillonner la station définie sur toute sa longueur et sur la totalité de sa largeur ; elle vise donc l'exhaustivité en termes de capture de poissons. Telle que cette méthode est appliquée en métropole et qu'elle a été adaptée dans le guide méthodologique et technique de standardisation du suivi des peuplements de poissons en Nouvelle-Calédonie, il s'agit d'un des meilleurs moyens pour connaître le peuplement d'une station de cours d'eau. C'est par conséquent un repère fiable pour évaluer les performances d'autres méthodes comme les méthodes partielles.

L'objectif de la présente expérience est d'évaluer dans quelle mesure la pêche par traits en Nouvelle-Calédonie (PPT-NC) apporte une image fidèle du peuplement en place, au regard de différentes métriques (richesses spécifiques, abondances relatives etc.). Pour cela, nous avons comparé la mise en œuvre des deux protocoles au même endroit et comparé les résultats obtenus sur deux stations.

### 2.3.2 Stations échantillonnées

Pour cette expérience deux stations ont été échantillonnées : la CBN40, station positionnée sur le Creek Baie Nord et faisant partie du réseau mis en place dans le grand sud pour le suivi de l'impact du complexe hydrométallurgique de PRNC et une station sur la Lembï, affluent de la Coulée, petit fleuve côtier des environs de Nouméa (Cf Figure 22).

Parmi les critères de sélection qui ont conduit à retenir ces deux stations figuraient :

- une richesse spécifique et une densité assez élevées pour rendre les comparaisons plus fiables et robustes ;
- une largeur mouillée qui permette l'application des deux protocoles (sans trop s'écarter de leur domaine d'application), à savoir la PPT-NC et la pêche complète à 2 électrodes (pas plus, car pas de disponibilité en matériel et personnel). Autrement dit, on a visé une largeur comprise entre 9 et 11 m, idéalement autour de 10 m pour conserver l'efficacité nécessaire sur la pêche complète et ne pas dépasser (ou très marginalement) l'utilisation d'1 anode pour 5m de large, conformément aux préconisations.

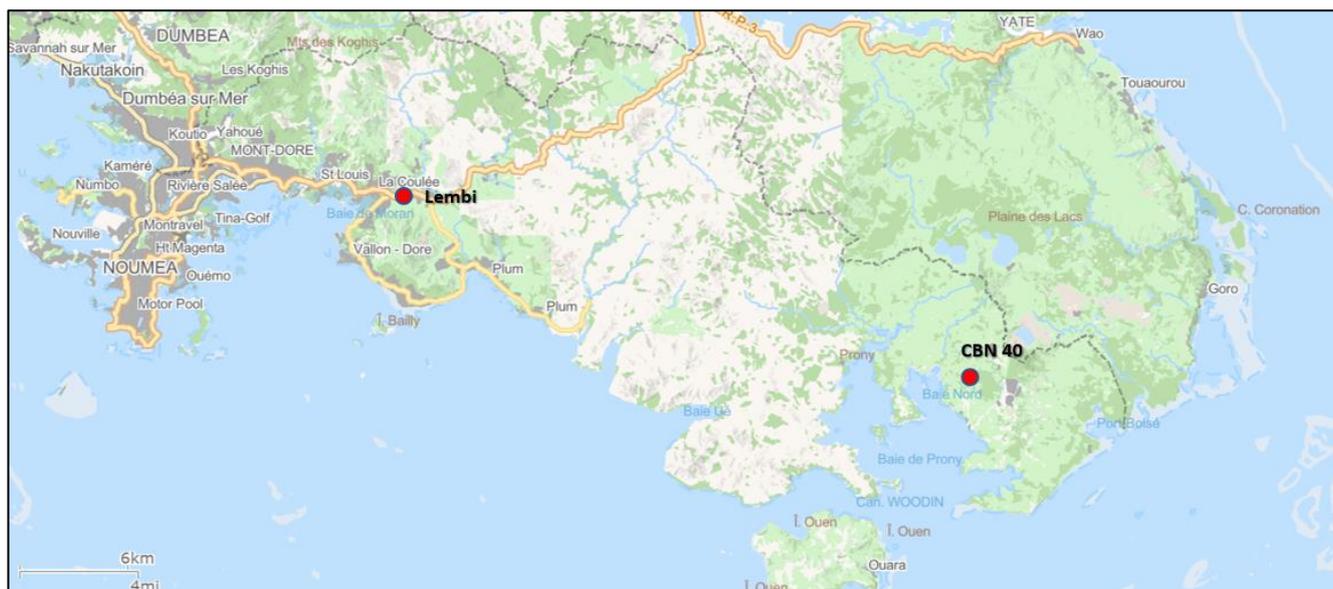


Figure 22 Carte de localisation des deux stations d'étude

Les deux stations sélectionnées (CBN40 et Lembi) remplissaient assez bien les différents critères, en plus d'être assez accessibles. Leurs principales caractéristiques sont présentées dans le *Tableau 11* ci-après.

*Tableau 11 Caractéristiques générales des deux stations d'étude*

Rivière	Station	HER	Largeur moyenne (m)	Profondeur moyenne (m)	Conductivité $\mu S/cm$	Température °C
Creek Baie Nord	<b>CBN 40</b>	Grand Sud	10.3	0.33	153	23.2
Lembi	<b>Lembi</b>	Plaine Littorale Ouest*	10.63	0.37	157	20.9

\*La Lembi se trouve quasiment à cheval entre deux HER qui sont le Massif ultramaphique et la plaine Littorale Ouest. Par rapport à la morphologie du cours d'eau et à son aspect général, nous l'attribuerons plutôt à l'HER Plaine Littorale Ouest car elle correspond plus aux types de cours d'eau présents dans cette HER.



*Photos 3 Station de la Lembi (gauche) et de la CBN40 (droite) (crédits photo OFB)*

### **2.3.3 Méthodologie**

Le test consiste à appliquer les deux protocoles, à savoir la pêche partielle (PPT-NC) et la pêche complète sur la même station, le même jour. Pour cela, la PPT-NC est réalisée en premier, et les poissons sont conservés. Puis la pêche complète est réalisée et les poissons capturés en PPT-NC sont ajoutés aux résultats de la pêche complète, en faisant l'hypothèse qu'ils auraient été capturés par cette méthode exhaustive.

En principe, d'après le guide méthodologique et technique, sur un cours d'eau de 10 m de large comme pour les deux stations échantillonnées dans ce test, la longueur de station devrait être de :

- ✓ 200 m en pêche complète ;
- ✓ 398 m en PPT-NC.

Or, pour comparer les deux protocoles de la meilleure façon, il serait préférable que les deux stations se recouvrent totalement. Mais les moyens disponibles et les conditions de réalisation (durée de jour limitée au mois de juin en Nouvelle-Calédonie, disponibilité limitée de batteries pour le Martin pêcheur) ne l'ont pas permis. Ainsi, la pêche complète est plus courte (station entre 150 et 200 m de longueur) et ne couvre qu'une partie de

la PPT-NC. Toutefois, une analyse des caractéristiques morphologiques de la station, notamment des faciès, a permis de choisir la portion recouverte par les deux protocoles afin d'être le plus représentatif possible des différents habitats.

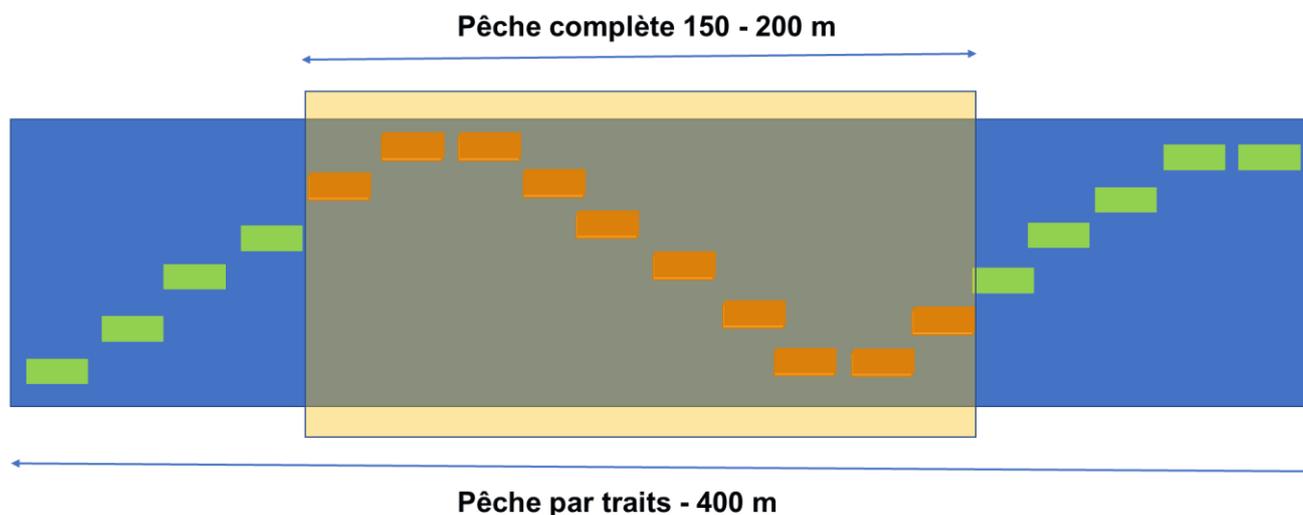


Figure 23 : Schéma de principe de la mise en œuvre des protocoles de pêche complète et partielle sur la même station

La Figure 23 ci-dessus représente le schéma de principe de la mise en œuvre des protocoles des deux protocoles de pêches sur la station. La biométrie de la PPT-NC est séparée en deux : d'un côté les traits qui sont communs à la pêche complète (traits en orange sur la figure) et de l'autre ceux qui ne le sont pas (traits verts sur la figure). Les caractéristiques de l'échantillonnage sont présentées dans le Tableau 12 ci-dessous.

Tableau 12 Synthèse des données d'échantillonnage

Rivière	Station	long total (m )	long pêche com p lète (m )	nb traits PPT-NC entière	nb traits concom itants PPT-NC et com plète
Creek Baie Nord	<b>CBN 40</b>	<b>400</b>	<b>150</b>	67	22
Lem bi	<b>Lem bi</b>	<b>360</b>	<b>200</b>	67	35

L'analyse des données porte sur :

- ✓ la richesse spécifique et la composition du peuplement ;
- ✓ les proportions relatives des différentes espèces.

### 2.3.4 Résultats

## Richesses spécifiques

### Station CBN40

Le Tableau 13 ci-après présente les différentes espèces capturées par chacun des protocoles mis en œuvre sur la station CBN40 (en présence/absence et effectifs). Les deux premières colonnes correspondent à la mise en œuvre de la pêche complète et de la pêche par traits et la troisième présente les données des traits communs à la pêche complète (traits orange sur le schéma de principe de mise en œuvre du protocole Figure 23).

Tableau 13 Présence/absence et effectifs bruts par espèce et par protocole sur la CBN40

ESPECE	Présence / Absence			EFFECTIFS		
	COMPLETE	PPT	PPT part.	COMPLETE	PPT	PPT part.
<i>Anguilla marmorata</i>				2	6	
<i>Anguilla reinhardtii</i>				3	5	1
<i>Anguilla sp</i>				2	1	1
<i>Atyoida pilipes</i>				1	1	
<i>Atyopsis spinipes</i>					1	
<i>Awaous guamensis</i>				21	24	6
<i>Awaous ocellaris</i>					1	
<i>Eleotris fusca</i>				1	1	
<i>Glossogobius illimis</i>				2	1	
<i>Kuhlia marginata</i>				56	62	13
<i>Kuhlia rupestris</i>				25	53	7
<i>Macrobrachium aemulum</i>				24	26	10
<i>Macrobrachium caledonicum</i>				6	6	1
<i>Macrobrachium lar</i>				4	6	
<i>Protogobius attiti</i>				6	6	4
<i>Schismastogobius fuligimentus</i>				3	4	3
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>				13	12	3
<i>Stiphodon pelewensis</i>				3	2	1
<i>Stiphodon rutilaureus</i>				1		
<i>Varuna litterata</i>					2	
<b>Nb espèce : 20</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>11</b>	<b>173</b>	<b>220</b>	<b>50</b>

Au total, 20 espèces ont été capturées sur cette station, tous protocoles confondus (dont un taxon recensé en *Anguilla sp.*). Parmi ces 20 espèces, figurent 5 espèces de crevettes et 1 espèce de crabe. La pêche complète a permis de capturer 17 espèces et la PPT-NC, 19 espèces, soit 2 de plus.

Entre la PPT-NC et la pêche complète, **80 % des espèces sont communes** (soit 16 sur 20). Les 4 espèces qui ne sont pas communes, sont représentées par un seul (*Atyopsis spinipes*, *Awaous ocellaris* et *Stiphodon rutilaureus*) ou deux individus (*Varuna litterata*).

**Sur la station CBN40, la PPT-NC offre une très bonne image de la richesse spécifique. Elle est plus importante que celle capturée en pêche complète (les espèces concernées ayant pu être capturées localement en dehors de l'emprise de la pêche complète).**

## Station Lembi

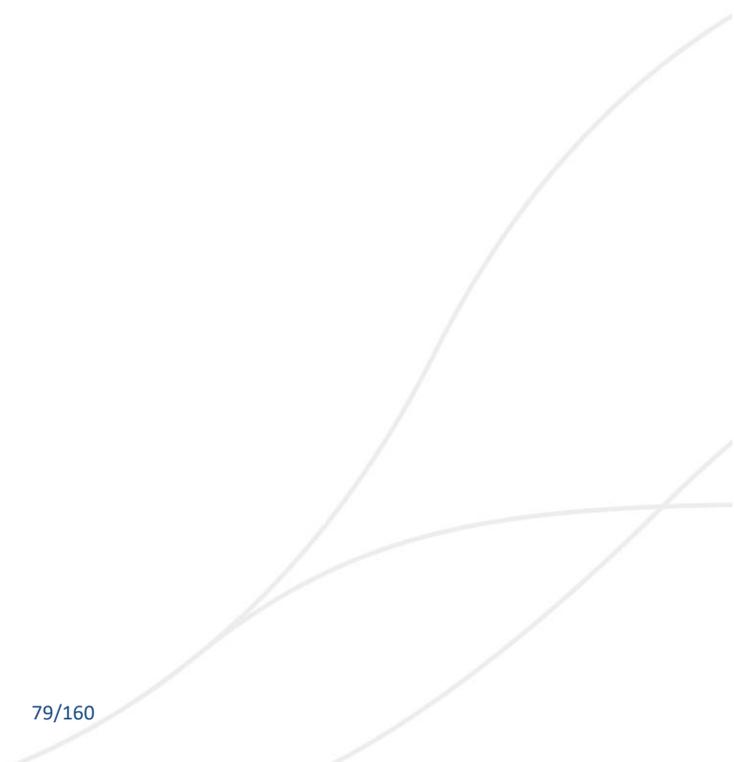
Le *Tableau 14* ci-après présente les différentes espèces capturées avec les protocoles mis en œuvre sur la station de la Lembi. Les deux premières colonnes correspondent à la mise en œuvre de la pêche complète et de la pêche par traits et la troisième présente les données des traits communs à la pêche complète (traits orange sur le schéma de principe de mise en œuvre du protocole).

Tableau 14 Effectifs bruts par espèce et par protocole sur la Lembi

ESPECE	Présence / absence			EFFECTIFS		
	COMPLETE	PPT	PPT part.	COMPLETE	PPT	PPT part.
<i>Anguilla marmorata</i>				12	8	4
<i>Anguilla reinhardtii</i>				10	6	3
<i>Anguilla sp</i>				1	1	
<i>Atyopsis spinipes</i>				1		
<i>Awaous guamensis</i>				101	24	13
<i>Bunaka gyrinoides</i>				7	1	1
<i>Caridina sp</i>					4	
<i>Caridina typus</i>				15	15	11
<i>Eleotris fusca</i>				3	1	1
<i>Glossogobius illimis</i>				17	6	1
<i>Kuhlia marginata</i>				27	12	10
<i>Kuhlia rupestris</i>				21	8	5
<i>Macrobrachium aemulum</i>				4	4	1
<i>Macrobrachium australe</i>				4	4	2
<i>Odiomaris pilosus</i>				4	4	
<i>Poecilia reticulata</i>				2	2	2
<i>Schismastogobius fuligineus</i>				36	46	8
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>				1	1	
<i>Sicyopterus sarasini</i>				1	2	
<b>Nb espèce : 19</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>267</b>	<b>149</b>	<b>62</b>

Au total, 19 espèces ont été capturées sur cette station, tous protocoles confondus (dont un taxon recensé *Anguilla sp.* et un *Caridina sp.*). Parmi ces 19 espèces figurent 5 espèces ou genres de crevettes et une espèce de crabe. La pêche complète a permis de capturer 18 espèces, tout comme la PPT-NC. Entre les deux protocoles, 90 % des espèces sont communes. Deux espèces ont été capturées seulement par l'un des deux protocoles (*Caridina sp.* et *Atyopsis spinipes*), soit deux espèces de crevettes et qui ne sont représentées que par 1 ou 4 individus dans l'échantillon.

Sur la station de la Lembi, la PPT-NC offre une très bonne image de la richesse spécifique qui est aussi élevée que celle obtenue par pêche complète. Sur les poissons, l'image du peuplement décrit par la richesse spécifique est identique pour les deux protocoles.



## Proportions relatives

### Station CBN40

Les deux graphiques ci-après (Cf. Figure 24) montrent les proportions de chaque espèce dans les échantillons obtenus en pêche complète et en PPT-NC sur la station CBN40.

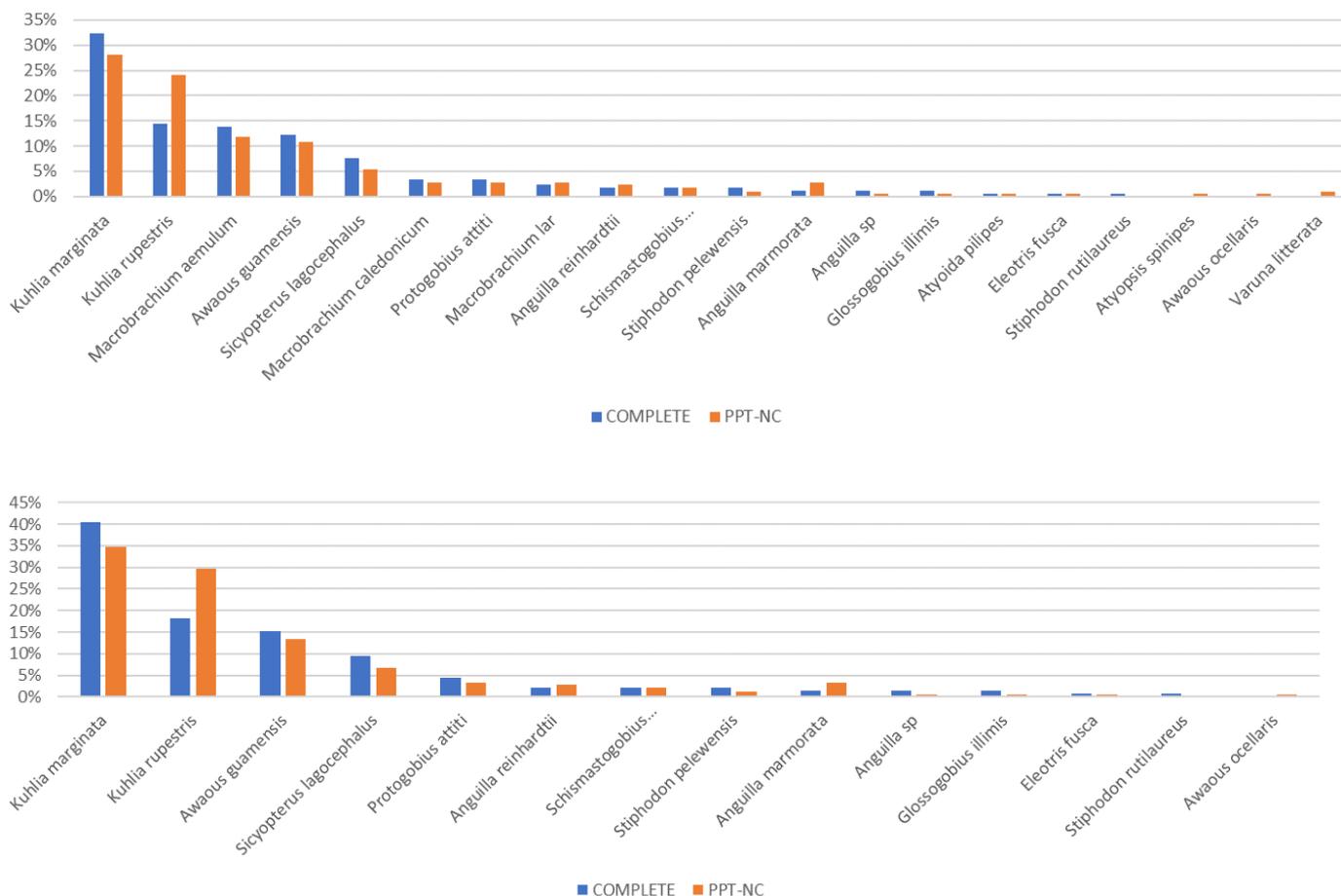


Figure 24 Proportions relatives de chaque espèce pour la pêche complète et la PPT-NC sur la station CBN40 (en haut : tous les taxons ; du bas : uniquement les poissons)

Que ce soit avec ou sans la prise en compte des crevettes et crabes, les résultats montrent une concordance forte sur cette station. En termes de dominance numérique dans les échantillons, toutes les espèces sont classées exactement dans le même ordre pour les deux protocoles et dans des proportions très comparables. On remarquera juste une différence concernant *Kuhlia rupestris*, plus représentée au sein de l'échantillon de PPT-NC (24%) que dans celui de la pêche complète (14%).

## Station Lembi

Sur la station de la Lembi on remarque aussi de fortes similarités dans les échantillons au niveau des espèces dominantes et plus largement du classement des espèces en termes de représentativité (Cf. Figure 25 ci-dessous)

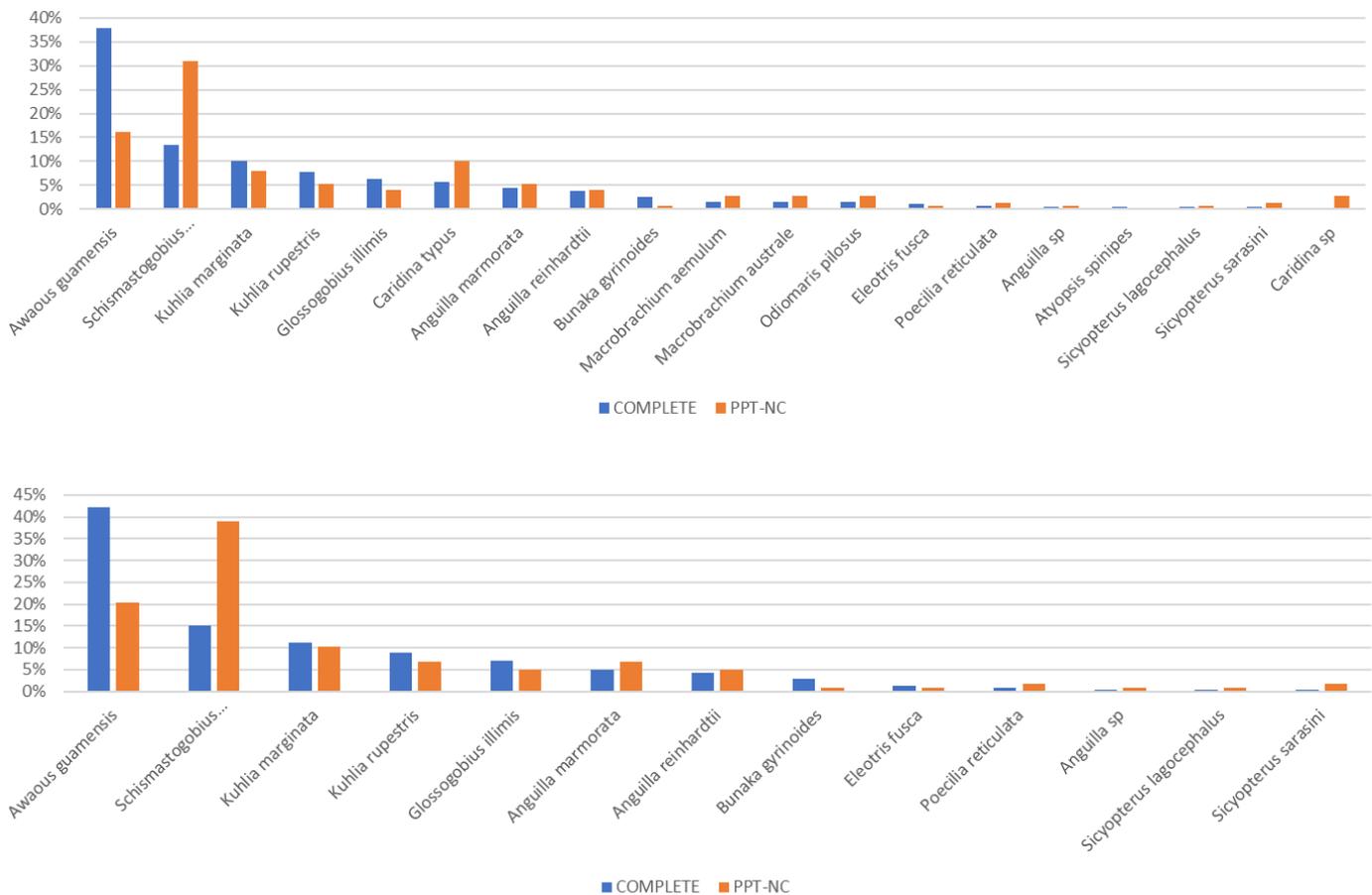
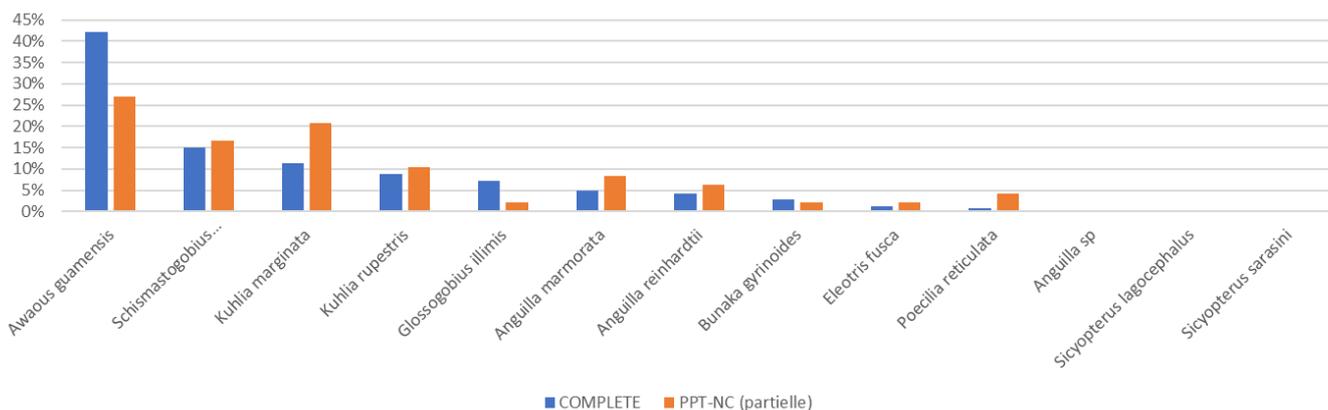


Figure 25 Proportions relatives de chaque espèce pour la pêche complète et la PPT-NC sur la station CBN40 (en haut : tous les taxons ; du bas : uniquement les poissons)

La principale différence (que ce soit avec ou sans prise en compte des crevettes dans les échantillons) réside dans le classement des deux espèces dominantes. En pêche complète, c'est *Awaous guamensis* qui domine (38 % contre 13 % pour *Schismatogobius fuligimentus*) alors que dans l'échantillon de pêche par traits c'est *Schismatogobius fuligimentus* qui domine dans des proportions quasi inverses à la pêche complète (31% contre 16 % pour *Awaous guamensis*). Cette différence trouve en partie son explication dans la représentativité des faciès pêchés. En effet, de très longs plats ont été pêchés en pêche complète et un seul radier a pu être échantillonné (les batteries disponibles des Martin-Pêcheur n'ont pu permettre d'aller échantillonner un radier supplémentaire). Or ces deux espèces sont justement assez sensibles à l'habitat, en particulier la vitesse de courant ; avec une certaine préférence pour les plats pour *Awaous guamensis* et pour les vitesses plus rapides

pour *Schismatogobius fuligimentus* (Charpin, *com. pers.*). Une plus grande représentation des radiers dans l'échantillon de pêche par traits (radier en aval de stations et en amont non échantillonnés en pêche complète) peut donc probablement expliquer la dominance de *Schismatogobius fuligimentus*. C'est d'ailleurs ce que confirment les résultats très similaires de la *Figure 26* ci-après comparant les proportions obtenues par la pêche complète et celles obtenues en pêche par trait mais uniquement sur les traits communs à la station de pêche complète (N = 35 traits, cf. *Figure 23*).



*Figure 26 Proportions relatives de chaque espèce de poissons dans les échantillons en pêche complète et en PPT-NC (uniquement sur les traits qui recouvrent les deux protocoles) sur la station de la Lembi*

### 2.3.5 Conclusion

Les analyses menées sur les échantillons obtenus avec les deux protocoles sur le Creek Baie Nord 40 et sur la Lembi confortent le choix de l'adaptation du protocole de pêche par traits pour la Nouvelle-Calédonie sur les milieux trop larges pour appliquer la pêche complète. Les résultats, que ce soit en termes de richesse spécifique, de composition du peuplement ou encore d'abondances relatives des différentes espèces au sein des échantillons, sont très similaires et valident la représentativité de la pêche par traits. Cette expérience a également montré l'intérêt d'un allongement de la longueur des stations pour la pêche par trait, qui permet statistiquement une meilleure représentativité de certains habitats et l'augmentation de la probabilité de capture d'espèces peu représentées.

**La pêche par traits Nouvelle-Calédonie apporte donc une information fiable sur les principales métriques décrivant les peuplements, en donnant une image quasi identique à celle obtenue par la pêche complète.**



## 2.4 Comparaison des matériels de pêche / types de courant : EFKO-1500 (courant continu) vs. Martin Pêcheur (courant pulsé)

### 2.4.1 Introduction

La pêche électrique peut être pratiquée avec différents appareils dont les caractéristiques sont très variables que ce soit en termes de volume/encombrement, de poids, de maniabilité mais aussi et surtout en termes de type de courant délivré. On distingue globalement les matériels portatifs et les matériels lourds et dans chacune de ces catégories, un grand nombre de modèles présentant des avantages et inconvénients en matière de maniabilité, types de courants, gamme de réglages... Deux grands types de courant sont le plus souvent utilisés : le courant continu et le courant pulsé ; ce dernier, du fait de son caractère intermittent (impulsions), est souvent considéré comme moins efficace (mais cela dépend des réglages, en particulier le voltage, la fréquence, le « *duty-cycle* » ...). En Nouvelle-Calédonie, le choix de matériels portatifs pour la réalisation des études et suivis piscicoles s'est imposé très tôt compte tenu des difficultés d'accessibilité de la plupart des cours d'eau. Parmi les matériels portatifs, on distingue les appareils thermiques et les appareils sur batterie. D'après les données disponibles, le matériel sur batterie est assez exclusivement utilisé, en particulier le Martin-Pêcheur (®Dream Electronics), matériel assez simple d'utilisation et robuste et qui utilise un courant pulsé avec relativement peu de réglages : deux fréquences (100 ou 400 Hz), 4 niveaux de voltage et un variateur de « *duty cycle* » (entre 0 et 100%).

Il est assez connu que le type d'appareil et surtout le type de courant et de réglages sont assez déterminants dans les résultats obtenus. En effet, la pêche électrique, sans doute la méthode la plus répandue dans le monde pour l'étude et le suivi des poissons en cours d'eau, repose sur une réaction neuromusculaire des poissons soumis à un champ électrique, qui le force à nager vers l'anode jusqu'à s'immobiliser (tétanie), ce qui permet sa capture relativement aisément par les opérateurs munis d'épuisettes. Mais l'efficacité de ce phénomène dépend des caractéristiques du courant, des caractéristiques du milieu (température et conductivité principalement) et des caractéristiques des espèces. L'influence des types de courant et des réglages sur les réactions des poissons et les résultats de la pêche électrique ont été étudiés depuis longtemps (Cuinat, 1968 ; Lamarque, 1968, et 1990 ; Reynolds, 1983 ; Beaumont, 2011). Plus récemment, Pottier *et al.* (2022) se sont penchés en détail sur la question et ont proposé une méthode pour aider à une certaine standardisation des réglages. Dans tous les cas, le meilleur réglage est un compromis entre l'optimisation de la réaction du poisson pour faciliter sa capture et la réduction des blessures pouvant être occasionnées par la réaction neuromusculaire (brûlures, hémorragie,

rupture de la colonne vertébrale...) en cas de mauvais réglage.

Lors de la précédente mission, les faibles densités capturées et le type de peuplement (pas mal d'espèces benthiques de petite taille), combinés à des conductivités relativement faibles, avaient interrogé sur le type d'appareil, de courant et de réglage utilisé. Il nous paraissait important à l'occasion de cette nouvelle mission de vérifier si un autre type de courant/appareil, en l'occurrence un courant continu délivré par un matériel thermique, ne donnerait pas de meilleurs résultats que le matériel à courant pulsé. Un matériel FEG-1500 (EFKO), largement utilisé en métropole, a été sélectionné pour ce test, en raison notamment de son poids limité (environ 15Kg) mais nettement supérieur au Martin-Pêcheur (environ 10 Kg). Les deux appareils ont par ailleurs un encombrement similaire.



*Photos 4 : Aperçu des deux appareils : à gauche l'EFKO FEG-1500 (en attente) ; à droite le Martin-Pêcheur en action de pêche*

Sur la base d'expériences similaires réalisées en métropole (Pottier, 2017), nous avons proposé un plan d'échantillonnage permettant d'évaluer l'effet d'une différence de courant électrique sur un certain nombre de stations.

## **2.4.2 Matériel et méthode**

### **a) Stations échantillonnées**

Sans chercher un résultat totalement généralisable qui nécessiterait de constituer un jeu de données sur

quelques dizaines d'opérations, nous avons visé un échantillonnage minimal de stations permettant d'avoir une vision, si ce n'est statistique, au moins multiple sur différents types de cours d'eau, situés *a minima* dans différentes hydro-écorégions de la Grande Ile. Compte tenu des contraintes financières, logistiques et humaines de la mission, l'expérience a porté sur 6 stations, en prenant en compte les deux méthodes d'échantillonnage testées : la pêche complète et la pêche partielle par trait. Ainsi les stations de la Néhoué, d'un affluent de la Néhoué dans le même secteur, de la Nepia, d'un affluent de la Nepia dans le même secteur, de la Farino et de la Tibarama ont été échantillonnées selon le protocole visant à comparer l'influence des matériels/type de courant (Cf. Figure 27 ci-dessous).



Figure 27 Stations échantillonnées pour la comparaison des appareils

Le Tableau 15 Principales caractéristiques des stations retenues pour comparer les matériels de pêche électrique/type de courant présente les principales caractéristiques des stations échantillonnées pour comparer les types de matériels/courants électriques. Il s'agit de stations de gabarits petits à moyens, avec des largeurs mouillées moyennes variant de 3,4 (AffINepia) à 10,4m (Néhoué), des profondeurs moyennes variant de 0,1 (AffINepia) à 0,4m (Néhoué), avec une gamme de conductivités assez étendue (de 75 pour l’AffINepia à 245  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour la Néhoué).

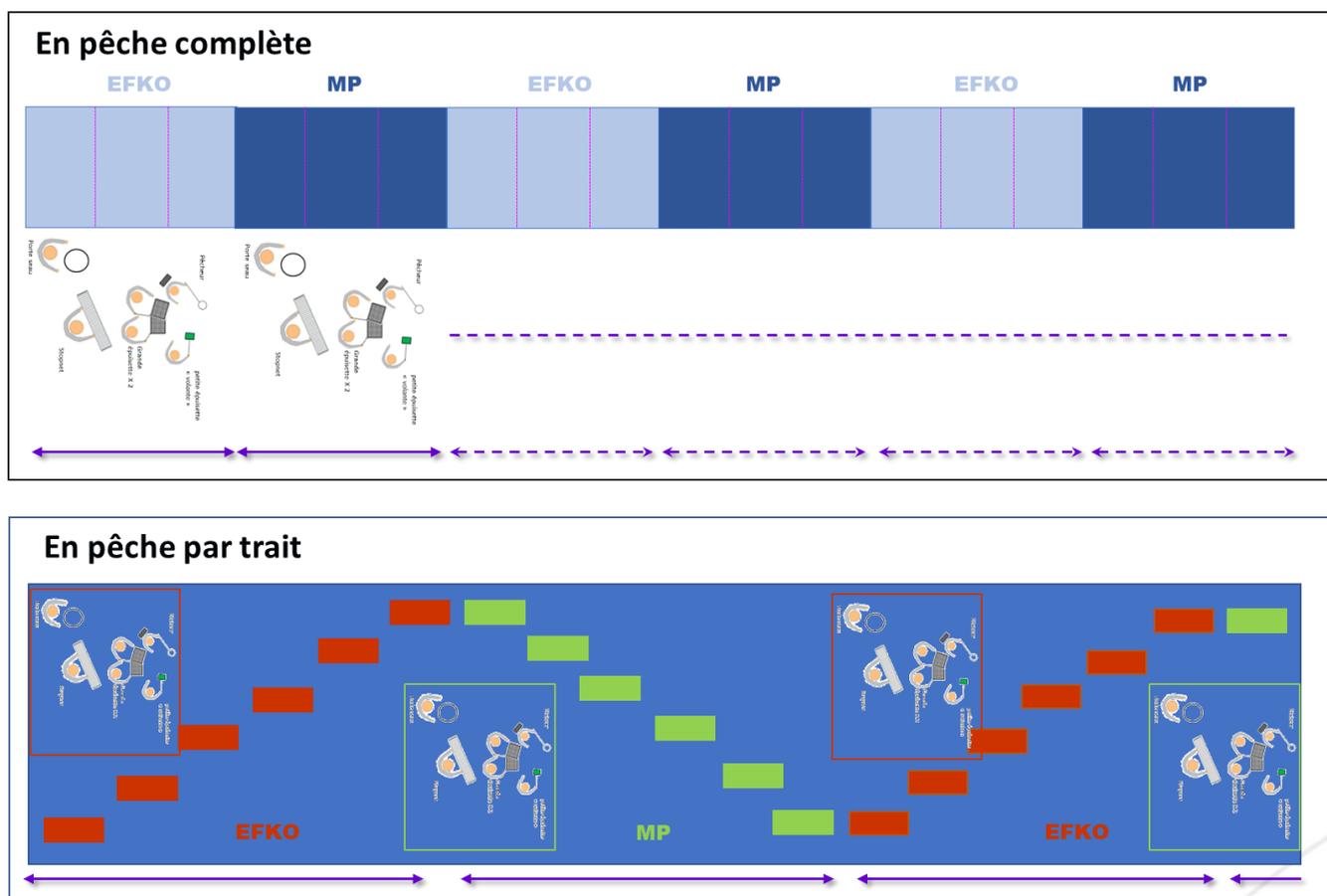
Tableau 15 Principales caractéristiques des stations retenues pour comparer les matériels de pêche électrique/type de courant (HER=Hydroécocorégion ; LONG = longueur de la station ; LARG\_moy = largeur moyenne de la station ; PROF\_moy= profondeur moyenne de la station ; COND = conductivité ; TEMP= température)

STATION	HER	DATE	LONG (m)	PROTOCOLE	LARG_moy (m)	PROF_moy (m)	COND ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	TEMP (°C)
Aff NEHOUE	B-Plaine LittOuest (C-CollSchistPteN)	05/07/2022	164	COMPLET	2.9	0.2		
Tibarama	G-ChaineCentr	06/07/2022	140	COMPLET	3.7	0.3	222	22.4
Aff NEPIA	G-ChaineCentr	07/07/2022	100	COMPLET	3.4	0.1	75	23.2
FARINO	B-Plaine LittOuest (G-ChaineCentr)	08/07/2022	140	COMPLET	3.9	0.2	128	22.3
NEHOUE	B-Plaine LittOuest (C-CollSchistPteN)	05/07/2022	400	PPT	10.4	0.4	245	21.4
NEPIA	G-ChaineCentr	07/07/2022	400	PPT	9.0	0.3	82	22.4

## b) Protocole d'échantillonnage

Le test repose sur le principe d'une répétition de plusieurs séquences d'échantillonnage avec la méthode retenue pour la station conformément au guide technique, c'est-à-dire une pêche complète si largeur moyenne inférieure ou égale à 9m (+/-1m) et une pêche partielle par trait dans les autres situations.

Les principes du protocole de comparaison des appareils de pêche est décrit dans la *Figure 28* ci-dessous.



*Figure 28 Principe du protocole de comparaison des matériels de pêche électrique. En haut dans le cas d'une pêche complète ; en bas dans le cas d'une pêche partielle*

Dans le cas d'une pêche complète (en haut dans la figure), la station est découpée en sections d'au moins 10m, comparables en termes de dimensions et de types d'habitat ; le nombre et la longueur de chaque section dépendant de la longueur de la station. Chaque section, séparée idéalement par une « discontinuité » de terrain (radier...), est échantillonnée séparément par une équipe de pêche « type » (i.e. porteur d'anode, époussette volantes, époussettes barrières, « stopnet » et porteur de vivier) en alternant l'utilisation d'un appareil de type

EFKO puis de type MP (avec la même équipe de pêche par station). Chaque section est décrite par la réalisation des transects.

Dans le cas d'une pêche par trait (en bas dans la figure), le porteur d'anode change d'appareil après chaque traversée et on répète cette alternance jusqu'à atteindre le nombre de traits voulus (l'équipe de pêche ne change pas sur la station). Chaque appareil échantillonne donc le même nombre de traits, ajusté si besoin sur les derniers traits/traversés.

Dans tous les cas, la biométrie est réalisée séparément pour chaque appareil, de façon à ce que chaque poisson (ou crevette) ou lot, soit attribué à l'appareil correspondant. Les éventuelles blessures apparentes sont également relevées par poisson, pour examiner un possible lien avec le type d'appareil/courant/réglage.

### c) Analyse des données

Pour chaque station, on compare les résultats par appareil à travers la richesse spécifique, la densité totale et la composition (effectif par espèce). On peut considérer les poissons et crevettes, seuls ou groupés, par station ou pour l'ensemble des stations. En regroupant l'ensemble des données, on peut rechercher les différences globales entre appareil, en considérant chaque station comme un réplica.

## 2.4.3 Résultats

### a) Résultats par station

#### **Affluent Néhoué**

Sur cet affluent de la Néhoué, cours d'eau de petit gabarit et de faible profondeur et prospecté par pêche complète, 6 espèces ont été capturées tous appareils confondus (Cf. Tableau 16Tableau 17*ci-dessous*) : 4 espèces de poissons (*Awaous guamensis*, *Anguilla marmorata*, *Eleotris fusca* et *Kuhlia rupestris*) et 2 espèces de crevettes (*Macrobrachium aemulum* et *Caridina typus*), avec des effectifs par espèce très faibles (<10 ind.), excepté pour *Macrobrachium aemulum* (Cf. Figure 29 page suivante).

Tableau 16 Richesses et effectifs spécifiques par appareil - AfflNéhoué

Appareils	NbSp_TOT	Eff_TOT	NbSp_POIS	Eff_POIS	NbSp_CREV	Eff_CREV
EFKO	6	27	4	12	2	15
MP	5	8	3	4	2	4
TOT	6	35	4	16	2	19

Toutes méthodes confondues, à part *M. aemulum* (MAEM), il n’y a pas vraiment d’espèce dominante. En termes de richesse, on observe un léger avantage pour l’EFKO (6 au lieu de 5) lié à la capture d’une espèce de poisson supplémentaire : *A. guamensis* (AGUA). De même les effectifs sont un peu plus élevés dans l’échantillon de l’EFKO pour toutes les espèces sauf pour une des crevettes (*Caridina typus*) ; avec la différence la plus marquée enregistrée pour l’autre crevette (MAEM).

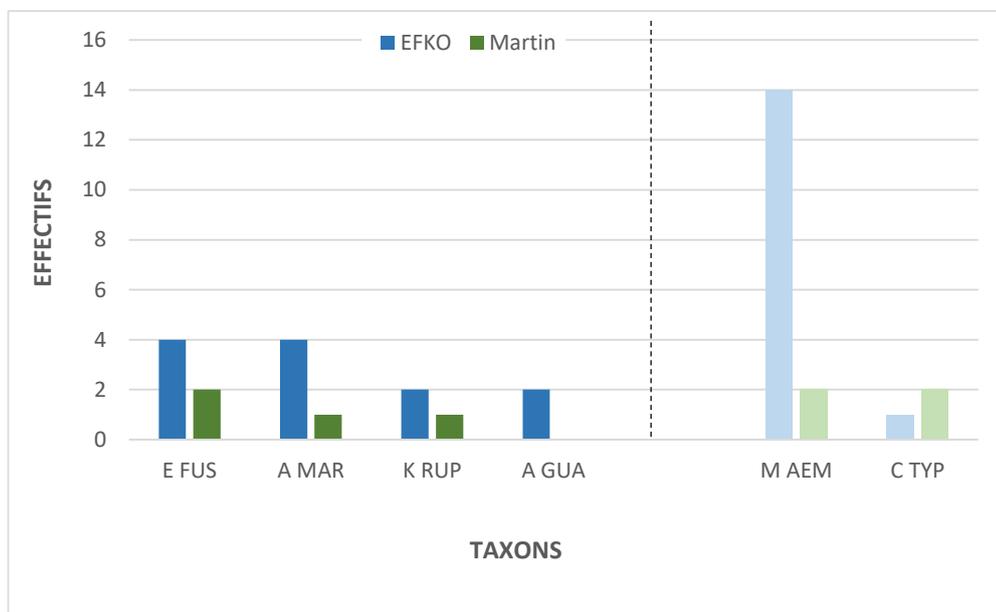


Figure 29 Effectifs par espèce et par appareil (à gauche du trait pointillé, les espèces de poissons ; à droite les crevettes) – AffINéhoué. En bleu les résultats pour l’EFKO ; en vert pour le Martin-Pêcheur (MP)

En termes de blessures, 2 « traumatismes » ont été constatés pour chaque appareil.

## Affluent Nepia

Sur cet affluent de la Nepia, cours d'eau de petit gabarit et de faible profondeur, prospecté par pêche complète, 9 espèces ont été capturées tous appareils confondus (Cf. Tableau 17 ci-après) : 4 espèces de poissons (*Eleotris fusca*, *Anguilla marmorata*, *Sicyopterus lagocephalus* et *Kuhlia rupestris*) et 5 espèces de crevettes dont 1 *Caradina* indéterminée (*Caradina sp.*, *Macrobrachium lar*, *Caridina typus*, *Macrobrachium aemulum*, *Caridina serratiostris*), avec des effectifs par espèce très faibles (<10 ind.) pour les poissons et assez élevés pour les crevettes (excepté *C. serratiostris*) (Cf. Figure 30 ci-après).

Tableau 17 Richesses et effectifs spécifique par appareil - AffINepia

Appareils	NbSpTOT	EffTOT	NbSp_POIS	EffTOT_POIS	NbSp_CREV	EffTOT_CREV
EFKO	7	204	3	18	4	186
MARTIN	9	131	4	13	5	118
TOT	9	335	4	31	5	304

En termes de richesse, on observe un certain avantage pour le Martin-Pêcheur (9 espèces au lieu de 7), lié à la capture d'une espèce de poisson (*Kuhlia rupestris*) et d'une espèce de crevette (*C. serratiostris*) supplémentaires, respectivement un et deux individus.

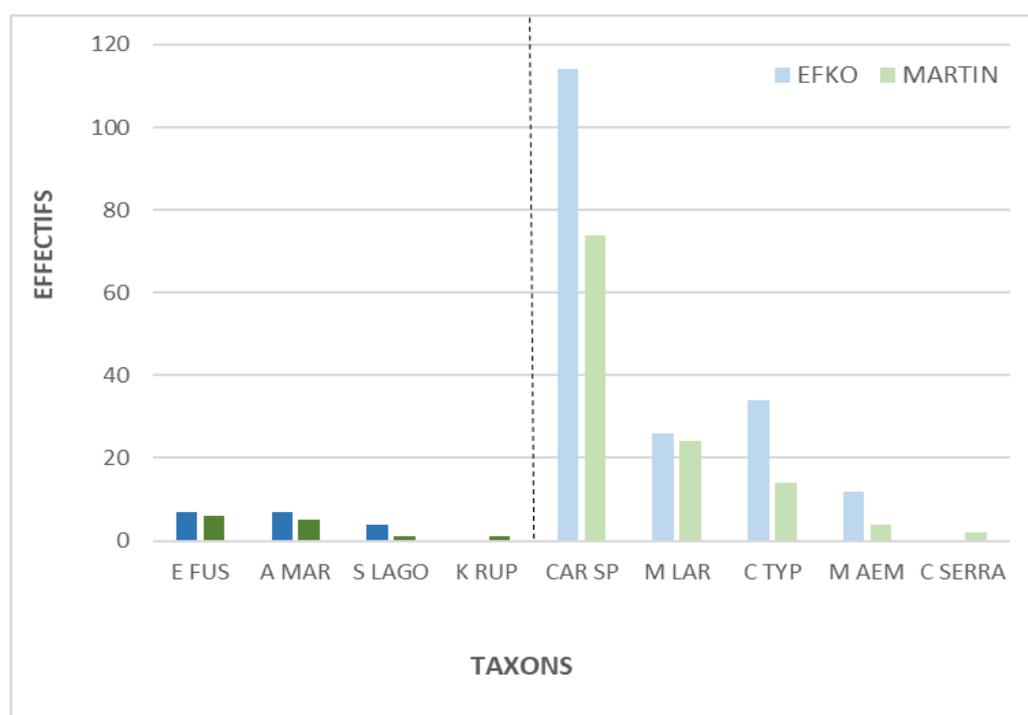


Figure 30 Effectifs par espèce et par appareil (à gauche du trait pointillé, les espèces de poissons ; à droite les crevettes) – AffINepia. En bleu les résultats pour l'EFKO ; en vert pour le Martin-Pêcheur (MP)

Toutes méthodes confondues, à part *Caradina sp.* (CARSP), il n'y a pas vraiment d'espèce dominante.

A l'inverse, les effectifs sont un peu plus élevés dans l'échantillon de l'EFKO pour toutes les espèces capturées par les deux méthodes ; la différence la plus marquée étant enregistrée pour CARSP.

Concernant les blessures/dommages sur les poissons on a observé :

- concernant les « poissons disloqués », 5 *Eleotris fusca* ont été recensés pour le MP contre 4 pour l'EFKO ;
- concernant les « brûlures », on en recense 1 pour le MP, contre 4 pour l'EFKO.

On observe donc assez peu de différences entre appareils sur ces aspects.

## Tibarama

Sur la Tibarama, cours d'eau de petit gabarit et de profondeur moyenne, prospecté par pêche complète, 18 espèces ont été capturées tous appareils confondus (Cf. Tableau 18 Richesses et effectifs spécifiques par appareil ci-après) : 13 espèces de poissons (*Eleotris fusca*, *Kuhlia rupestris*, *Sicyopterus lagocephalus*, *Giuris viator*, *Anguilla marmorata*, *Stiphodon rutilaureus*, *Anguilla megastoma*, *Gymnothorax polyuranodon*, *Kuhlia marginata*, *Schismatogobius fuligimentus* et *Stenogobius yateiensis*) dont deux taxons indéterminées (*Eleotris sp.* et *Anguilla sp.*), et 5 espèces de crevettes (*Macrobrachium lar*, *Macrobrachium australe*, *Atyopsis spinipes*, *Macrobrachium aemulum*), dont 1 *Caradina* indéterminée (*Caradina sp.*) (Cf. Figure 31 page suivante). Les effectifs capturés par espèce sont moyennement élevés (>10 ind.) pour les principales espèces de poissons et de crevettes (10 à 100 ind.). Chez les poissons, *E. fusca* (EFUS) domine assez nettement, suivie de *K. rupestris* (KRUP), *S. lagocephalus* (SLAGO) et *G. viator* (GVIA) ; pour les crevettes, *M. lar* domine (MLAR), suivie de *M. australe* (MAUS) et *Caradina sp.* (CARSP).

Tableau 18 Richesses et effectifs spécifiques par appareil - Tibarama

Appareils	NbSpTOT	EfTTOT	NbSp_POIS	EffTOT_POIS	NbSp_CREV	EffTot_CREV
EFKO_tot	18	130	13	76	5	54
MP_tot	18	211	13	111	5	100
TOT	18	341	13	187	5	154

En termes de richesse, il y a une parfaite égalité entre les résultats des deux appareils, que ce soit pour les poissons ou les crevettes.

En termes d'effectifs, on observe un avantage global au Martin-Pêcheur (MP) qui conduit à la capture de près du double d'individus pour les crevettes et un peu moins pour les poissons ; cet avantage pouvant varier entre espèces (assez net pour GVIA, KRUP, MAUS ; faible pour EFUS, AMAR, MLAR).

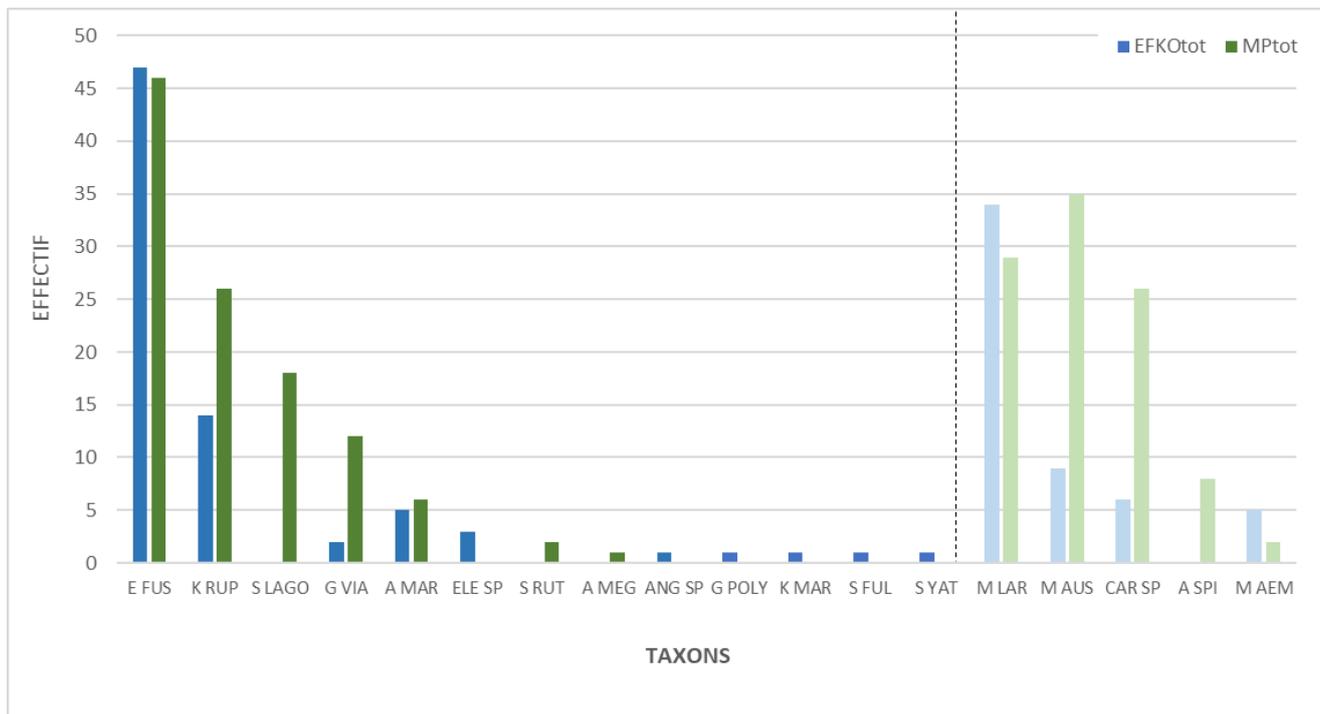


Figure 31 Effectifs par espèce et par appareil (à gauche du trait pointillé, les espèces de poissons ; à droite les crevettes) – Tibarama. En bleu les résultats pour l'EFKO ; en vert pour le Martin-Pêcheur (MP)

Trois espèces de poissons (SLAGO, SRUT et *A. megastoma* (AMEG)) et une espèce de crevette (*A. spinipes* (ASPI)) sont capturées uniquement par le MP ; mais 4 espèces de poissons (*G. polyuranodon*, *K. marginata*, *S. fuligimentus* et *S. yateiensis*), ou 6 si on prend en compte ELESP et ANGSP, sont capturées uniquement par l'EFKO.

Enfin, concernant les blessures/dommages sur les poissons, on a observé :

- 14 brûlures pour le MP contre 3 recensées pour l'EFKO ;
- 36 poissons disloqués pour le MP (non répertorié pour l'EFKO) ;
- 3 poissons morts pour le MP contre 5 pour l'EFKO.

Soit un peu plus de cas pour le Martin-Pêcheur, mais dans des ordres de grandeur assez similaires.

## Farino

Sur la Farino, cours d'eau de petit gabarit et de faible profondeur prospecté par pêche complète, 13 espèces ont été capturées tous appareils confondus (Cf. Tableau 19 ci-après) : 7 espèces de poissons (*Anguilla reinhardtii*, *Awaous guamensis*, *Poecilia reticulata*, *Xiphophorus hellerii*, *Anguilla marmorata*, *Anguilla megastoma*,) dont une indéterminée (*Anguilla* sp.) et 6 espèces de crevettes (*Macrobrachium aemulum*, *Caridina typus*, *Macrobrachium lar*, *Macrobrachium australe*, *Atyopsis spinipes*), dont 1 *Caradina* indéterminée (*Caradina* sp.) (Cf. Figure 32 ci-après).

Tableau 19 Richesses et effectifs spécifique par appareil – Farino

Appareils	NbSpTOT	EfTTOT	NbSp_POIS	EffTOT_POIS	NbSp_CREV	EffTot_CREV
EFKO	12	324	6	45	6	279
MARTIN	11	172	6	45	5	127
TOT	13	496	7	90	6	406

En termes d'effectifs, on observe globalement un léger avantage à l'EFKO qui conduit à la capture de plus du double d'individus pour certaines espèces de crevettes ; les écarts étant plus ténus et plus variables pour les poissons.

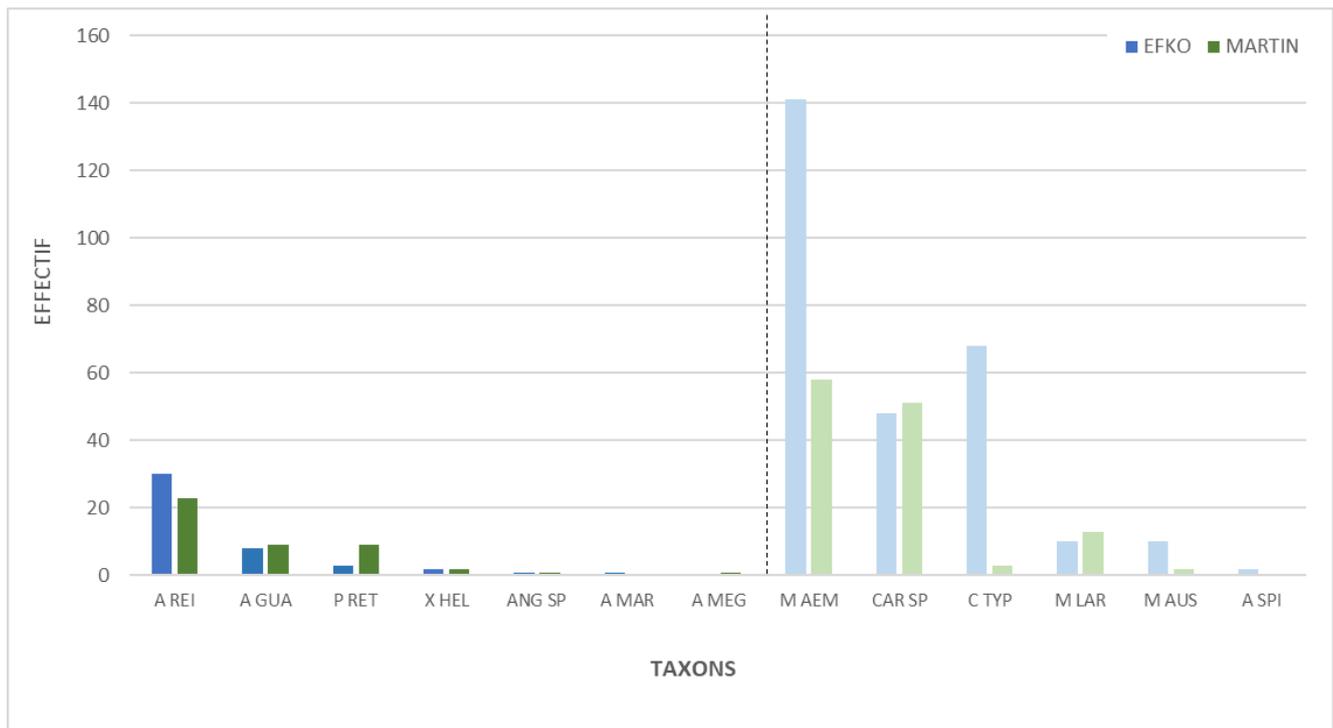


Figure 32 Effectifs par espèce et par appareil (à gauche du trait pointillé, les espèces de poissons ; à droite les crevettes) - Farino. En bleu les résultats pour l'EFKO ; en vert pour le Martin-Pêcheur (MP)

Les effectifs capturés par espèce sont moyennement élevés (>10 ind.) pour les principales de poissons et de crevettes (2 à 200). Chez les poissons, *A. reinhardtii* (AREI) domine assez nettement, suivi de *A. guamensis* (AGUA) et *P. reticulata* (PRET). Pour les crevettes, *M. aemulum* (MAEM) domine très nettement, suivie de *Caradina sp.* (CARSP) et *C. typus* (CTYP).

Une espèce de poisson (*A. marmorata* - AMAR) et une espèce de crevette (*A. spinipes* - ASPI) sont capturées uniquement par l'EFKO, alors qu'une espèce de poisson (*A. megastoma* - AMEG) est capturée uniquement par le Martin-Pêcheur, ce qui est assez équilibré.

Enfin, concernant les blessures, on a observé uniquement 1 poisson mort pour l'EFKO.

## Nepia

Sur la Nepia, cours d'eau de gabarit moyen et de profondeur moyenne prospecté en pêche partielle par traits, 21 espèces ont été capturées tous appareils confondus (Cf. Tableau 20 ci-après) : 13 espèces de poissons (*Sicyopterus lagocephalus*, *Kuhlia rupestris*, *Eleotris fusca*, *Anguilla marmorata*, *Schismatogobius fuligimentus*, *Awaous guamensis*, *Stiphodon pelewensis*, *Kuhlia marginata*, *Anguilla reinhardtii*, *Anguilla megastoma*, *Bunaka gyrinoides*, *Anguilla australis* et *Hypseleotris cyprinoides*) et 8 espèces de crevettes (*Macrobrachium aemulum*, *Caridina typus*, *Atyopsis spinipes*, *Macrobrachium australe*, *Macrobrachium lar*, *Caridina serratirostris* et *Varuna litterata*), dont 1 *Caradina* indéterminée (*Caradina sp.*) (Cf. Figure 33 page suivante).

Tableau 20 Richesse spécifique et effectifs par appareil - Nepia

Appareils	NbSpTOT	EfTTOT	NbSp_POIS	EffTOT_POIS	NbSp_CREV	EffTot_CREV
EFKO	19	425	11	136	8	289
MARTIN	17	431	11	167	6	264
TOT	21	856	13	303	8	553

En termes de richesse, on observe un léger avantage à l'EFKO (19 espèces contre 17) mais la différence porte uniquement sur les crevettes (2 espèces en plus et faible effectif).

Les effectifs capturés par espèce sont relativement élevés pour les principales espèces de poissons (>10 ind.) et de crevettes (20 à plus de 300). Chez les poissons, *S. lagocephalus* (SLAGO) domine assez nettement, suivie de *K. rupestris* (KRUP), *E. fusca* (EFUS) et *A. marmorata* (AMAR). Pour les crevettes, *Caradina sp.* (CARSP) domine très largement, suivie par *M. aemulum* (MAEM).

En termes d'effectifs, globalement pas de différence significative, les écarts entre méthodes étant variables selon les espèces que ce soit pour les poissons ou les crevettes. Pour les poissons, le plus fort écart relatif concerne *K. rupestris* (KRUP) à l'avantage du Martin-Pêcheur (MP). Pour les crevettes les plus forts écarts concernent MAEM et CARSP, à l'avantage de l'EFKO pour la première et du MP pour la seconde.

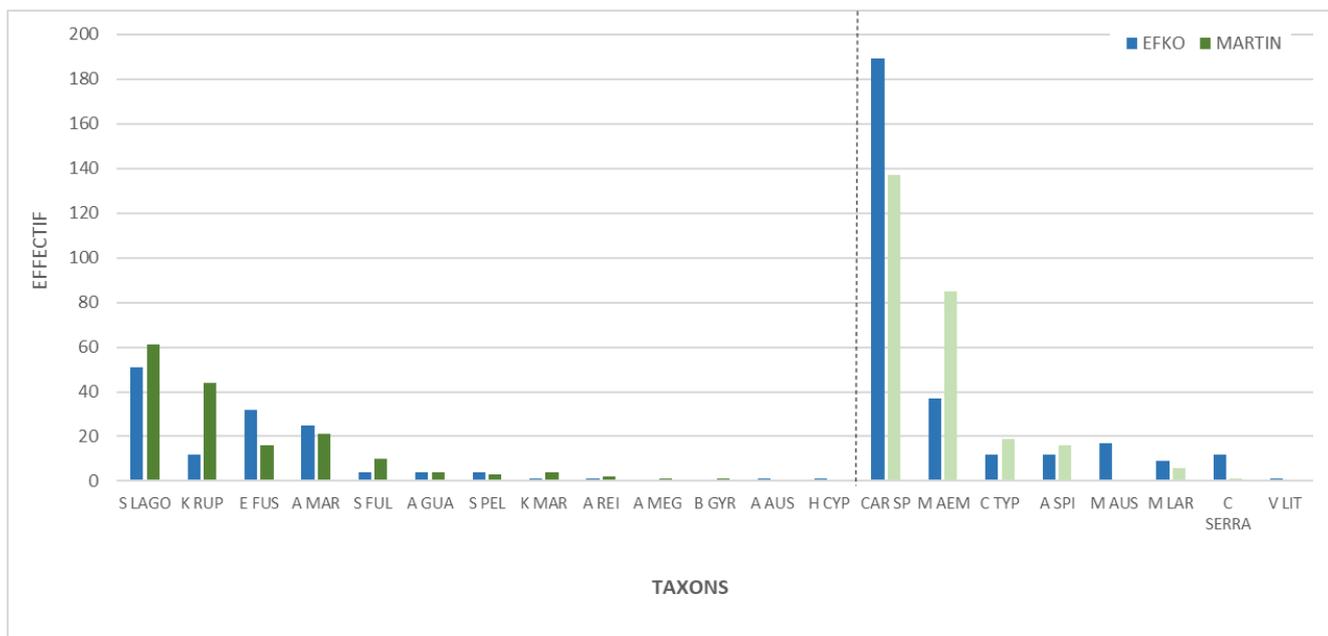


Figure 33 Effectifs par espèce et par appareil (à gauche du trait pointillé, les espèces de poissons ; à droite les crevettes) - *Nepia*. En bleu les résultats pour l'EFKO ; en vert pour le Martin-Pêcheur (MP)

Deux espèces de poissons (*A. australis* et *H. cyprinoides*) et deux espèces de crevettes (*M. australe* et *V. litterata*) sont capturées uniquement par l'EFKO et deux espèces de poissons (*A. megastoma* et *B. gyrinoides*) sont capturées uniquement par le MP.

Enfin, concernant les blessures, on a observé des résultats assez similaires, soit :

- 1 brûlure recensée pour l'EFKO contre 3 pour le MP ;
- 12 poissons disloqués pour l'EFKO contre 11 pour le MP ;
- aucun poisson mort pour l'EFKO contre 2 pour le MP.

## Néhoué

Sur la Néhoué, cours d'eau de gabarit moyen et de profondeur moyenne prospectée en pêche partielle par traits, 13 espèces ont été capturées tous appareils confondus (Cf. Tableau 21 ci-après) : 6 espèces de poissons (*Eleotris fusca*, *Kuhlia rupestris*, *Anguilla marmorata*, *Glossogobius illimis* et *Awaous guamensis*,) dont une anguille indéterminée (*Anguilla sp.*) et 7 espèces de crevettes (*Macrobrachium australe*, *Varuna litterata*, *Caridina typus*, *Caridina serratirostris*, *Macrobrachium aemulum* et *Atyopsis spinipes*), dont 1 *Caradina* indéterminée (*Caradina sp.*) (Cf. Figure 34 page suivante).

En termes de richesse, on observe un léger avantage à l'EFKO (11 espèces contre 9), mais la différence porte uniquement sur les crevettes (2 espèces en plus et faible effectif).

Tableau 21 Richesses et effectifs spécifiques par appareil – Néhoué

Appareils	NbSpTOT	EffTOT	NbSp_POIS	EffTOT_POIS	NbSp_CREV	EffTot_CREV
EFKO	11	53	5	14	6	39
MARTIN	9	42	5	27	4	15
TOT	13	95	6	41	7	54

Les effectifs capturés par espèce sont relativement faibles (<10 ind.) pour la plupart des espèces de poissons et de crevettes. Chez les poissons, *E. fusca* (EFUS) domine le peuplement, suivie de *K. rupestris* (KRUP), *A. marmorata* (AMAR) et *G. illimis* (GILL). Pour les crevettes, *Caradina sp.* (CARSP) domine très largement, suivie par *M. australe* (MAUS), *V. litterata* (VLIT) et *Caridina typus* (CTYP).

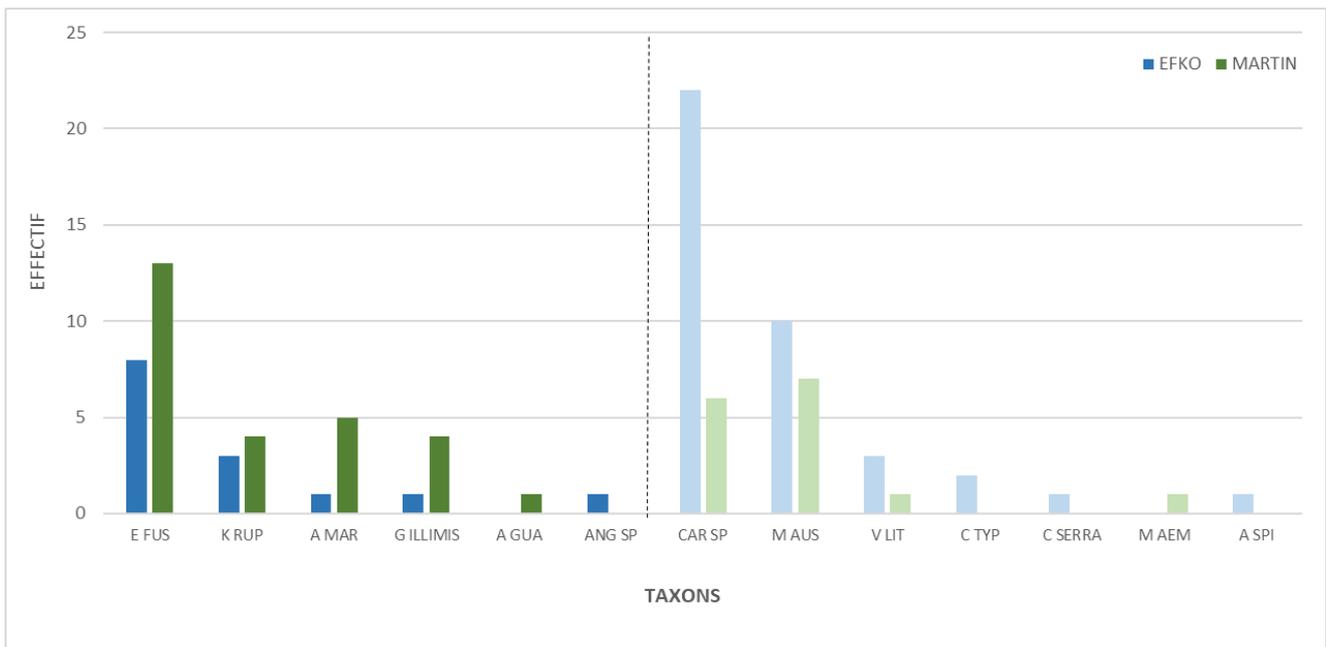


Figure 34 Effectifs par espèce et par appareil (à gauche du trait pointillé, les espèces de poissons ; à droite les crevettes) - Néhoué. En bleu les résultats pour l'EFKO ; en vert pour le Martin-Pêcheur (MP)

En termes d'effectifs, on observe une légère tendance à davantage d'individus capturés par le Martin-Pêcheur pour les poissons, alors que c'est l'inverse pour les crevettes (plus d'individus capturés par l'EFKO). Pour les poissons les écarts sont assez significatifs pour la plupart des espèces sauf pour KRUP, alors que pour les crevettes, seule *Caradina sp.* présente un écart important entre les appareils.

Une espèce de poisson indéterminée (*Anguilla sp.*) et trois espèces de crevettes (*V. litterata*, *C. serratiostris* et *A. spinipes*) sont capturées uniquement par l'EFKO contre une espèce de poissons (*A. guamensis*) et une espèce de crevette (*M. aemulum*) capturées uniquement par le MP, mais en effectifs très limités (un individu pour les poissons, un à quelques individus pour les crevettes).

Enfin, concernant les blessures, on n'observe pas de différences très significatives :

- 1 brûlure recensée pour l'EFKO (non recensé pour le MP) ;
- 4 poissons disloqués pour l'EFKO contre 9 pour le MP ;
- 1 poisson mort pour l'EFKO et une colonne vertébrale cassée pour le MP.

## b) Conclusion

Sur l'ensemble des résultats, si on considère les résultats par groupe taxonomique (poissons et crevettes) les espèces capturées par les deux appareils, on observe que pour les poissons, dans 9 cas les effectifs de l'EFKO sont supérieurs, alors que dans 12 cas, les effectifs du MP sont supérieurs. Pour les crevettes, dans 16 cas les effectifs de l'EFKO sont supérieurs, alors que dans 7 cas ce sont les effectifs du MP qui sont plus élevés.

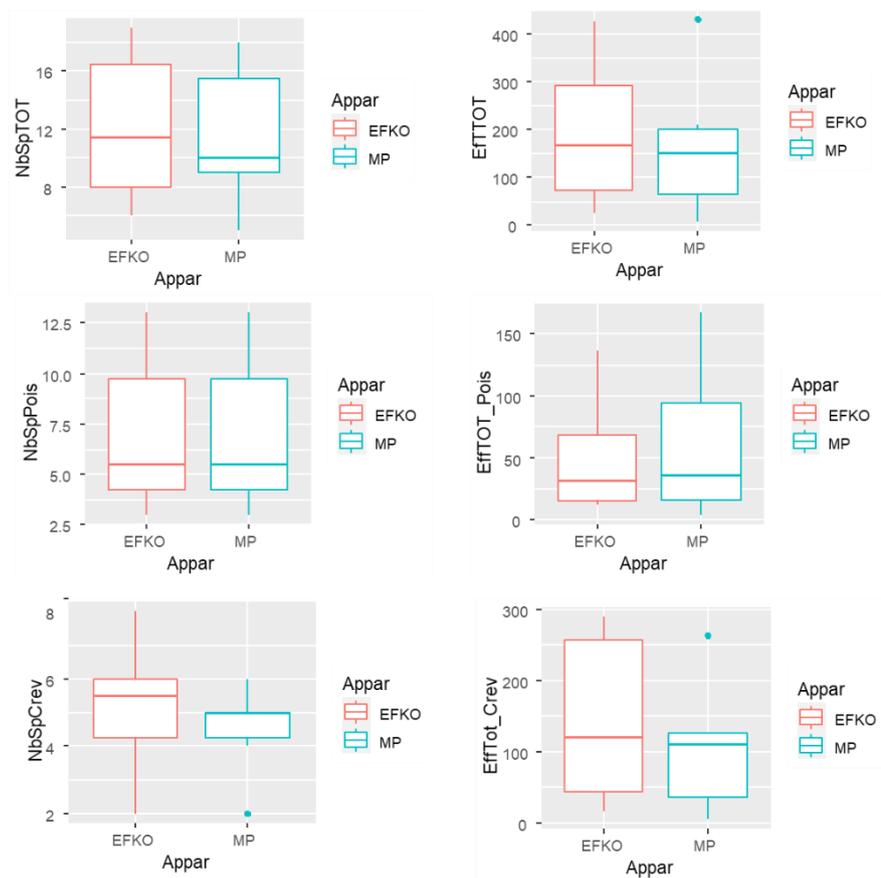


Figure 35 Boîtes à moustache des richesses spécifiques et effectifs (Total en haut, poissons seuls au milieu et crevettes seules en bas) en fonction du matériel de pêche électrique (EFKO en rouge vs Martin-Pêcheur-MP en bleu turquoise)

C'est ce qui ressort également de l'analyse globale des moyennes des richesses spécifiques et des effectifs globaux (Cf. Figure 35 page précédente). En effet on n'observe pas d'influence du matériel de pêche sur les effectifs et le nombre d'espèces. Même si richesse et densité en crevette apparaissent légèrement supérieures pour l'EFKO, on n'observe aucune différence statistiquement significative (Tableau 22 ci-dessous) (voir aussi analyses multivariées en annexe 2).

*Tableau 22 Résultats des analyses de variance non paramétriques (Kruskal-Wallis) sur les différents descripteurs du peuplement*

<b>Descripteurs Peuplement</b>	<b>Test KW (p-value)</b>
NbSpTOT	p-value = 0.63
NbSpPois	p-value = 1
NbSpCrev	p-value = 0.46
EffTOT	p-value = 0.87
EffPois	p-value = 0.94
EffCrev	p-value = 0.47

En conclusion, l'EFKO et le courant continu n'améliorent pas particulièrement l'efficacité de capture.

**Le courant continu généré par un appareil de pêche électrique thermique (EFKO) ne change pas significativement l'efficacité de capture des espèces poissons. Au mieux la richesse et la densité de crevettes sont très légèrement augmentées.**

**Le Martin-Pêcheur et l'utilisation d'un courant pulsé ne semble pas présenter de limite particulière, mais la question de la standardisation des réglages reste un point à approfondir.**

## 2.5 Test de l'utilisation de l'ADN environnemental

### 2.5.1 Introduction

L'ADN environnemental (ADNe) est utilisé de façon croissante dans les études d'inventaire et de suivi de la biodiversité (Taberlet *et al.* 2012 a et b), en particulier dans les milieux aquatiques (Ficetola *et al.*, 2008 ; Dejean *et al.*, 2011 ; Rees *et al.*, 2014). Cette technique dite « non invasive », en ce sens qu'elle ne perturbe ni le milieu, ni les espèces ciblées, ni les autres communautés biologiques, consiste à échantillonner dans le milieu naturel les traces biologiques de toutes sortes laissées par les organismes vivants (fèces, cellules épithéliales, individus ou parties d'individus morts...).

Plusieurs méthodes d'analyses génétiques existent dans ce domaine et contrairement au *barcoding* qui focalise sur la recherche d'un seul taxon, la technique du *metabarcoding* permet de détecter plusieurs taxons d'un groupe/niveau taxonomique défini, à partir d'un même échantillon prélevé.

L'utilisation de l'ADNe dans le suivi des populations de poissons a connu un fort engouement depuis une dizaine d'années, que ce soit en milieu marin (par ex. Judel *et al.*, 2020), estuarien (par ex. Clark *et al.*, 2020 ; Nagarajan *et al.*, 2022), ou dans les eaux douces (lacs/étangs, rivières...). Pour les cours d'eau, des éléments méthodologiques ont été particulièrement étudiés en métropole depuis 2011, ayant abouti à une proposition de méthode standardisée, mise en œuvre depuis plusieurs années dans un certain nombre d'études de référence (Miaud *et al.*, 2013 ; Civade *et al.*, 2016 ; Valentini *et al.*, 2016 ; Pont *et al.*, 2018).

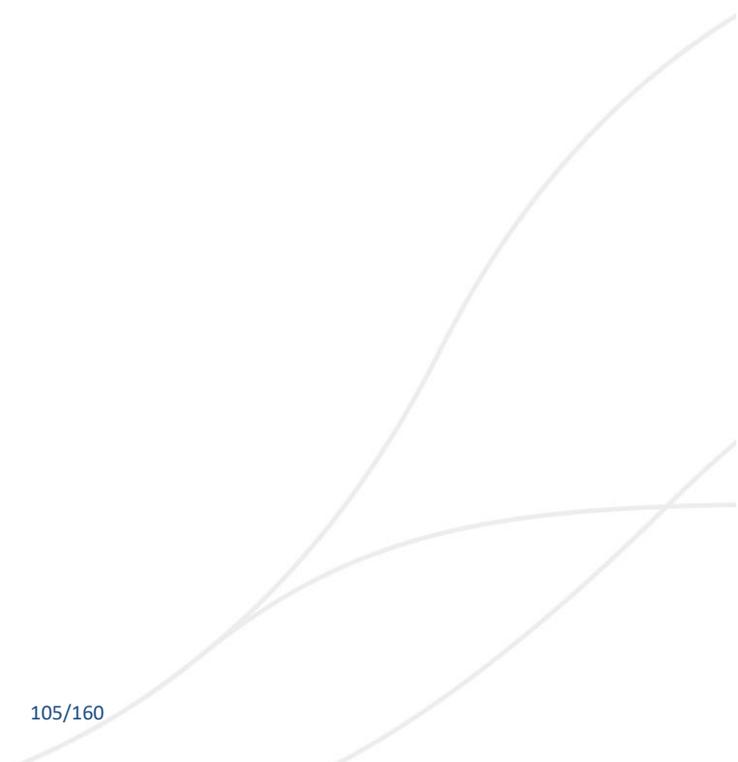
En pratique, cette méthode standardisée par le laboratoire SPYGEN et partenaires, consiste d'abord à filtrer directement dans la rivière, dans un faciès propice (par ex. plat courant) et à l'aide d'un dispositif spécialement élaboré, un échantillon d'eau d'environ 30L (soit environ 30min. de filtration). Puis après amplification/séquençage et traitements bio-informatiques adaptés, les séquences d'ADNe sont affectées aux différents taxons par l'intermédiaire d'une base génétique de référence et dénombrés (voir détails dans Grondin *et al.*, 2019 par exemple).

Compte tenu des perspectives offertes par ce type de méthode, nous avons utilisé l'ADNe avec comme objectif global de préciser ses potentialités pour l'étude des peuplements de poissons des cours d'eau de NC.

Plus précisément, il s'agit :

- Dans la continuité des premiers programmes de mise en œuvre de l'ADNe en Nouvelle-Calédonie (Grondin *et al.*, 2019), de poursuivre les tests/investigations sur l'utilisation de l'ADNe en considérant deux aspects :

- inventaire de la biodiversité = comparaison des résultats de l'ADNe avec les connaissances de la répartition des poissons de NC, notamment au regard de la fiabilité/complétude des bases génétiques de référence disponibles/potentielles ;
- standardisation des suivis environnementaux, en particulier réglementaires, en lien avec la bio-indication = comparaison avec les résultats des pêches électriques réalisées simultanément (ou presque) et éventuellement avec les chroniques disponibles (cas de la CBN40).
- D'apporter des éléments d'interprétation complémentaires sur la présence des espèces sur des cours d'eau très peu ou jamais étudiés par pêche électrique.
- Accessoirement, de tester/comparer la mise en œuvre de deux dispositifs de filtration sur une gamme de cours d'eau de NC.



## 2.5.2 Stations échantillonnées

Compte tenu du budget disponible et des différents objectifs, 7 stations parmi les 13 échantillonnées à l'électricité ont pu faire l'objet d'une étude ADNe au cours de la mission (Cf. Figure 2, § 2.1.2). Elles ont été choisies sur la base des connaissances existantes sur les différents cours d'eau avec deux types de situations :

- Cas de la CBN40 : station pour laquelle on dispose de bonnes connaissances des peuplements de poissons par pêche électrique, avec l'existence d'une chronique de données interannuelles. Ceci permettra d'interpréter correctement les résultats de l'ADNe concernant les espèces présentes et éventuellement leurs fréquences/abondances respectives.
- Des cours d'eau/stations pas ou peu connus/étudiés, notamment par pêche électrique. En plus de l'expertise de spécialistes locaux, l'analyse croisée des résultats de pêche électrique (campagne 2022) et d'ADNe permettra d'enrichir l'interprétation et la discussion des résultats, notamment pour comparer les méthodes/appareils de pêche électrique.

## 2.5.3 Méthodologie

Parmi les différents dispositifs de filtration mis au point et proposés par le laboratoire SPYGEN, deux modèles d'appareil et les kits correspondants ont été utilisés dans la présente étude :

- « *Vampire* » : il s'agit d'une perceuse sur batterie modifiée en pompe péristaltique. La pompe est tenue d'une main par l'opérateur qui tient dans son autre main une perche sur laquelle est fixée le tuyau crépiné (immergé à une 20<sup>aine</sup> de cm sous la surface) et la capsule de filtration. Deux vitesses de pompage sont disponibles et la moins rapide est sélectionnée (Cf. Photos 5 ci-dessous).



*Photos 5 : Appareil de filtration « Vampire »*

- « Athena » : il s'agit d'une pompe plus élaborée constituée d'un boîtier étanche relié d'un côté à une batterie (type deux-roues) et de l'autre à la capsule de filtration via un tuyau lui-même plongé dans l'eau. Une fois l'ensemble installé sur une table (ou à défaut des supports suffisamment stables disponibles), le pompage est lancé selon le mode sélectionné (durée, débit...) sans plus d'intervention de l'opérateur (Cf. Photos 6 ci-dessous).



*Photos 6 Appareil de filtration « Athena »*

A l'exception de la station CBN40 où le modèle « Vampire » seul a été utilisé suite à un problème technique de l'«Athena », les deux dispositifs ont été combinés pour réaliser simultanément les deux « échantillons-réplicas » d'une même station, ce qui a permis un gain de temps non négligeable et appréciable dans un programme serré.

La planche Photos 7 ci-dessous montre différents exemples de mise en œuvre du protocole au cours de la mission.



*Photos 7 Mise en œuvre du protocole de prélèvement de l'ADNe avec deux dispositifs (« Vampire » et « Athena ») sur différentes stations*

Il a été démontré que la probabilité de détection d'une espèce augmentait globalement avec le volume filtré et donc le temps de filtration (RQ : cette augmentation est de type exponentiel soit très forte dans les 10-15 premières minutes, puis moins forte jusqu'à quasi stabilisation après une 20<sup>aine</sup> de minutes). Ainsi quel que soit le modèle utilisé, on vise un volume filtré d'environ 30L par échantillon, correspondant généralement à une durée de pompage de 30 min.

Pour préciser le volume réellement filtré, et plus particulièrement pour vérifier la comparabilité des résultats entre les deux dispositifs de pompage (i.e. « Vampire » vs. « Athena ») mis en œuvre simultanément, on a ajouté un seau gradué aux deux dispositifs standards de façon à estimer le volume réellement filtré.

Les résultats des détections fournis par le laboratoire SPYGEN (Cf. Annexe 3) se présentent par station et par taxon sous une double forme avec :

- Un nombre de répliques positifs sur les 12 sous-échantillons de laboratoire, rendant compte de la robustesse/fiabilité des résultats : on s'attend en effet en premier lieu à ce que les résultats des deux échantillons-répliques (*Vampire* vs *Athena*) soient proches/homogènes. Et plus le nombre de répliques positifs est élevé, plus il y a de chance que la détection soit sûre (et souvent cela correspond aussi au fait que l'espèce est assez abondante).
- Un nombre de séquences mesurées par taxon, analogue à une concentration pour les analyses physico-chimiques et donnant donc une indication sur le « niveau d'abondance » d'ADNe de l'espèce dans le milieu.

L'interprétation et la discussion des résultats et notamment les comparaisons avec les résultats de pêches électriques, portent non seulement sur la composition spécifique (liste des espèces capturées par pêche électrique *versus* détectées par ADNe), mais aussi éventuellement sur le lien entre le nombre de séquences d'ADNe et la densité et/ou la biomasse par espèce (proportion). En effet, même s'il est difficile de les généraliser (forte variabilité entre méthodes, milieux, espèces...), certaines études (Tsuji *et al.*, 2022) ; Di Muri, C. *et al.*, 2020 ; Laporte *et al.*, 2022 ; Pont *et al.*, 2022 ; Sepulveda *et al.*, 2021) ont montré qu'il pouvait exister un lien entre le nombre de séquences et la densité ou la biomasse ; cette relation restant à établir/préciser.

Dans l'analyse et la discussion des résultats, il convient donc de bien prendre en compte d'une part le nombre de répliques positifs (/12) mais aussi et surtout le fait qu'une détection d'ADNe n'implique pas nécessairement la présence du taxon dans le milieu (ex. artefacts liés à des espèces régulièrement ou massivement consommées par les populations humaines riveraines), ni forcément sa présence à l'échelle de la « station » comme c'est le cas pour les pêches électriques (i.e. sur plusieurs dizaines à quelques centaines de mètres). En effet, la puissance/finesse de ce type d'analyse, permet potentiellement qu'une infime trace d'ADNe provenant d'organismes présents à plusieurs centaines de mètres voire à quelques kilomètres en amont sur le cours d'eau ou dans les affluents, soit détectée au niveau du point de filtration (ex Civade *et al.*, 2016 ; Pont *et al.* 2018). Toutefois, il faut garder à l'esprit que rien ne permet d'affirmer a priori que les résultats de ces études ne soient totalement transposables aux cours d'eau et espèces de NC. Cependant il n'est pas exclu que nos résultats puissent apporter des éléments de discussion sur ce point.

Par ailleurs, certains cours d'eau de NC montrent des richesses spécifiques et/ densités et biomasses de poissons

modestes, du moins tels que décrits par les résultats de pêche électrique. Une attention toute particulière devra donc être portée aux très faibles niveaux de détection symbolisés par un «\*» dans les fiches de résultats et tableaux de données, équivalent à l'état de « trace » en physico-chimie (i.e. détection validée par les critères et procédures bio-informatiques, mais à un niveau insuffisant pour être quantifier).

Enfin, sur le territoire de NC où les connaissances sont encore en développement sur les populations de poissons en particulier sur la génétique, mais aussi la taxonomie, il faut interpréter avec encore plus de prudence l'affectation à un taxon donné, avec probablement des risques d'erreur encore élevés entre taxons proches génétiquement et/ou morphologiquement. En outre, les taxons suivants ne peuvent être différenciés à partir des référentiels utilisés par le laboratoire SPYGEN :

- *O\_mossambicus\_S\_occidentalis* : *Oreochromis mossambicus* ou *Sarotherodon occidentalis* ;
- *Ophieleotris\_G margaritacea* : *Ophieleotris sp.* ou *Giuris margaritacea*.

Pour *Eleotris fusca*, sur les deux haplotypes qui sont détectés, seul Haplo 1 correspondrait réellement à cette espèce, l'Haplo2 étant plus incertain (autre *Eleotridae*, autre espèce ?) (N. Charpin *com.pers.*).

*Stiphodon atratus* et *Stiphodon pelewensis* sont considérés comme synonymes (N. Charpin *com.pers. cf. Keith et al.* 2015).

Et les taxons suivants, capturés par pêche électrique ne figurent pas actuellement dans le référentiel génétique de SPYGEN en vigueur : *Anguilla australis*, *Anguilla obscura*, *Cestraeus plicatilis*, *Bunaka gyrinoides*, *Giuris viator*, *Stiphodon rutilaureus*, *Gymnothorax polyuranodon*, *Stolephorus sp.*, soit 8 sp. sur les 36 taxons capturés en pêche électrique et les 34 taxons détectés dans les résultats ADNe. Des questions de synonymie sont également posées comme par exemple : *Eleotris acanthopoma* (ADNe) = *Eleotris acanthopomus* (PE) ; *Stiphodon mele* ADNe/*pelewensis* PE (?). On a en revanche considéré que *Stiphodon atratus* (PE) et *S. pelewensis* (ADNe) étaient totalement équivalents.

## 2.5.4 Résultats

### Prélèvements et dispositifs de filtration

Le

*Tableau 23* page suivante décrit les 7 stations étudiées et les caractéristiques des filtrations. Il montre que la plupart des prélèvements ont duré 30min. conformément au protocole, sauf un échantillon de la *Nepia* (23min) du fait d'un léger colmatage et que tous les prélèvements ont été réalisés sur un faciès de type « plat courant »

ou équivalent.

Tableau 23 Liste des stations étudiées et conditions de filtration

STATION	DATE	HEURE	N° Echant_SPYGEN	T°eau	CONDUCT	LARG (m)	FACIES	MODEL_POMPE	TEMPS_FILT (min)	VOLUM_FILTR (L)
Lembi	01/07/22	7H45	SPY222647	19.4	158	10	PLC	Athena	30	50.4
Lembi	01/07/22	7H45	SPY222643	19.4	158	10	PLC	Vampyr	30	55.2
CBN -40	30/06/22	8H	SPY222648	23.2	153	10	PLC	Vampyr	30	58
CBN -40	30/06/22	8H30	SPY222644			10	PLC	Vampyr	30	41.8
Nepoui	04/07/22	10H45	SPY222641	24.1	352	10	PLC	Vampyr	30	50.4
Nepoui	04/07/22	10H45	SPY222651	24.1	352	10	PLC	Athena	30	43.6
Nehoue	05/07/22	7H45	SPY222642	21.4	245	10	PLC	Vampyr	30	37.6
Nehoue	05/07/22	7H45	SPY222650	21.4	245	10	PLC	Athena	30	40
Tibarama	06/07/22	9H45	SPY222646	22.4	223	2.5	PLC/RAD	Vampyr	30	44.2
Tibarama	06/07/22	9H45	SPY222640	22.4	223	2.5	PLC/RAD	Athena	30	45.4
Nepia	07/07/22	7H00	SPY222649	22.4	82	6	PLC	Vampyr	23	36.4
Nepia	07/07/22	7H00	SPY222652	22.4	82	6	PLC	Athena	30	40
Farino	08/07/22	10H15	SPY222645	22.3	128	2.8	PLC	Athena	30	38.2
Farino	08/07/22	10H15	SPY222653	22.3	128	2.8	PLC	Vampyr	30	35.2

On peut aussi noter que les volumes correspondant à cette durée standard sont assez variables (Cf. *Figure 36* ci-après), les valeurs allant de 35.2 à 58L (moyenne= 44L ; 42.9 pour l'Athena contre 43.4 pour le Vampire) et sont en moyenne assez supérieurs aux 30L attendus ; mais la différence entre les appareils n'est pas significative (Test d'analyse de variance non-paramétrique de Kruskal-Wallis :  $p$ -value =0.9484).

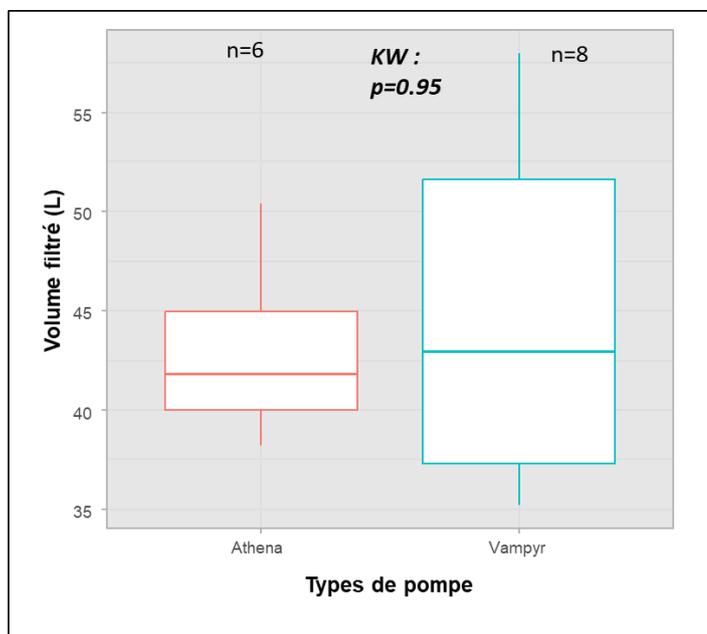


Figure 36 Boxplot des différences de volumes filtrés selon l'appareil de filtration

On ne peut exclure une certaine influence (probablement faible compte tenu des écarts) du volume prélevé sur les résultats, du fait de l'existence d'un lien entre volume prélevé et probabilité de détection. Pour s'affranchir de ce risque, on conseille de mesurer systématiquement le volume prélevé et de stopper la filtration à 30L.

A noter également que les volumes filtrés par le Vampire apparaissent plus variables, ce qui pourrait s'expliquer par des niveaux de charges (+ancienneté ?) plus variables des batteries utilisées.

### Analyse globale

Sur les 7 stations où l'ADNe a été recherché, 34 taxons ont été détectés, la plupart identifiée à l'espèce, sauf *Thunnus sp.* et *Sicyopterus sp.* dans certains prélèvements. À titre de comparaison, la pêche électrique (avec potentiellement différentes méthodes (pêche par traits et pêche complète) et appareils (EFKO et MP)) a permis sur ces mêmes stations, la capture de 36 taxons sur les échantillonnages réalisés au cours de la mission.

Pour chaque station, les résultats de deux prélèvements (pseudo-répliques) sont disponibles, présentant chacun un nombre de détections de chaque espèce sur 12 sous-échantillons de laboratoire et un nombre de séquences assimilable à une quantification de la présence d'une espèce. À titre indicatif, sur l'ensemble des résultats, le

nombre de séquences varie entre 30 et 365 406 (moyenne = 28 489 ; médiane = 7 366).

Parmi les espèces détectées, on retrouve la typicité des peuplements de poissons des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie, à savoir des communautés très marquées par les espèces amphihalines plus ou moins inféodées au milieu marin (5 espèces de mulets des genres *Cestraeus*, *Crenimugil* et *Mugil* ; 4 espèces d'*anguillidae* sur les 5 décrites dans Marquet *et al.* 2003 ; une espèce de murène= *Gymnothorax polyuranodon*, ainsi que des syngnathes =*Gerres filamentosus* et *Microphis cruentus*) et l'importante présence d'espèces endémiques (*Ophieleotris\_Giuris margaritacea*, *M. cruentus*, *Schismatogobius fuligimentus*, *Smilosicyopus chloe* et *Stenogobius yateiensis*), mais aussi la présence d'espèces exotiques potentiellement envahissantes, véhiculées entre autres par l'aquariophilie (*Poecilia reticulata*=guppy, *Xiphophorus hellerii* = porte-épée) ou l'aquaculture (*O\_mossambicus\_S\_occidentalis*=tilapia).

Une des particularités de l'ADNe est de détecter des espèces non présentes physiquement dans le tronçon de cours d'eau étudié, voire même le bassin/territoire. Le cas le plus typique concerne les espèces consommées par les populations humaines vivants à proximité des cours d'eau (Civade *et al.*, 2016 ; Pont *et al.*, 2018). Ainsi il est très probable que les séquences de *Thunnus sp.* détectées en dessous du seuil de quantification sur la CBN40, rentrent dans cette catégorie.

Enfin, on peut aussi souligner une certaine cohérence dans la fréquence et/ou le nombre de séquences recueillies par certaines espèces connues pour être très largement présentes dans les cours d'eau de NC. Par exemple *Awaous guamensis*, probablement l'espèce la plus répandue et abondante sur le territoire, est détectée dans tous les prélèvements et détient le record du nombre de séquences dans un prélèvement (365 406). De même, les autres espèces détectées dans au moins 10 réplicas de laboratoire sur les 12 analysés, font aussi partie des espèces les plus communes en NC : *Anguilla marmorata*, *Kuhlia rupestris*, *Eleotris fusca (haplo1)* et *Kuhlia marginata*.

L'analyse globale des résultats de l'étude de l'ADNe confirme le potentiel attribué à cette technologie dans les études scientifiques des 10 dernières années, de même que dans les premiers essais d'application aux cours d'eau néo-calédoniens.

En effet, l'étude de 7 stations seulement a permis la détection de 34 espèces de poissons (à titre indicatif 64 espèces décrites par Marquet *et al.* 2003 pour l'ensemble de la NC).

Cette méthode permet de retrouver les caractéristiques et les espèces les plus communes des peuplements des cours d'eau de NC, mais aussi des espèces plus rares ou endémiques ainsi que des espèces exotiques.

Toutefois, la détection de taxons non présents physiquement dans le cours d'eau (voire sur le territoire), doit faire l'objet d'une expertise au cas par cas pour éviter les mauvaises interprétations et plus généralement, chaque liste faunistique doit faire l'objet d'une analyse critique.

Comme dans de nombreuses études de cours d'eau ailleurs dans le monde, l'ADNe conduit le plus souvent à un nombre supérieur d'espèces recensées en une campagne de prélèvement. Mais dans les résultats obtenus au cours de cette mission, l'écart constaté avec les méthodes traditionnelles semble moindre, ce qui laisse supposer, entre autres, un manque d'exhaustivité des référentiels génétiques et *a minima* des caractéristiques particulières des cours d'eau néo-calédoniens qui mériteraient de faire l'objet d'études spécifiques.

## Analyses par station

### **Farino**

Sur la Farino, 7 espèces de poissons (dont 2 anguilles) ont été détectées par l'ADNe avec par ordre décroissant du nombre moyen de séquences obtenu à partir des deux échantillons-réplicas (*Vampire vs Athena*) : *Awaous guamensis* (88.7%) qui domine largement et assez loin derrière *Poecilia reticulata* (6.7%), puis *Anguilla marmorata* (1.6%) et *Xiphophorus hellerii* (1.3%), et enfin *Planiliza macrolepis* (0.6%), *Mugil cephalus* (0.5%) et *Anguilla reinhardtii* (0.4%) (Cf. Figure 37 ci-après).

Le nombre de séquences d'ADNe détectées varie de 1 342 pour *Planiliza macrolepis* à 365 406 pour *Awaous guamensis* (moyenne = 54 410 ; médiane = 4 356). Le nombre de réplicas par taxon varie de 4 à 12 (par rapport aux 12 sous échantillons de laboratoire), avec une grande majorité d'espèces enregistrant des valeurs de 11 ou 12 réplicas, en particulier les espèces les plus représentées. De plus, les valeurs de nombre de réplicas entre les deux échantillons de terrain sont très proches : les écarts (en valeur absolue) sont de 0 ou 1 pour la plupart des espèces, sauf pour deux espèces faiblement représentées : *Anguilla reinhardtii* (écart de 6) et *Planiliza macrolepis* (écart de 4). Compte tenu des valeurs globalement élevées du nombre de détections et des écarts faibles entre dispositifs de mesure (*Athena vs Vampire*), les résultats sont robustes et cohérents (Cf. résultats bruts en Annexe 3).

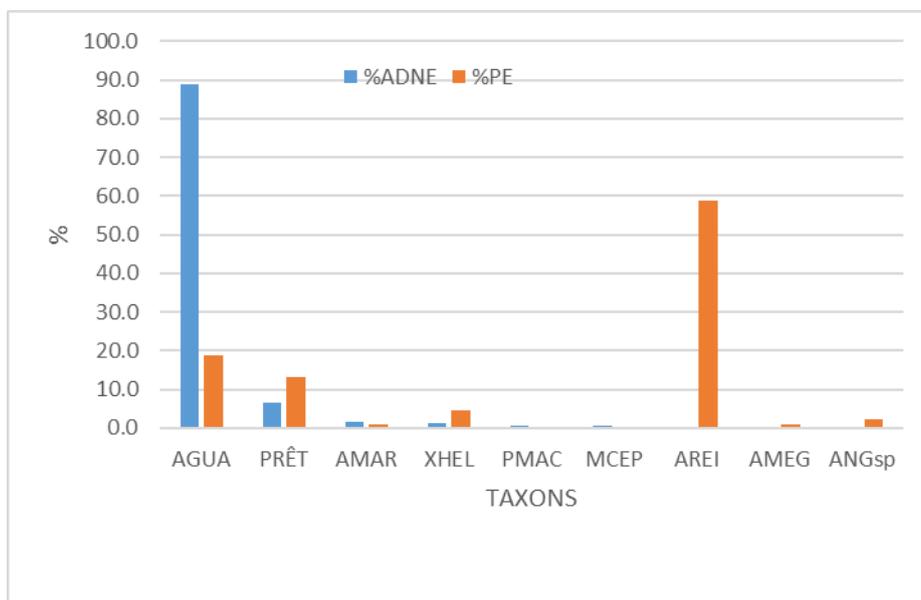


Figure 37 Comparaison des proportions par taxon pour l'ADNe (moyenne entre réplicas du rapport entre le nombre de séquences par taxon divisé par le nombre total de séquences) et la pêche électrique (rapport entre le nombre d'individus par taxon et le nombre total d'individus capturés) - Farino

Si on compare aux résultats des pêches électriques réalisées le même jour à partir d'une pêche complète alternant l'utilisation du Martin-Pêcheur (MP) et de l'EFKO-1500 (EFKO) par section de 20m environ, on constate que :

- Sur 9 taxons contactés au total toutes méthodes confondues (dont 2 anguilles indéterminées capturées par pêche électrique), 7 ont été détectées par l'ADNe et 7 par la pêche électrique.
- 5 taxons ont été contactés par les deux méthodes : *Awaous guamensis*, *Poecilia reticulata*, *Anguilla marmorata*, *Xiphophorus hellerii* et *Anguilla reinhardtii* ; deux uniquement par l'ADNe (*Mugil cephalus* et *Planiliza macrolepis*) et deux uniquement par la pêche électrique (*Anguilla megastoma* et des anguilles indéterminées). De toute évidence, *M. cephalus* et *P. macrolepis* ne sont pas présentes sur la station ni en amont et seraient probablement liées à la consommation humaine ou à des introductions locales (N. Charpin *com. pers.*).

Au niveau de la représentation des différentes espèces, le classement diverge assez nettement entre les deux méthodes puisque pour la pêche électrique (Cf. Tableau 24 ci-après), *Anguilla reinhardtii* (AREI) serait l'espèce nettement dominante (58.6%) suivie de *Awaous guamensis* (18.9%), *Poecilia reticulata* (13.3%), *Xiphophorus hellerii* (4.4%) et les anguilles (entre 1 et 2.2%). Si on retrouve un classement assez proche aux rangs 2, 3, 4, la différence de proportion est particulièrement forte sur les extrêmes : AREI = espèce principale très dominante pour PE et la moins représentée pour ADNe.

Tableau 24 Classement des différentes espèces selon leur proportion (%) pour les résultats d'ADNe et de pêche électrique - Farino. Pour l'ADNe, les proportions correspondent au nombre de séquences par espèce divisé par le nombre total de séquences ; pour la pêche électrique (PE) les proportions correspondent au nombre d'individus par espèce divisé par le total d'individus capturés (somme des captures au MP et EFKO)

Classement ADNe		Classement PE	
<b>Awaous guamensis</b>	88.7	<i>Anguilla reinhardtii</i>	58.9
Poecilia reticulata	6.7	<b>Awaous guamensis</b>	18.9
Anguilla marmorata	1.7	Poecilia reticulata	13.3
Xiphophorus hellerii	1.3	Xiphophorus hellerii	4.4
Planiliza macrolepis	0.6	ANGsp	2.2
Mugil cephalus	0.5	Anguilla marmorata	1.1
<i>Anguilla reinhardtii</i>	0.4	Anguilla megastoma	1.1

## Néhoué

Sur la Néhoué, 9 espèces de poissons (dont 2 anguilles) ont été détectées par l'ADNe, mais en dessous des seuils de mesure pour 3 d'entre elles (*Anguilla reinhardtii*, *Gerres filamentosus*, *O\_mossambicus\_S\_occidentalis*), ce qui doit conduire à une prudence supplémentaire dans l'interprétation. Toutefois la présence des deux premières est connue sur le tronçon (N. Charpin *com.pers.*). Par ordre décroissant du nombre moyen de séquences sur les deux échantillons, on trouve : *Kuhlia rupestris* (30.7%) et *Awaous guamensis* (28.6%) qui dominent assez nettement, puis *Eleotris fusca* (*haplo1* – 18.2%) et *Crenimugil crenilabis* (16.1%), et enfin plus faiblement représentée *Anguilla marmorata* (5.8%) et marginalement *Poecilia reticulata* (0.6%), avec en plus *Anguilla reinhardtii*, *Gerres filamentosus* et *O\_mossambicus\_S\_occidentalis*, probablement présentes mais dessous du niveau de détection (Cf. Figure 38 ci-après).

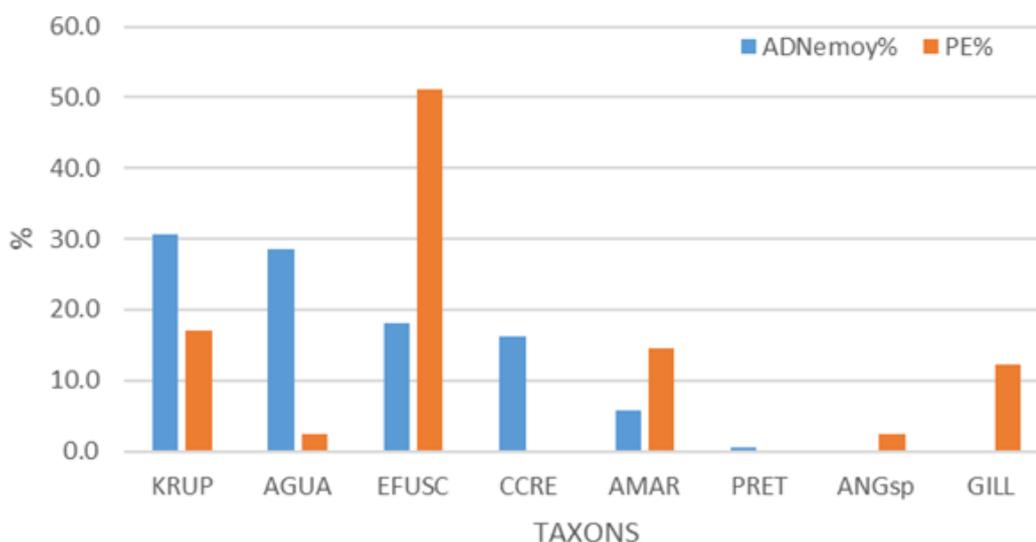


Figure 38 Comparaison des proportions par taxon pour l'ADNe (moyenne entre répliques du rapport entre le nombre de séquences par taxon divisé par le nombre total de séquences) et la pêche électrique (rapport entre le nombre d'individus par taxon et le nombre total d'individus capturés) - Néhoué

Le nombre de séquences d'ADNe détectées varie de 225 pour *Crenimugil crenilabis* à 70 160 pour *Awaous guamensis* (moyenne = 22 614 ; médiane = 16 261).

Le nombre de répliques par taxon varie de 1 à 9 (/12), avec une forte variabilité et une majorité de valeurs faibles (1/12) dans l'un des deux échantillons (SPY222650) et des valeurs plutôt faibles dans l'ensemble. Comme souvent, les nombres de répliques les plus élevés sont enregistrés pour les espèces dominantes (*K. rupestris*, *A. guamensis* et *E. fusca*). Les valeurs de répliques sont assez semblables entre échantillons de terrain : écarts (valeur absolue)

de 0 ou 1 pour la plupart des espèces, sauf *A. guamensis* (écart de 4), *E. fusca* et *P. reticulata* (écart de 3). Compte tenu des valeurs globalement faibles du nombre de détections et des écarts importants entre échantillons sur les espèces principales (*A. Guamensis*, *E. Fusca*), les résultats sur cette station apparaissent assez peu robustes et cohérents (Cf. résultats bruts en Annexe 3).

Si on compare aux résultats des pêches électriques réalisées le même jour à partir d'une pêche complète alternant l'utilisation du Martin-Pêcheur (MP) et de l'EFKO-1500 (EFKO) par section de 20m environ, on constate que :

- sur 11 taxons contactés au total toutes méthodes confondues (dont 2 anguilles indéterminées capturées par pêche électrique et 1 complexe *O\_mossambicus\_S\_occidentalis indéterminé*), 9 ont été détectées par l'ADNe contre 6 par la pêche électrique ;
- 4 espèces ont été contactées par les deux méthodes : *Kuhlia rupestris*, *Awaous guamensis*, *Eleotris fusca* et *Anguilla marmorata* ; 2 uniquement par l'ADNe (*Crenimugil crenilabis* et *Poecilia reticulata*, 5 si on considère les espèces en dessous du seuil de quantification (*Anguilla reinhardtii*, *Gerres filamentosus*, *O\_mossambicus\_S\_occidentalis*) et 1 uniquement par la pêche électrique (*Glossogobius illimis*) si on tient pas compte des anguilles indéterminées.

Au niveau de la représentation des différentes espèces, le classement diverge assez nettement entre les deux méthodes puisque pour la pêche électrique, *Eleotris fusca* serait l'espèce dominante (51.2% - assez cohérent avec des observations de plusieurs centaines d'individus en plongée de nuit – N. Charpin *com.pers.*), suivie de *K. rupestris* (17.1%), puis *A. marmorata* (14.6%), *G. illimis* (12.2%) et *A. guamensis* (2.4%) ; ce dernier arrivant en 2<sup>ème</sup> position (28.6%) selon le classement ADNe (Cf. Tableau 25 ci-dessous).

*Tableau 25 Classement des différentes espèces selon leur proportion (%) pour les résultats d'ADNe et de pêche électrique - Néhoué. Pour l'ADNe, les proportions correspondent au nombre de séquences par espèce divisé par le nombre total de séquences ; pour la pêche électrique (PE) les proportions correspondent au nombre d'individus par espèce divisé par le total d'individus capturés (somme des captures au MP et EFKO)*

Classement ADNe		Classement PE	
<b>Kuhlia rupestris</b>	<b>30.7</b>	Eleotris fusca haplo1	51.2
Awaous guamensis	28.6	<b>Kuhlia rupestris</b>	<b>17.1</b>
Eleotris fusca haplo1	18.2	Anguilla marmorata	14.6
Crenimugil crenilabis	16.1	Glossogobius illimis	12.2
Anguilla marmorata	5.8	Awaous guamensis	2.4
Poecilia reticulata	0.6	Anguilla Sp	2.4

RQ A noter que des espèces détectées ni par l'ADNe ni par la pêche électrique sont connues en amont de la station au moins (N. Charpin *com.pers.*) = *Sicyopterus lagocephalus*, *Glossogobius illimis* et *Redigobius bikolanus* ; ce qui pose la question voire remet en cause les distances de détection relevées jusqu'à présent dans la littérature (surestimation ?). A minima cela met en évidence l'importance de mener des études pour contextualiser et valider des résultats existants.

## Lembi.

Sur la Lembi, 12 espèces de poissons (dont 2 espèces d'anguille) ont été détectées par l'ADNe, mais en dessous des seuils de mesure pour 3 d'entre elles (*Cestraeus oxyrhyncus*, *Kuhlia munda* et *Anguilla reinhardtii*), ce qui doit conduire à une certaine prudence supplémentaire dans l'interprétation pour ces espèces. Par ordre décroissant du nombre moyen de séquences sur les deux échantillons, on trouve : *Awaous guamensis* (52.3%) et *Kuhlia rupestris* (21.4%) qui dominent assez nettement, puis *Schismatogobius fuligimentus* (8.8%) et *Stiphodon pelewensis (atratus)* (7.8%), suivies de *Eleotris fusca (haplo1 – 4%)* et *Kuhlia marginata* (3.2%). Enfin *Glossogobius illimis*, *Anguilla marmorata* et *Poecilia reticulata* sont également représentées à moins de 1%, et *Cestraeus oxyrhyncus*, *Kuhlia munda* et *Anguilla reinhardtii* figurent également dans la liste des espèces, mais sont enregistrées dessous du niveau de quantification (Cf. Figure 39 ci-dessous).

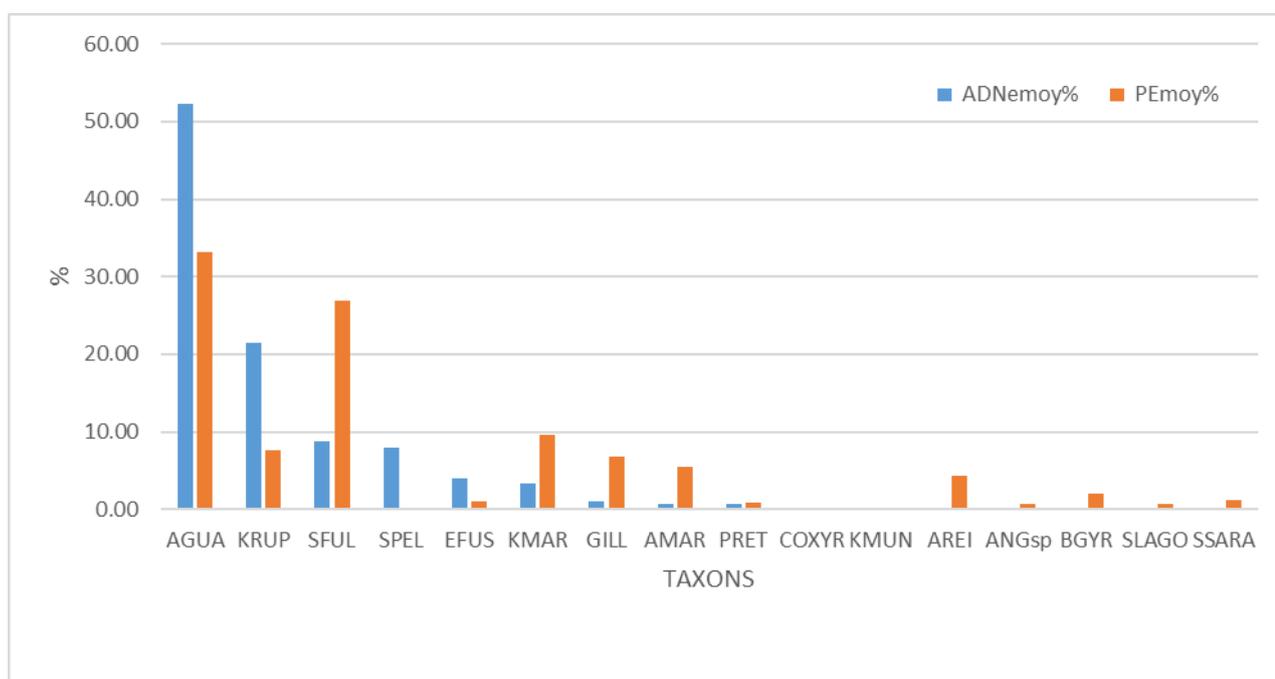


Figure 39 Comparaison des proportions par taxon pour l'ADNe (moyenne entre répliques du rapport entre le nombre de séquences par taxon divisé par le nombre total de séquences) et la pêche électrique (rapport entre le nombre d'individus par taxon et le nombre total d'individus capturés) - Lembi

Le nombre de séquences d'ADNe détectées varie de 106 pour *Anguilla marmorata* à 266 871 pour *Awaous guamensis* (moyenne = 37 624 ; médiane =12 584).

Le nombre de répliques par taxon varie de 1 à 12 (/12), avec des résultats assez différents entre les deux échantillons et des valeurs nettement plus faibles dans le SPY222643. Les nombres de répliques les plus élevés sont enregistrés pour les espèces dominantes (*A. guamensis*, *K. rupestris*, *Schismatogobius fuligimentus* et *Stiphodon*

*pelewensis (atratus)*. Les valeurs sont nettement différentes entre échantillons avec des écarts (valeur absolue) de 4 ou 5 pour la plupart des espèces, et des valeurs extrêmes pour *Kuhlia rupestris* (écart de 6) et *Schismatogobius fuligimentus* (écart de 8). Compte tenu des valeurs globalement faibles du nombre de répliques d'un des échantillons et des écarts forts y compris sur les espèces principales, les résultats sur cette station apparaissent assez peu robustes (Cf. résultats bruts en Annexe 3).

Si on compare aux résultats des pêches électriques réalisées le même jour à partir de la combinaison d'une pêche complète et de pêche partielle, on observe que sur 17 taxons contactés au total toutes méthodes confondues (dont des anguilles indéterminées capturées par pêche électrique) :

- 9 espèces ont été contactées par les deux méthodes : *Awaous guamensis*, *Kuhlia rupestris*, *Schismatogobius fuligimentus*, *Eleotris fusca*, *Kuhlia marginata*, *Glossogobius illimis*, *Anguilla marmorata*, *Poecilia reticulata* dont 1 espèce en dessous du seuil de quantification pour l'ADNe (*Anguilla reinhardtii*) ;
- 4 espèces ont été détectées uniquement par l'ADNe : *Stiphodon pelewensis (P. atratus)*, *Cestraeus oxyrhyncus*, *Kuhlia munda* et *Eleotris fusca*-haplo2 ; mais en dessous du seuil de détection pour les 3 dernières et avec un doute fort sur l'espèce concernée par l'haplo2.
- et 3 taxons uniquement par la pêche électrique : *Bunaka gyrinoides*, *Sicyopterus lagocephalus*, *Sicyopterus sarasini* (4 si on prend en compte les anguilles indéterminées). **RQ A noter que *B. gyrinoides* n'est pas séquencé actuellement**

Au niveau de la représentation des différentes espèces, la position dominante pour *A. guamensis* est identique et le classement assez proche pour d'autres espèces principales (*Kuhlia rupestris*, *Schismatogobius fuligimentus* et dans une moindre mesure *Kuhlia marginata*). Le reste du classement est un peu moins concordant entre les deux méthodes (Cf.

Tableau 26 page suivante).

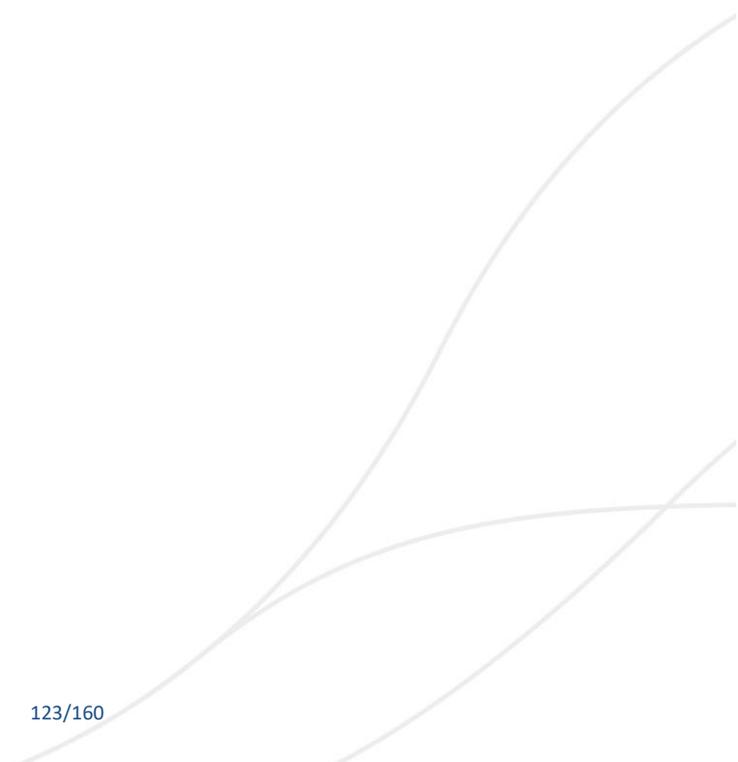


Tableau 26 Classement des différentes espèces selon leur proportion (%) pour les résultats d'ADNe et de pêche électrique - Lembi. Pour l'ADNe, les proportions correspondent au nombre de séquences par espèce divisé par le nombre total de séquences ; pour la pêche électrique (PE) les proportions correspondent au nombre d'individus par espèce divisé par le total d'individus capturés (somme des captures de la pêche complète et de la pêche partielle combinées)

Classement ADNe		Classement PE	
<i>Awaous guamensis</i>	52.29	<i>Awaous guamensis</i>	33.21
<i>Kuhlia rupestris</i>	21.42	<i>Schismatogobius fuligimentus</i>	26.82
<i>Schismatogobius fuligimentus</i>	8.81	<i>Kuhlia marginata</i>	9.54
<i>Stiphodon atratus</i>	7.89	<i>Kuhlia rupestris</i>	7.58
<i>Eleotris fusca haplo1</i>	3.96	<i>Glossogobius illimis</i>	6.73
<i>Kuhlia marginata</i>	3.25	<i>Anguilla marmorata</i>	5.48
<i>Glossogobius illimis</i>	0.97	<i>Anguilla reinhardtii</i>	4.37
<i>Anguilla marmorata</i>	0.73	<i>Bunaka gyrinoides</i>	1.99
<i>Poecilia reticulata</i>	0.69	<i>Sicyopterus sarasini</i>	1.11
<i>Cestraeus oxyrhyncus</i>		<i>Eleotris fusca haplo1</i>	0.95
<i>Kuhlia munda</i>	*	<i>Poecilia reticulata</i>	0.85
<i>Anguilla reinhardtii</i>	*	<i>Anguilla sp</i>	0.69
<i>Anguilla sp</i>		<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	0.69
<i>Bunaka gyrinoides</i>		<i>Stiphodon atratus</i>	
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>		<i>Cestraeus oxyrhyncus</i>	
<i>Sicyopterus sarasini</i>		<i>Kuhlia munda</i>	

## Nepia

Sur la Nepia, 13 taxons de poissons (dont 3 espèces d'anguille et deux haplotype d'*Eleotris*) ont été détectées par l'ADNe, mais en dessous des seuils de quantification pour l'une d'entre elles (*Gymnothorax polyuranodon*), ce qui doit conduire à une certaine prudence dans l'interprétation pour cette espèce. Par ordre décroissant du nombre moyen de séquences sur les deux échantillons, on trouve : *Awaous guamensis* (31.8%) et *Kuhlia rupestris* (26.4%) qui dominent, puis *Eleotris fusca* (haplo1 – 13%), *Sicyopterus lagocephalus* (12.6%) et *Stiphodon pelewensis* (atratus) (7.15%). Viennent ensuite des espèces moins représentées (1-5%) : *Anguilla marmorata* (3.4%), *Ophieleotris\_Gmargaritacea* (2.4 %), *Kuhlia marginata* (1.1 %) et *Schismatogobius fuligimentus* (1%). Enfin trois autres espèces sont représentées à moins de 1% (*Anguilla megastoma*, *Eleotris fusca*-haplo2) ou en dessous du seuil de quantification (*Gymnothorax polyuranodon*) (Cf.

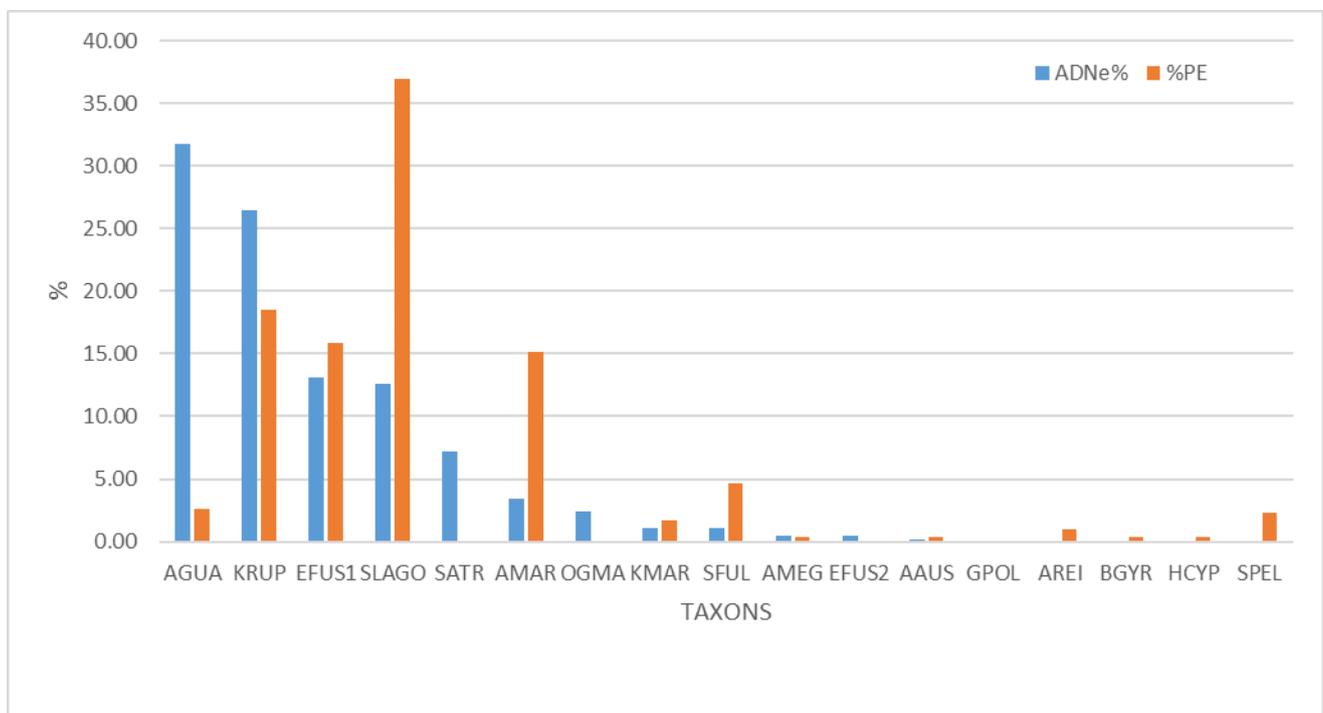


Figure 40 ci-dessous).

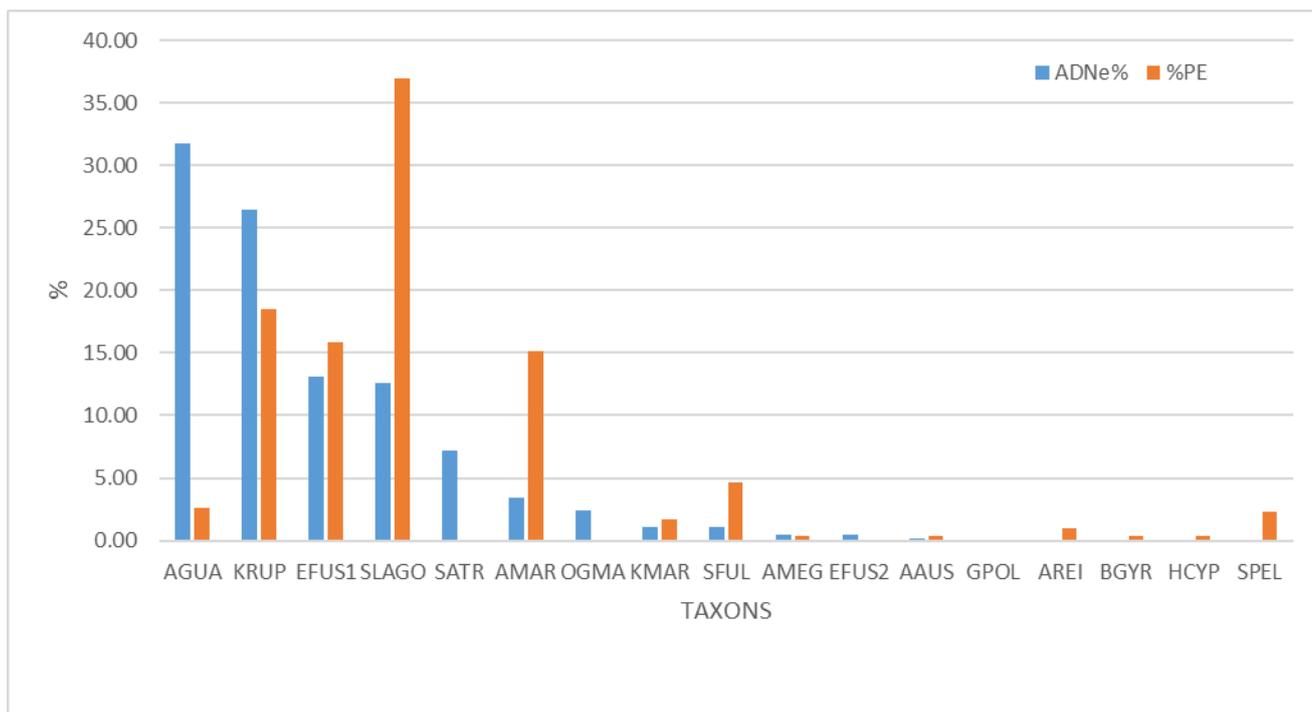


Figure 40 Comparaison des proportions par taxon pour l'ADNe (moyenne entre répliques du rapport entre le nombre de séquences par taxon divisé par le nombre total de séquences) et la pêche électrique (rapport entre le nombre d'individus par taxon et le nombre total d'individus capturés) - Nepia

Le nombre de séquences d'ADNe détectées varie de 30 pour *E. fusca* (*haplo2*) à 101 516 pour *A. guamensis* (moyenne = 22 416 ; médiane = 7 538).

Le nombre de répliques par taxon varie de 1 à 12 (/12), avec des résultats relativement proches voire identiques pour la plupart des espèces. Les nombres de répliques les plus élevés sont enregistrés pour les espèces dominantes (*A. guamensis*, *K. rupestris*, *E. fusca* (*haplo1*) et *S. lagocephalus*), mais aussi pour des espèces un peu moins bien représentées (*S. pelewensis* (*atratus*), *A. marmorata* et *Ophieleotris\_Gmargaritacea*.) Les écarts (valeur absolue) entre les deux échantillons de terrain sont majoritairement nuls ou faibles (1 à 3) sauf pour *K. marginata* (écart de 6). Les résultats sur cette station sont donc assez robustes (Cf. résultats bruts en Annexe 3).

Si on compare aux résultats des pêches électriques réalisées le même jour à partir de la combinaison de deux échantillons de pêches partielles (EFKO et Martin-Pêcheur), on observe que sur 16 taxons contactés au total toutes méthodes confondues (dont deux haplotypes d'*Eleotris* pour l'ADNe) :

- 10 espèces ont été contactées par les deux méthodes : *A. australis*, *A. marmorata*, *A. megastoma*, *A. guamensis*, *E. fusca haplo1*, *K. marginata*, *K. rupestris*, *S. fuligimentus*, *S. lagocephalus* et *S. pelewensis* (*atratus*) ;
- 3 espèces ont été détectées uniquement par l'ADNe (*E. fusca-haplo2*, *Ophieleotris\_Gmargaritacea*, et *G.*

*polyuranodon*) ; mais en dessous du seuil de détection la dernière ;

- et 3 taxons uniquement par la pêche électrique (*Bunaka gyrinoides*, *Hypseleotris cyprinoides*, *Anguilla reinhardtii*). RQ A noter que *B. gyrinoides* n'est pas séquencée actuellement

Tableau 27 Classement des différentes espèces selon leur proportion (%) pour les résultats d'ADNe et de pêche électrique - *Nepia*. Pour l'ADNe, les proportions correspondent au nombre de séquences par espèce divisé par le nombre total de séquences ; pour la pêche électrique (PE) les proportions correspondent au nombre d'individus par espèce divisé par le total d'individus capturés (somme des captures par pêche partielle obtenues à l'aide de l'EFKO et du Martin-Pêcheur combinées)

Classement ADNe (%)		Classement PE (%)	
<b>Awaous guamensis</b>	31.77	Sicyopterus lagocephalus	36.96
Kuhlia rupestris	26.44	Kuhlia rupestris	18.48
Eleotris fusca haplo1	13.07	Eleotris fusca	15.84
Sicyopterus lagocephalus	12.59	Anguilla marmorata	15.18
Stiphodon atratus	7.15	Schismatogobius fuligimentus	4.62
Anguilla marmorata	3.38	<b>Awaous guamensis</b>	2.64
Ophieleotris_Gmargaritacea	2.39	Stiphodon pelewensis	2.31
Kuhlia marginata	1.10	Kuhlia marginata	1.65
Schismatogobius fuligimentus	1.07	Anguilla reinhardtii	0.99
Anguilla megastoma	0.48	Anguilla megastoma	0.33
Eleotris fusca haplo2	0.42	Anguilla australis	0.33
Anguilla australis	0.15	Bunaka gyrinoides	0.33
Gymnothorax polyuranodon	*	Hypseleotris cyprinoides	0.33
Anguilla reinhardtii		Stiphodon atratus	
Bunaka gyrinoides		Ophieleotris_Gmargaritacea	
Hypseleotris cyprinoides		Eleotris fusca haplo2	
Stiphodon pelewensis		Gymnothorax polyuranodon	

Au niveau de la représentation des différentes espèces, l'espèce la plus représentée n'est pas la même selon la méthode : il s'agit d'*A. guamensis* pour l'ADNe et de *S. lagocephalus* pour la pêche électrique. Par contre les espèces des deux rangs suivants sont les mêmes : *K. rupestris* et *E. fusca* (Cf.

Tableau 27 *page précédente*). Les positions suivantes sont moins concordantes mais on retrouve certaines espèces avec le même rang pour les deux méthodes : *K. marginata* en 8<sup>ème</sup> position (entre 1 et 2%) et *A. megastoma* en 10<sup>ème</sup> position (moins de 0.5%).

**RQ A noter que plusieurs espèces détectées ni par l'ADNe (ni par la pêche électrique) sont connues en amont de la station au moins (N. Charpin com.pers.) = *Stiphodon sapphirinus*, *Sicyopus zosterophorus*, *Smilosicyopus chloe*, *Sicyopterus sarasini*, *Cestraeus oxyrhyncus* ; ce qui pose la question voire remet en cause les distances de détection relevées dans la littérature**

## Nepoui

Sur la Nepoui, 20 taxons de poissons (dont 2 espèces d'anguille et deux haplotypes d'*Eleotris*) ont été détectés par l'ADNe, mais en dessous des seuils de quantification pour deux d'entre elles (*Anguilla reinhardtii* et *O\_mossambicus\_S\_occidentalis*), ce qui doit conduire à une prudence supplémentaire dans l'interprétation pour ces deux espèces. Par ordre décroissant du nombre moyen de séquences sur les deux échantillons, on trouve : *Awaous guamensis* qui domine très largement (près de 61.6%), suivi assez loin par *Crenimugil crenilabis* (18.2%). Viennent ensuite à moins de 10% *Kuhlia rupestris* (un peu moins de 5.3%), *Planiliza macrolepis* (4.7%), *Schismatogobius fuligimentus* (2.6%), *Kuhlia marginata* et *Eleotris acanthopoma* (syn. *E. acanthopomus*) (1.2%) et *Redigobius bikolanus* (1%). De nombreuses espèces sont faiblement représentées (moins de 1%) : *Eleotris fusca* (haplotype 1), *Chanos chanos*, *Microphis cruentus*, *Mugil cephalus*, *Gerres filamentosus*, *Poecilia reticulata*, *Anguilla marmorata*, *Eleotris fusca haplo2*, *Glossogobius illimis*, *Sicyopterus lagocephalus*, et enfin *Anguilla reinhardtii*, *O\_mossambicus\_S\_occidentalis*, toutes deux en dessous du seuil de quantification (Cf. Figure 41 ci-dessous).

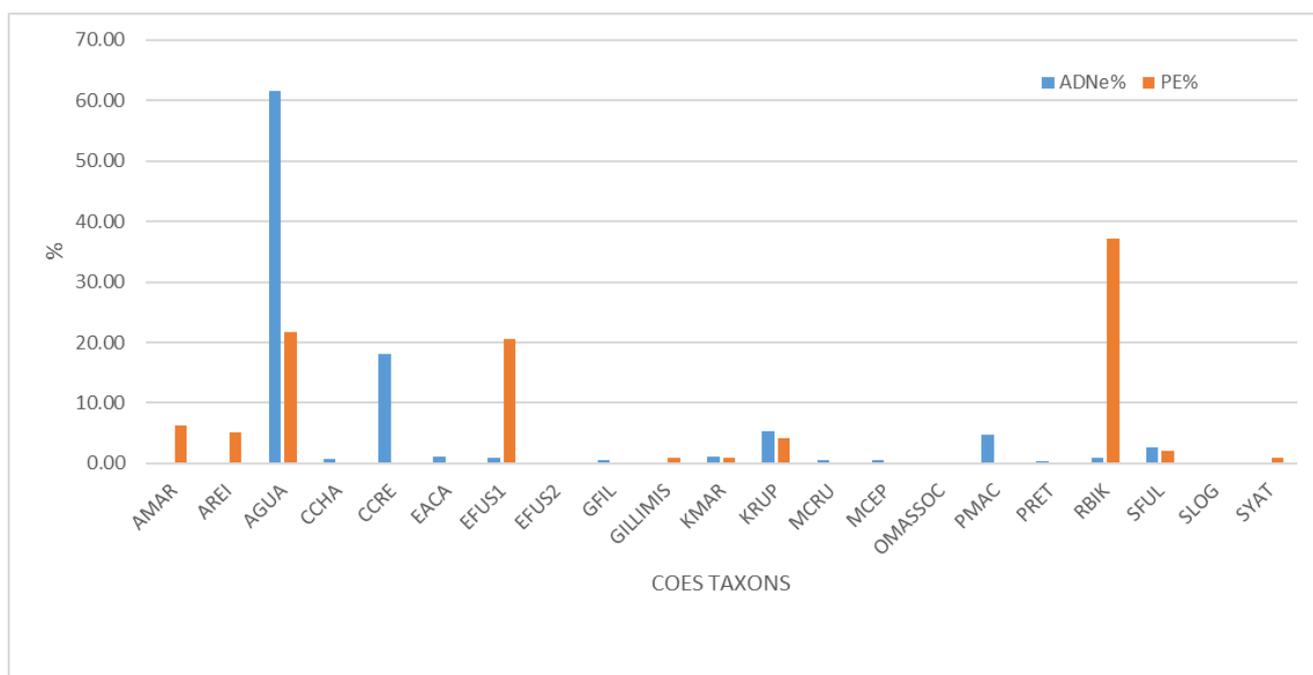


Figure 41 Comparaison des proportions par taxon pour l'ADNe (moyenne entre répliques du rapport entre le nombre de séquences par taxon divisé par le nombre total de séquences) et la pêche électrique (rapport entre le nombre d'individus par taxon et le nombre total d'individus capturés) - Nepoui

Le nombre de séquences d'ADNe détectées varie de 316656 pour *A. guamensis* à 80 pour *Sicyopterus*

*lagocephalus* (moyenne = 21236 ; médiane = 3268).

Le nombre de répliques par taxon varie de 1 à 12 (/12), avec des résultats relativement proches voire identiques pour la majorité des espèces. Les nombres de répliques les plus élevés sont enregistrés pour les espèces dominantes (*Awaous guamensis*, *Crenimugil crenilabis*, *Kuhlia rupestris*, *Planiliza macrolepis*, *Schismatogobius fuligimentus*), mais aussi pour des espèces un peu moins bien représentées (*Chanos chanos*, *Redigobius bikolanus*, *Mugil cephalus*, *Microphis cruentus*, *Eleotris fusca haplo1*.) Les écarts (valeur absolue) entre les deux échantillons sont très majoritairement nuls ou faibles (1 à 3) sauf pour *Eleotris acanthopoma* (écart de 5). Les résultats sur cette station sont donc très robustes (Cf. résultats bruts en Annexe 3).

Si on compare aux résultats de la pêche électrique réalisée le même jour (pêche partielle), on observe que sur 21 taxons contactés au total toutes méthodes confondues (dont deux haplotypes d'*Eleotris* pour l'ADNe) :

- 9 espèces ont été contactées par les deux méthodes : *Anguilla marmorata*, *Awaous guamensis*, *Eleotris fusca*, *Glossogobius illimis*, *Kuhlia marginata*, *Kuhlia rupestris*, *Redigobius bikolanus*, *Schismatogobius fuligimentus*, *Anguilla reinhardtii*, cette dernière étant en dessous du seuil de quantification ;
- 11 espèces ont été détectées uniquement par l'ADNe : *Chanos chanos*, *Crenimugil crenilabis*, *Eleotris acanthopoma*, *Eleotris fusca-haplo2*, *Gerres filamentosus*, *Microphis cruentus*, *Mugil cephalus*, *Planiliza macrolepis*, *Poecilia reticulata*, *Sicyopterus lagocephalus* et *O\_mossambicus\_S\_occidentalis* (mais en dessous du seuil de détection la dernière) ;
- et 1 taxon uniquement par la pêche électrique (*Stenogobius yateiensis*).

Au niveau de la représentation des différentes espèces, l'espèce la plus représentée n'est pas la même selon la méthode : *Redigobius bikolanus* est l'espèce dominante (37.1%) pour la pêche électrique (8<sup>ème</sup> position pour l'ADNe) suivie d'*A. guamensis* (21.6% ; dominante pour ADNne) et d'*Eleotris fusca* -haplo1 (20.6% (0.9% pour ADNe) (Cf. Tableau 28 ci-après). Les espèces des rangs suivants sont assez divergents : par exemple *K. rupestris* qui est en 3<sup>ème</sup> position pour l'ADNe est en 6<sup>ème</sup> position pour la pêche électrique ou *K. marginata* en 6<sup>ème</sup> position pour l'ADNe est en 9<sup>ème</sup> position pour la pêche électrique.

Tableau 28 Classement des différentes espèces selon leur proportion (%) pour les résultats d'ADNe et de pêche électrique - Népoui. Pour l'ADNe, les proportions correspondent au nombre de séquences par espèce divisé par le nombre total de séquences ; pour la pêche électrique (PE) les proportions correspondent au nombre d'individus par espèce divisé par le total d'individus capturés (somme des captures par pêche partielle)

Classement ADNe%		Classement PE%	
<b>Awaous guamensis</b>	61.55	Redigobius bikolanus	37.11
Crenimugil crenilabis	18.17	<b>Awaous guamensis</b>	21.65
Kuhlia rupestris	5.27	Eleotris fusca haplo1	20.62
Planiliza macrolepis	4.74	Anguilla marmorata	6.19
Schismatogobius fuligimentus	2.62	Anguilla reinhardtii	5.15
Kuhlia marginata	1.20	Kuhlia rupestris	4.12
Eleotris acanthopoma	1.19	Schismatogobius fuligimentus	2.06
Redigobius bikolanus	1.01	Glossogobius illimis	1.03
Eleotris fusca haplo1	0.87	Kuhlia marginata	1.03
Chanos chanos	0.81	Stenogobius yateiensis	1.03
Microphis cruentus	0.64	Chanos chanos	
Mugil cephalus	0.63	Crenimugil crenilabis	
Gerres filamentosus	0.56	Eleotris acanthopoma	
Poecilia reticulata	0.32	Eleotris fusca haplo2	
Anguilla marmorata	0.15	Gerres filamentosus	
Eleotris fusca haplo2	0.14	Microphis cruentus	
Glossogobius illimis	0.10	Mugil cephalus	
Sicyopterus lagocephalus	0.03	O_mossambicus_S_occidentalis	
Anguilla reinhardtii		Planiliza macrolepis	
O_mossambicus_S_occidentalis		Poecilia reticulata	
Stenogobius yateiensis		Sicyopterus lagocephalus	

RQ La présence du moins la détection d'*Eleotris acanthopoma* (syn. *E. acanthopomus*) sur cette station est assez surprenante pour une espèce d'eaux saumâtres et qui remonte rarement (jamais observé ?) en eau douce. A minima on attendrait plutôt une prédominance d'*E. fusca* plus proche de ce qui est décrit par le résultat de la pêche électrique (voire une absence totale de détection d'*Eleotris acanthopoma*) (N. Charpin, *com.pers.*)

## Tibarama

Sur la Tibarama, 14 taxons de poissons (dont 3 espèces d'anguille et deux haplotypes d'*Eleotris*) ont été détectées par l'ADNe, mais en dessous des seuils de quantification pour deux d'entre elles (*Eleotris fusca haplo2*, *Glossogobius illimis*), ce qui doit conduire à une prudence supplémentaire dans l'interprétation pour ces deux espèces.

Par ordre décroissant du nombre moyen de séquences dans les deux échantillons, on trouve : *Kuhlia rupestris* comme espèce dominante (32.6%), suivie de près par *Eleotris fusca-haplo1* (28%) puis *Ophieleotris\_Gmargaritacea* (17.1%). Viennent ensuite des espèces représentant entre 1 et 5% des séquences : *Anguilla marmorata* (4.5%), *Awaous guamensis* (4%), *Kuhlia marginata* (3.5%), *Stenogobius yateiensis* (2.5%), *Schismatogobius fuligimentus* (1.8%) et *Sicyopterus lagocephalus* (1.3%). Quelques espèces sont faiblement représentées (<1%) en termes de nombre de séquences : *Stiphodon pelewensis (atratus)* (0.9%), *Anguilla reinhardtii* (0.40%), *Anguilla megastoma* (0.4 %). Et enfin deux espèces ont été détectées en dessous du seuil de quantification : *Eleotris fusca-haplo2* et *Glossogobius illimis* (Cf. Figure 42 ci-dessous).

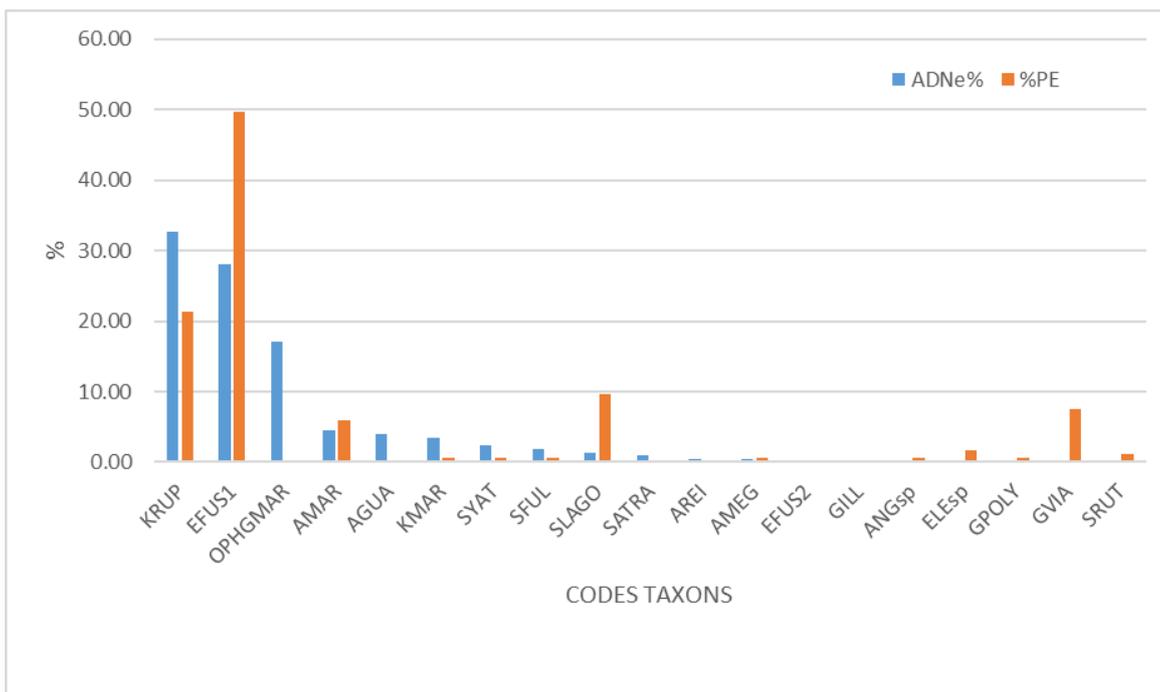


Figure 42 Comparaison des proportions par taxon pour l'ADNe (moyenne entre répliques du rapport entre le nombre de séquences par taxon divisé par le nombre total de séquences) et la pêche électrique (rapport entre le nombre d'individus par taxon et le nombre total d'individus capturés) - Tibarama

Le nombre de séquences d'ADNe détectées varie de 107649 pour *K. rupestris* à 390 pour *Anguilla reinhardtii* (moyenne = 21343 ; médiane = 7599).

Le nombre de répliques par taxon varie de 1 à 12 (/12), avec des résultats relativement proches voire identiques entre les deux échantillons pour la majorité des espèces. Les nombres de répliques les plus élevés (10 à 12) sont enregistrés pour les espèces dominantes (*Eleotris fusca haplo1*, *Kuhlia rupestris*, *Ophieleotris\_Gmargaritacea*, *Anguilla marmorata*). Les écarts (valeur absolue) entre les deux échantillons sont très majoritairement nuls ou faibles (0-1). Une seule espèce (*Sicyopterus lagocephalus*) montre un écart significatif de 5 devant inciter à la prudence dans l'interprétation pour cette espèce ; mais les résultats sur cette station sont globalement très robustes (Cf. résultats bruts en Annexe 3).

Si on compare aux résultats de la pêche électrique réalisée le même jour (pêche partielle), on observe que sur 19 taxons contactés au total toutes méthodes confondues (dont deux haplotypes d'*Eleotris* pour l'ADNe et deux taxons indéterminés par pêche électrique : *Anguilla sp.* et *Eleotris sp.*) :

- 8 espèces ont été contactées par les deux méthodes : *Anguilla marmorata*, *Anguilla megastoma*, *Eleotris fusca-haplo1*, *Kuhlia marginata*, *Kuhlia rupestris*, *Schismatogobius fuligimentus*, *Sicyopterus lagocephalus*, *Stenogobius yateiensis*, cette dernière étant en dessous du seuil de quantification ;
- 6 espèces ont été détectées uniquement par l'ADNe : *Anguilla reinhardtii*, *Awaous guamensis*, *Ophieleotris\_Gmargaritacea*, *Stiphodon pelewensis (atratus)*, ainsi que *Glossogobius illimis* et *Eleotris fusca-haplo2*, ces deux dernières étant en-dessous du seuil de détection ;
- et 3 taxons (5 si on considère les taxons indéterminés *Anguilla sp.* et *Eleotris sp.*) ont été contactés uniquement par la pêche électrique : *Stiphodon rutilaureus*, *Giuris viator*, *Gymnothorax polyuranodon*, aucune de ces trois espèces n'étant actuellement séquencées.

Au niveau de la représentation des différentes espèces, les espèces dominantes ont un classement relativement proche pour les deux méthodes : *K. rupestris* en 1<sup>ère</sup> position pour l'ADNe et en 2<sup>ème</sup> position pour la pêche électrique et *E. fusca (haplo1)* en 1<sup>ère</sup> position pour la pêche électrique et en 2<sup>ème</sup> position pour l'ADNe. De même d'autres espèces bien représentées ont des classements comparables comme par exemple *A. marmorata*, classée en 4<sup>ème</sup> position pour l'ADNe et en 5<sup>ème</sup> position pour la pêche électrique, ou encore *S. yateiensis* qui est 7<sup>ème</sup> pour l'ADNe et 9<sup>ème</sup> pour la PE. Toutefois, certaines espèces présentent un classement significativement différent comme par exemple *A. guamensis* : 5<sup>ème</sup> rang pour ADNe vs 15<sup>ème</sup> pour PE (Cf. Tableau 29 ci-dessous).

*Tableau 29 Classement des différentes espèces selon leur proportion (%) pour les résultats d'ADNe et de pêche électrique - Tibarama. Pour l'ADNe, les proportions correspondent au nombre de séquences par espèce divisé par le nombre total de séquences ; pour la pêche électrique (PE) les proportions correspondent au nombre d'individus par espèce divisé par le total d'individus capturés (somme des captures par pêche partielle)*

Classement ADNe (%)		Classement PE (%)	
<i>Kuhlia rupestris</i>	32.62	<i>Eleotris fusca haplo1</i>	49.73
<i>Eleotris fusca haplo1</i>	28.00	<i>Kuhlia rupestris</i>	21.39
<i>Ophieleotris_Gmargaritacea</i>	17.13	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	9.63
<i>Anguilla marmorata</i>	4.50	<i>Giuris viator</i>	7.49
<i>Awaous guamensis</i>	3.99	<i>Anguilla marmorata</i>	5.88
<i>Kuhlia marginata</i>	3.50	<i>Eleotris sp.</i>	1.60
<i>Stenogobius yateiensis</i>	2.46	<i>Stiphodon rutilaureus</i>	1.07
<i>Schismatogobius fuligimentus</i>	1.77	<i>Kuhlia marginata</i>	0.53
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	1.27	<i>Stenogobius yateiensis</i>	0.53
<i>Stiphodon atratus</i>	0.89	<i>Schismatogobius fuligimentus</i>	0.53
<i>Anguilla reinhardtii</i>	0.40	<i>Anguilla megastoma</i>	0.53
<i>Anguilla megastoma</i>	0.37	<i>Anguilla sp.</i>	0.53
<i>Eleotris fusca haplo2</i>	*	<i>Gymnothorax polyuranodon</i>	0.53
<i>Glossogobius illimis</i>	*	<i>Ophieleotris_Gmargaritacea</i>	
ANGSP		<i>Awaous guamensis</i>	
ELESP		<i>Stiphodon atratus</i>	
<i>Gymnothorax polyuranodon</i>		<i>Anguilla reinhardtii</i>	
<i>Giuris viator</i>		<i>Eleotris fusca haplo2</i>	
<i>Stiphodon rutilaureus</i>		<i>Glossogobius illimis</i>	

RQ A noter qu'un doute subsiste sur la distinction taxonomique entre *Ophieleotris\_Gmargaritacea* et *G. viator* ((N. Charpin, *com.pers.*)

## CBN40

Sur le CreekBaieNord-40, 16 taxons de poissons (dont 2 espèces d'anguille et deux genres indéterminés (*Sicyopterus sp.* et *Thunnus sp.*)) ont été détectées par l'ADNe, et en dessous des seuils de quantification pour plusieurs d'entre elles (*Smilosicyopus chloe*, *Anguilla megastoma*, *O\_mossambicus\_S\_occidentalis*, *Sicyopterus sp.* et *Thunnus sp.*), ce qui doit conduire à une prudence supplémentaire dans l'interprétation pour ces espèces.

Par ordre décroissant du nombre moyen de séquences dans les deux échantillons, on trouve : *Cestraeus oxyrhyncus* (37.6%) qui domine le peuplement, suivi de *Kuhlia rupestris* (21%), puis *Awaous guamensis* (14.5%) et *Kuhlia marginata* (14.1%). Viennent ensuite *Sicyopterus lagocephalus* (7%), *Stiphodon pelewensis (atratus)* (4.1%), *Cestraeus golden* (2.9%) et *Eleotris fusca*(haplo1 (2%). Pour cette dernière, l'absence de détection dans un des échantillons est étonnante sachant que cette espèce est considérée comme bien représentée sur la station (Cf. Figure 43 ci-dessous).

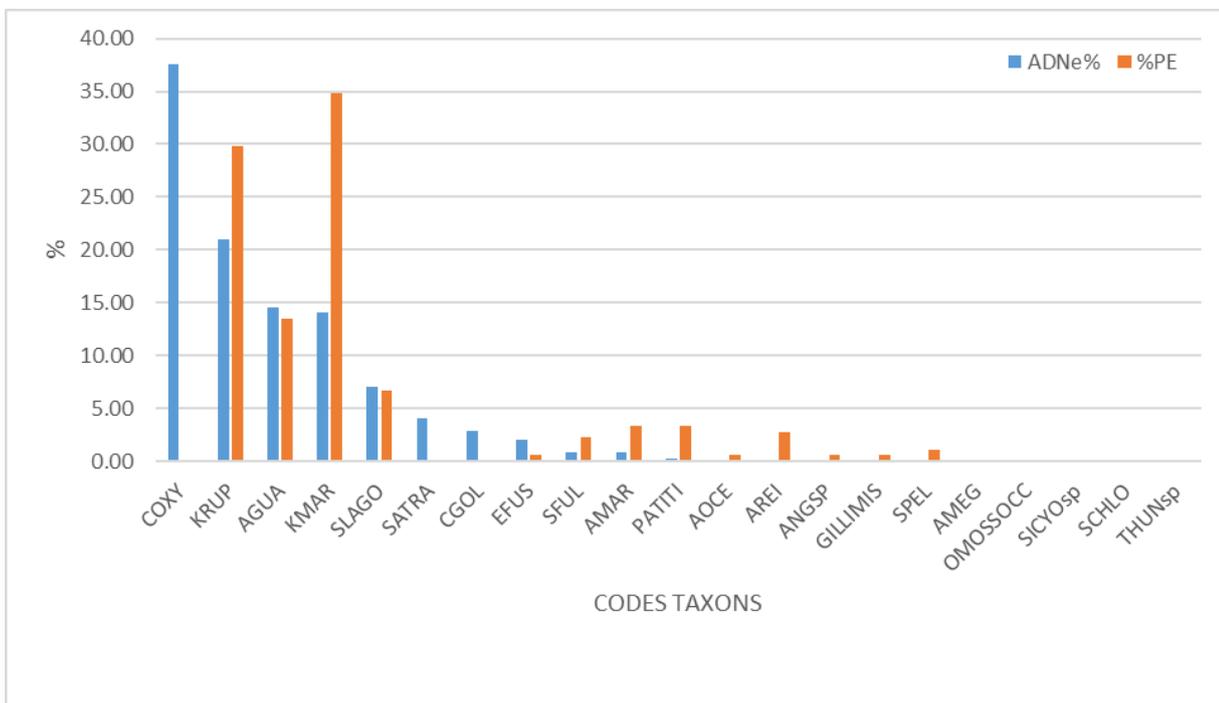


Figure 43 Comparaison des proportions par taxon pour l'ADNe (moyenne entre répliques du rapport entre le nombre de séquences par taxon divisé par le nombre total de séquences) et la pêche électrique (rapport entre le nombre d'individus par taxon et le nombre total d'individus capturés) – CBN-40

Trois espèces sont plus faiblement représentées (<1%) : *Schismatogobius fuligimentus* (0.9%), *Anguilla marmorata* (0.8%), *Protogobius attiti* (0.2%), alors que plusieurs taxons ont été détectés en dessous du seul de

quantification : *Anguilla megastoma*, *O\_mossambicus\_S\_occidentalis*, *Sicyopterus sp.*, *Smilosicyopus chloe* et *Thunnus sp.*

Le nombre de séquences d'ADNe détectées varie de 746 pour *Protogobius attiti* à 115 741 pour *Cestraeus oxyrhyncus* à (moyenne = 35370 ; médiane = 18122).

Le nombre de répliques par taxon varie de 1 à 12 (/12), avec des résultats assez différents entre les deux échantillons pour la majorité des espèces ; certaines n'étant détectées que par un des deux sous-échantillons (résultats nettement plus significatifs pour SPY222648 que pour SPY222644). Les nombres de répliques les plus élevés (10 à 12) sont enregistrés pour les espèces dominantes/principales (*C. oxyrhyncus*, *K. marginata*, *K. rupestris*, *A. guamensis*, *S. lagocephalus*, *S. pelewensis (atratus)*, *C. goldiei*, *A. marmorata*). A part pour quelques espèces (*Cestraeus oxyrhyncus*, *Kuhlia rupestris* et *Sicyopterus lagocephalus*), les écarts (valeur absolue) entre les deux échantillons sont globalement élevées (5-9) et particulièrement élevées pour *S. pelewensis (atratus)*, *E. fusca* et *A. marmorata* (8 ou 9). Les résultats sur cette station, du moins pour un des prélèvements, sont peu robustes (Cf. résultats bruts en Annexe 3).

Si on compare aux résultats de la pêche électrique réalisée le même jour (pêche partielle), on observe que sur 21 taxons contactés au total toutes méthodes confondues (dont 3 taxons indéterminés= *Anguilla sp.*, *Sicyopterus sp.* et *Thunnus sp.*) :

- 9 espèces ont été contactées par les deux méthodes : *Anguilla marmorata*, *Awaous guamensis*, *Eleotris fusca-haplo1*, *Kuhlia marginata*, *Kuhlia rupestris*, *Protogobius attiti*, *Schismatogobius fuligimentus*, *Sicyopterus lagocephalus*, *S. pelewensis (atratus)* ;
- 5 espèces (7 si on prend en compte *Sicyopterus sp.* et *Thunnus sp.*) ont été détectées uniquement par l'ADNe : *Cestraeus goldiei*, *Cestraeus oxyrhyncus*, *Anguilla megastoma*, *Smilosicyopus chloe*, *O\_mossambicus\_S\_occidentalis*, la plupart étant en-dessous du seuil de quantification. Pour la dernière (*Tilapia*) on pourrait expliquer cette détection par le fait que l'eau du lac Yaté où elle est présente est pompée et stockée dans les bassins de l'usine.
- enfin, 4 espèces (5 si on considère les taxons indéterminés *Anguilla sp.*) ont été observées uniquement par la pêche électrique : *Anguilla reinhardtii*, alors que sa densité est considérée comme importante, ainsi que *Stiphodon rutilaureus* (non séquencée), *Glossogobius illimis* et *Awaous ocellaris*.

Au niveau de la représentation des différentes espèces, si on considère les quatre premiers rangs, on constate une forte différence et certaines concordances. En effet, *C. oxyrhyncus*, l'espèce nettement dominante pour l'ADNe n'a pas été capturée par la pêche électrique. Par contre, les deux rangs suivants sont totalement concordants avec une représentation très similaire (%) : *K. rupestris* et *A. guamensis*. Mais le 4<sup>ème</sup> rang est un peu

différent puisque *K. marginata* qui occupe cette position pour l'ADNe est l'espèce dominante pour la pêche électrique (Cf. Tableau 30 page suivante).

Tableau 30 Classement des différentes espèces selon leur proportion (%) pour les résultats d'ADNe et de pêche électrique – CBN40. Pour l'ADNe, les proportions correspondent au nombre de séquences par espèce divisé par le nombre total de séquences ; pour la pêche électrique (PE) les proportions correspondent au nombre d'individus par espèce divisé par le total d'individus capturés (somme des captures par pêche partielle)

Classement ADNe (%)		Classement PE (%)	
<b>Cestraeus oxyrhyncus</b>	37.52	Kuhlia marginata	34.83
Kuhlia rupestris	20.95	Kuhlia rupestris	29.78
Awaous guamensis	14.54	Awaous guamensis	13.48
Kuhlia marginata	14.10	Sicyopterus lagocephalus	6.74
Sicyopterus lagocephalus	7.04	Anguilla marmorata	3.37
<i>Stiphodon pelewensis</i>	4.12	Protogobius attiti	3.37
Cestraeus goldiei	2.87	Anguilla reinhardtii	2.81
Eleotris fusca haplo1	2.01	Schismatogobius fuligimentus	2.25
Schismatogobius fuligimentus	0.88	Stiphodon pelewensis	1.12
Anguilla marmorata	0.84	Eleotris fusca haplo1	0.56
Protogobius attiti	0.21	Awaous ocellaris	0.56
Anguilla megastoma	*	Anguilla sp	0.56
O_mossambicus_S_occidentalis	*	Glossogobius illimis	0.56
Sicyopterus sp.	*	Anguilla megastoma	
Smilosicyopus chloe	*	Cestraeus goldiei	
Thunnus sp.	*	<b>Cestraeus oxyrhyncus</b>	
Awaous ocellaris		O_mossambicus_S_occidentalis	
Anguilla reinhardtii		Sicyopterus sp.	
Anguilla sp		Smilosicyopus chloe	
Glossogobius illimis		Thunnus sp.	

Pour les rangs suivants, le niveau de concordance est hétérogène avec des rangs assez proches pour certaines espèces comme pour *S. lagocephalus* ou *S. fuligimentus*, ou plus différents comme pour *Protogobius attiti*.

De plus *Sicyopterus sarasini*, même si elle n'a pas été capturée par pêche électrique lors de cette campagne, a déjà été observée/pêchée dans la CBN40 à proximité (N. Charpin *com.pers.*).

RQ la fiabilité d'attribution de *Cestraeus goldiei* (GeneBank) peut être posée étant donné que cette espèce n'a jamais été observée en pêche électrique alors que *C. plicatilis*, non séquencée, a déjà été capturée/observée. Les deux espèces pourraient être confondues (N. Charpin *com.pers.*)

## Discussion - Conclusion

L'utilisation de l'ADNe a permis de confirmer le potentiel de cette technologie dans les études et suivis de la biodiversité et de l'état des milieux. En effet les listes taxonomiques révélées par cette technique sont généralement égales ou supérieures à celles obtenues par pêche électrique et les principales caractéristiques des peuplements de poissons de NC sont assez fidèlement retrouvées (espèces dominantes, endémismes, influence marine, exotiques...).

Mais, par rapport à la plus-value constatée notamment en métropole sur la détection des espèces présentes (y/c l'échelle de détection plus large que le périmètre de la station), les résultats obtenus lors de cette expérimentation sont un peu moins probants. En effet, sur des études en grands cours d'eau en métropole, on a montré qu'un prélèvement d'ADNe permettait de capter une liste d'espèces équivalente à 3 à 5 années d'échantillonnage par pêches électriques (Pont et al., 2018 ; Roset *et al.* 2022). Ainsi les richesses spécifiques observées par l'ADNe surpassent significativement et assez systématiquement les valeurs obtenues par les méthodes de suivi traditionnel. Or dans le cadre de cette étude, les résultats apparaissent plus complémentaires que réellement supérieurs en termes de recensement/détection des espèces. En effet les figures ci-dessous montrent que même si les richesses sont légèrement supérieures à parfois très supérieures (Cf. Figure 44 et par exemple Nepoui Figure 45), les résultats sont variables d'une station à l'autre et même entre les deux prélèvements ADNe d'une même station (Cf. CBN40 et Lembi - Figure 45). De plus, comme constaté en métropole certaines espèces détectées par ADNe ne doivent pas être comptabilisées car leur trace provient de la consommation par les populations humaines riveraines ; c'est le cas par exemple pour *Thunnus sp.*, mais aussi potentiellement des espèces de mullets.

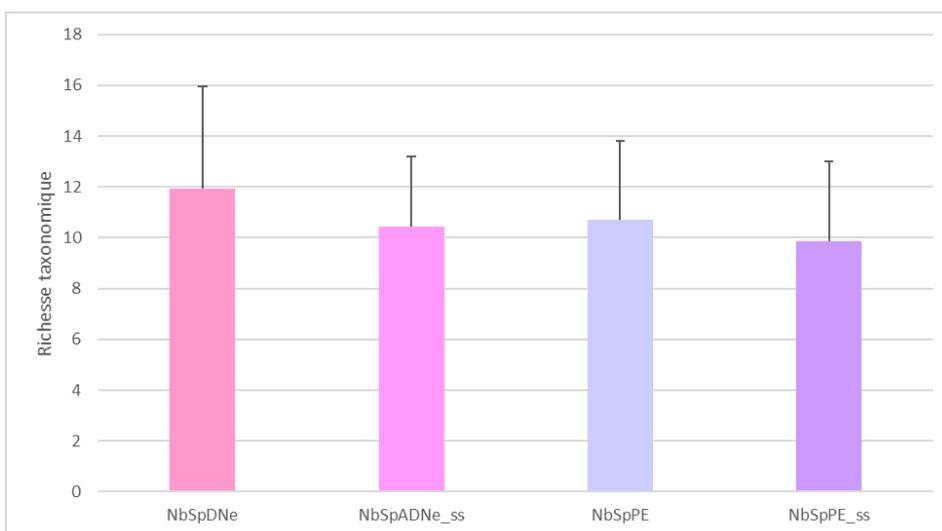


Figure 44 Richesse taxonomique moyenne selon les méthodes et les types de données (brutes ou sans espèces non quantifiées pour ADNe et sans taxons indéterminés pour les pêches électriques)

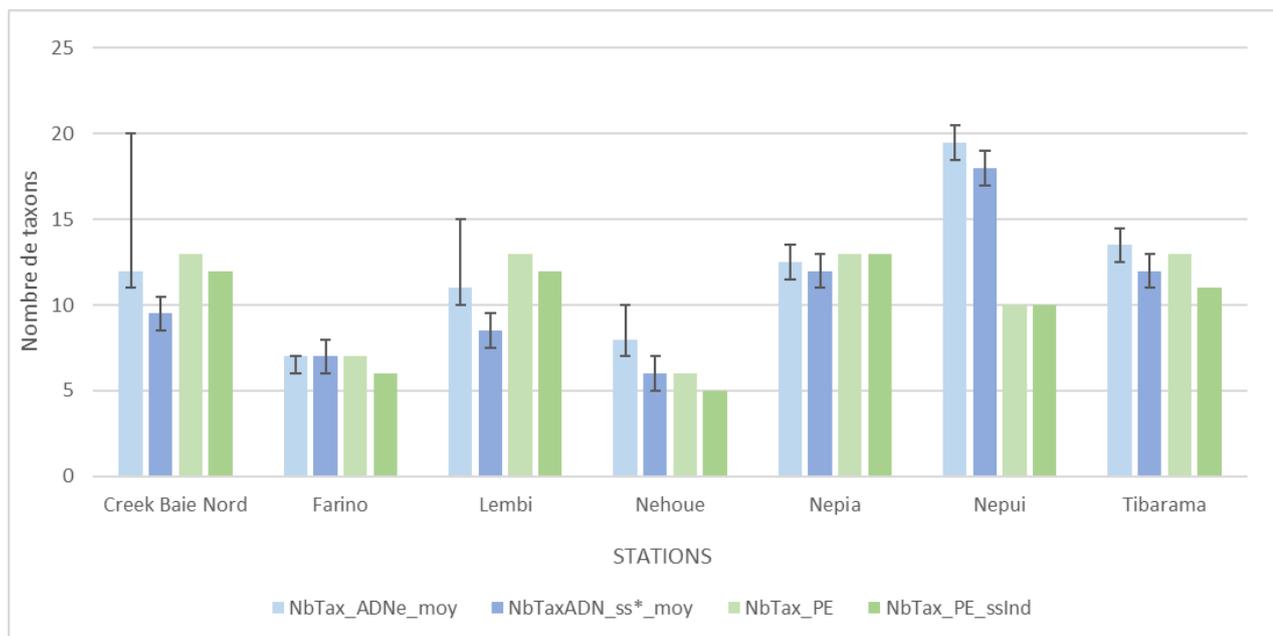


Figure 45 Richesse taxonomique par station selon la méthode : ADNe (bleu) vs pêche électrique 2022 (vert). Pour chaque méthode figurent les données brutes (couleur pâle) et sans les espèces non quantifiées pour ADNe (couleur soutenue). La barre d'erreur correspond à l'écart (range) entre les 2 échantillons ADNe

Il est notamment assez peu habituel que des espèces, parfois bien représentées dans le milieu (captures par pêche électrique, observations directes, connaissances historiques), ne soient pas détectées et surtout variablement détectées d'une station à l'autre. Le tableau ci-dessous récapitule par station les espèces non détectées par l'ADNe. Il met en évidence que certaines espèces reviennent à plusieurs reprises comme *Glossogobius illimis* et *Anguilla reinhardtii* (et *Bunaka gyrinoides* mais cette dernière n'est pas séquencée et *Stiphodon pelewensis* est synonyme de *S. atratus*).

Tableau 31 Liste des espèces non détectées par l'ADNe par station

Farino	Nehoue	Lembi	Nepia	Nepoui	Tibarama	CBN40
<i>Anguilla megastoma</i>	<i>Glossogobius illimis</i>	<i>Bunaka gyrinoides</i>	<i>Anguilla reinhardtii</i>	<i>Anguilla reinhardtii</i>	<i>Gymnothorax polyuranodon</i>	<i>Awaous ocellaris</i>
		<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	<i>Bunaka gyrinoides</i>	<i>Stenogobius yateiensis</i>	<i>Giuris viator</i>	<i>Anguilla reinhardtii</i>
		<i>Sicyopterus sarasini</i>	<i>Hypseleotris cyprinoides</i>		<i>Stiphodon rutilaureus</i>	<i>Glossogobius illimis</i>
			<i>Stiphodon pelewensis</i>			<i>Stiphodon pelewensis</i>

Cependant, il est important également de considérer que par rapport à de nombreuses études ADNe en métropole, la présente étude porte sur des cours d'eau de petits ou moyens gabarits et surtout prospectables à pied sur tout ou majorité des stations. Le gain de l'ADNe est donc forcément moindre que sur des cours d'eau

prospectables uniquement sur les berges en bateau à l'électricité. Toutefois on ne note pas de différence significative ou systématique dans les écarts entre résultats des pêches électriques et de l'ADNe, selon que les stations sont pêchées exhaustivement ou partiellement. Même si la richesse spécifique sur la Nepoui (pêche partielle) est à l'avantage de l'ADNe, on ne retrouve pas de différence particulière entre Néhoué et Nepia (pêches partielles) et Tibarama (pêche complète).

Enfin l'absence de détection d'espèces (séquencées) dont la présence est connue/avérée à proximité en amont (Cf. *Stiphodon sapphirinus*, *Sicyopus zosterophorus*, *Smilosicyopus chloe*, *Sicyopterus sarasini*, *Cestraeus oxyrhyncus* sur la Nepia) (re)pose clairement la question de la distance de détection, car ces résultats ne sont pas cohérents avec un certain nombre de publications indiquant des valeurs de quelques kilomètres voire plusieurs dizaines de kilomètres (Cf par exemple Civade *et al.* 2016 ; Pont *et al.* 2018). De nombreux facteurs, plus ou moins combinés entre eux, peuvent expliquer ces différences (quantité d'ADNe libérée par les espèces de NC, caractéristiques physico-chimiques des cours d'eau...) mais aussi la question de la « finesse » du référentiel génétique (en fonction de l'échantillon source et de la variabilité génétique sur le territoire d'étude). Une fois le référentiel mis à jour, il conviendrait de mener une étude spécifique sur la distance de détection de différents groupes taxonomiques (petites espèces benthiques dont *Gobiidae*, espèces plus « pélagiques » de type *Kuhliidae* ou *Mugilidae*, serpentiformes dont *Anguillidae*, *Muraenidae* et autres typicités...).

L'examen de ces résultats d'ADNe mérite donc d'être approfondi car plusieurs hypothèses peuvent être proposées pour expliquer et discuter certaines limites, au premier plan desquelles figure la question de la mise à jour/complétude des référentiels taxonomiques (voire de la taxonomie elle-même). En effet ces limites, ou variabilité de détection, peuvent provenir d'une base de données incomplète ou insuffisamment « spécifique » (échantillon séquencé plus ou moins éloigné du lieu d'étude) aux espèces des différents bassins de Nouvelle-Calédonie, pouvant conduire à ce que des espèces proches génétiquement ne soient pas détectées ou confondues. Ainsi, un certain nombre d'espèces ne sont pas encore (correctement) séquencées, c'est le cas notamment d'*Anguilla australis*, *Anguilla obscura*, *Cestraeus plicatilis*, *Bunaka gyrinoides*, *Giuris viator*, *Stiphodon rutilaureus*, *Gymnothorax polyuranodon* et *Stolephorus sp*, qui ont pu être capturées par pêche électrique. Des études sont en cours pour améliorer la base de données de référence à partir d'échantillons prélevés dans différents cours d'eau de NC, mais on pourrait continuer de se heurter à une variabilité génétique potentiellement plus élevée dans les populations de poissons Indo-Pacifiques (N. Charpin *com.pers.*).

Ainsi en NC encore plus qu'ailleurs, les résultats d'étude ADNe doivent faire l'objet d'une expertise/discussion par des spécialistes de l'ichtyofaune locale ; ce qui exclut pour un temps au moins, des calculs automatiques de métriques ou indicateurs basés uniquement sur cette méthode et limite l'utilisation de cette technique seule dans des inventaire ou plus globalement les diagnostics de l'état des milieux/peuplements.

Les analyses par station confirment au moins en partie le potentiel de l'ADNe dans les suivis de la biodiversité et de l'état des milieux. En plus des espèces capturées à l'électricité, ou dont la présence est connue par ailleurs, des espèces supplémentaires dont la présence physique est probable ou attestée, sont détectées. La méthode apparaît donc déjà comme un outil complémentaire valide aux prospections par pêche électrique.

Mais l'opérationnalité et les performances ne sont peut-être pas encore optimales, notamment en lien avec la complétude et la spécificité encore partielles du référentiel génétique.

Si la bio-indication reste une perspective d'application potentielle, un travail conséquent de test et d'amélioration reste à réaliser et pour l'instant la bonne interprétation des résultats d'ADNe reste soumise à une expertise.

L'utilisation de cette méthode seule pour des inventaires de biodiversité ou des études visant à réaliser un diagnostic de l'état des milieux, est donc fortement déconseillée.

### 3. Conclusion

Même si le nombre d'opérations qui ont pu être réalisées reste modeste, la plupart des résultats obtenus semblent assez significatifs pour valider les propositions d'évolutions méthodologiques pour une meilleure standardisation des suivis des peuplements de poissons des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie.

On a pu d'une part vérifier au cours de la seconde mission que la pêche par trait en Nouvelle-Calédonie donnait de très bons résultats, que ce soit par rapport aux pêches complètes qui ont pu être réalisées simultanément, par rapport à la pêche par point testée lors de la première mission, et par rapport aux connaissances basées sur les chroniques existantes. Elle permet notamment de capturer efficacement les espèces très régulièrement et assez régulièrement présentes sur les stations étudiées, et parfois des espèces plus rares. En outre, l'amélioration du protocole par l'augmentation des surfaces pêchées s'avère être une orientation efficace pour l'échantillonnage des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie.

Même si les conditions des tests inter-opérateurs n'ont pas été optimales, on a également vérifié que la pêche par trait était assez robuste, y compris lorsque le plan d'échantillonnage a pu apparaître différent. Ce constat est assez solide du point de vue des richesses et des listes d'espèces, mais plus variable sur les proportions relatives des effectifs et des biomasses, ainsi que les densités numériques et pondérales. Ces tests mériteraient donc sans doute d'être poursuivis. Dans ce cadre, la maîtrise de l'identification taxonomique sur le terrain et des évolutions, constitue un point sensible qui doit conduire à fixer un même déterminateur lorsqu'on veut tester les différences d'échantillonnages, mais aussi à effectuer des déterminations croisées à l'aveugle pour évaluer les écarts liés à cet aspect.

Concernant le type de courant électrique utilisé, on n'a pas constaté d'apport particulier lié à l'utilisation de matériel thermique (courant continu), ce qui conforte globalement l'utilisation de matériel sur batterie actuellement employée (courant pulsé). Toutefois un travail spécifique pourrait permettre de mieux standardiser les réglages, ce qui implique que les paramètres électriques soient visibles et contrôlables.

Enfin, l'utilisation de l'ADNe a confirmé l'important potentiel de cette technologie dans l'inventaire des espèces présentes. Mais en l'état actuel du développement et en particulier des séquences disponibles, sur les échantillons analysés, la méthode s'avère un peu moins performante qu'en métropole notamment et on a observé certaines limites et lacunes (comme la non-détection d'espèces communes sur la station ou observée en amont) dont il conviendrait de comprendre plus précisément l'origine. Une hypothèse de forte variabilité génétique dans le contexte Indo-Pacifique est une première piste, qui pourrait par exemple impliquer de réaliser des séquençages à des échelles plus fines (bassins, sous-bassins...). Par conséquent, l'utilisation de cette seule méthode dans le cadre d'inventaires faunistiques, d'études réglementaires et globalement dans une perspective

de bioindication paraît pour le moment hasardeux. Par contre elle constitue *a minima* un outil complémentaire performant aux méthodes d'échantillonnage et d'observation traditionnelles, mais qui nécessite une certaine expertise sur les espèces et les cours d'eau étudiés.

Enfin cette seconde mission a permis d'aborder un certain nombre de points clefs pour valider les propositions d'évolutions méthodologiques pour une meilleure standardisation des méthodes d'étude et de suivi des peuplements de poissons des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie (notamment le protocole de pêche par traits). Mais sur ce territoire assez complexe ou du moins où les communautés piscicoles et carcinologiques d'eau douce restent encore peu étudiées, il conviendrait de poursuivre et d'approfondir certains des tests initiés (ADNe, etc.). Cette étude a aussi contribué à en proposer quelques bases méthodologiques.

D'après ces conclusions, un certain nombre de précisions pourront être apportées au guide technique :

- Sur la détermination des longueurs de stations en fonction de la largeur. On rappellera qu'on raisonne sur la base de la largeur moyenne mais qu'il est important de tenir compte de la variabilité de cette largeur, en particulier pour le choix entre pêche complète à la pêche partielle par trait. En effet, lorsque la largeur dépasse nettement 10m sur au moins 1/3 de la station, il est préférable d'appliquer une pêche par trait. Il est aussi important de rappeler que globalement des contraintes physiques ou de ruptures typologiques (rupture de pente, marées...) peuvent conduire à réduire la longueur de la station.
- Pour la pêche par trait, sur la constitution du plan d'échantillonnage et le cheminement pour la réalisation des traits. On rappellera les adaptations nécessaires en cas de variations importantes de largeurs, la rencontre de zones non pêchables... et les modalités de description des traits. On rappellera aussi l'importance d'un repérage préalable à l'opération et la réalisation d'un schéma faisant apparaître *a minima* les zones non pêchables, les largeurs et leurs variations ainsi que des repères de distance. De plus, on soulignera l'importance d'une bonne communication et coordination entre le porteur d'anode et les différents engins de captures.
- L'utilisation des épauettes volantes et des stopnets, en plus des épauettes standards, a été validée/consolidée. On pourra préciser leur rôle respectif et leur mode d'action en fonction des faciès et des espèces rencontrées.
- On insistera sur l'importance des réglages et en premier lieu la visibilité/contrôlabilité de ceux-ci.

## 4. Perspectives

La standardisation a pour vocation de rendre plus comparables les résultats de pêches électriques d'une station ou d'une campagne à l'autre, quel que soit l'opérateur. Elle sert aussi de cadre à chaque opérateur pour établir ou améliorer ses actions de management de la qualité, quel que soit l'objectif de l'opération (inventaire de la biodiversité aquatiques, étude d'impact, suivi scientifique à long terme...).

Un des objectifs des pêches électriques est de caractériser et suivre dans le temps l'état des peuplements et populations de poissons en lien avec la qualité des milieux et leur évolution. La bioindication et en l'occurrence le développement et l'utilisation d'un indice poisson adapté aux cours d'eau et peuplements de Nouvelle-Calédonie, nécessite aussi le recours à des données standardisées. Considérant que cette étape de standardisation est achevée, on peut fixer les bases et principes de développement d'un indice poisson à la lumière des développements réalisés en France métropolitaine (Oberdorff *et al.*, 2001 et 2002 ; Pont *et al.*, 2013) et en Europe (Pont *et al.*, 2006 ; Roset *et al.*, 2007) depuis la mise en place de la Directive Cadre sur l'Eau. Le développement de ce type d'indice nécessite deux étapes incontournables :

- Description des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie du point de vue des caractéristiques naturelles (typologie des cours d'eau) et des pressions anthropiques.
- A partir de l'analyse croisée des types naturels et des pressions anthropiques, définition et la prospection régulière d'un réseau de stations représentatives du territoire, en identifiant notamment un sous-échantillon de stations de référence pas ou peu soumise aux pressions, par type de cours d'eau. Un réseau d'une 50aine de stations (30aine de référence) paraît adapté à la diversité du territoire et aux objectifs.
- Enfin, caractériser les peuplements de poissons en conditions de référence et sélectionner les métriques les plus performantes pour décrire les différences entre peuplement de référence et peuplements en situations plus ou moins dégradées.

Pour décrire les caractéristiques naturelles et établir une typologie des cours d'eau de NC, la prise en compte du découpage en hydroécotones constitue une étape préalable incontournable, qu'il faudra compléter par la prise en compte d'autres paramètres comme sans doute en premier lieu (et a minima) la pente et la largeur de lit. Idéalement, on visera la mise au point d'un réseau hydrographique théorique (RHT), sur le modèle de celui réalisé pour les cours d'eau de France métropolitaine par Pella *et al.* (2012). Il consiste à découper le réseau hydrographique en différents tronçons définis par des discontinuités (confluences...) et à leur associer

de nombreux descripteurs d'intérêt (largeur, pente, débit, géologie, altitude, distance à la source, surface du bassin versant, températures...) à partir d'un MNT et d'autres sources d'informations.

Pour décrire l'état des milieux, on procédera *a minima* à un inventaire des pressions de façon homogène sur l'ensemble du territoire. Cela pourra notamment se faire à travers la description d'activités anthropiques susceptibles d'impacter la qualité des cours d'eau. Des informations d'occupation des sols peuvent constituer un premier niveau de description (urbanisation, agriculture, activités minières, infrastructures touristiques et loisirs...). Du fait de l'importance d'espèces migratrices, une attention particulière devra être portée sur la description de l'altération de la continuité sur le réseau hydrographique (description du nombre et du type d'ouvrages). De même, du fait de leur importance sur le fonctionnement des écosystèmes, la cartographie et la caractérisation des incendies sera aussi à bien prendre en compte. Enfin, l'existence de données sur la qualité physico-chimique et hydromorphologique à l'échelle de stations permettra de valider les données et classifications de l'état présumé des cours d'eau à plus large échelle.

## 5. Références bibliographiques

**Beaumont, W.R.C. (2011).** *Electric Fishing: A complete guide to theory and practice.* Game & Wildlife Conservation Trust. (ed.)

**Bouchard, J., Roset, N. & T. Vigneron (2018).** *Vers une standardisation des protocoles de pêche électrique en Nouvelle-Calédonie. Rapport de Mission.* AFB – OEIL. 64 p + annexes

**Bouchard J., Roset N. & T. Vigneron (2018).** *Standardisation du suivi par pêche électrique des peuplements de poissons et crustacés des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie. Guide technique et méthodologique.* AFB – OEIL, 44 p + annexes

**Civade, R. et al. (2016).** *Spatial representativeness of environmental DNA metabarcoding signal for fish biodiversity assessment in a natural freshwater system.* PLoS ONE 11(6)

**Clark, D.E., Pilditch, C.A., Pearman, J.K., Ellis J.I. & A. Zaiko (2022)** *Environmental DNA metabarcoding reveals estuarine benthic community response to nutrient enrichment - Evidence from an in-situ experiment.* Environmental Pollution 267: 115472

**Nagarajan, R.P. et al. (2022)** *Environmental DNA Methods for Ecological Monitoring and Biodiversity Assessment in Estuaries.* Estuaries and Coasts 45: 2254–2273

**Cuinat, R. (1968).** *Contribution à l'étude de quelques paramètres physiques dans la pêche électrique en courant continu, en rivière, In: Applications de L'électricité à La Biologie et à L'aménagement des pêches continentales. Symposium de Belgrade, mai 1966.* Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. INRA, Paris, pp. 145–180

**Dejean, T. et al. (2011)** *Persistence of environmental DNA in freshwater ecosystems.* Plos ONE 6(8), 23398

**Di Muri, C. et al. (2020)** *Read counts from environmental DNA (eDNA) metabarcoding reflect fish abundance and biomass in drained ponds.* Metabarcoding and Metagenomics 4: 97–112

**Ficetola, G.F., Miaud, C., Pompanon, F. & P. Taberlet (2008)** *Species detection using environmental DNA from water samples.* Biological Letters 4 : 423–425

**Grondin, J., Dominique, Y., Valentini, A., Touron-Poncet, H., Dejean, T., 2019** *Guide méthodologique pour la mise en œuvre de la méthode d'inventaire des peuplements piscicoles de Nouvelle-Calédonie par l'ADN environnemental.* CNRT Nickel et son Environnement. 17 p.

**Juhel, J., Utama, R.S., Marques, V., Vimono, I.B., Sugeha, H.Y., Kadarusman, Pouyaud, L., Dejean, T., Mouillot, D. & R. Hocdé (2020).** *Accumulation curves of environmental DNA sequences predict coastal fish diversity in the coral triangle.* Proceedings of the Royal Society

**Lamarque, P. (1990).** *Electrophysiology of fish in electric field, In: Fishing with Electricity, Applications in Freshwater Fisheries Management.* Fishing News Books. Oxford, England, pp. 4–33

**Lamarque, P. (1968).** *Electrophysiologie du poisson soumis à l'action d'un champ électrique, In: Applications de l'électricité à la biologie et à l'aménagement des pêches continentales.* Symposium de Belgrade, mai 1966. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. INRA, Paris, pp. 87–110

**Laporte, M., Berger, C.S., García-Machado E., Cot, G., Morissette, O. & L. Bernatchez (2022)** *Cage transplant experiment shows weak transport effect on relative abundance of fish community composition as revealed by eDNA metabarcoding.* Ecological Indicators 137: 108785

**Marquet, G., Keith, P. & E. Vigneux (2003).** *Atlas des poissons et des crustacés d'eau douce de Nouvelle-Calédonie.* Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Patrimoines naturels-58, pp 288

**Miaud, C., Dejean, T. & N. Roset (2013).** *Développement méthodologique de la technique de l'ADN environnemental pour les inventaires de poissons d'eau douce.* Rapport final. SPYGEN-ONEMA. 29 p

**Oberdorff T., Pont D., Hugueny B. & Chessel D. (2001).** A probabilistic model characterizing fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. Freshwater Biology,  
46: 399-415

**Oberdorff T., Pont D., Hugueny B. & Porcher J.P. (2002).** Development and validation of a fish-based index for the assessment of 'river health' in France. Freshwater Biology 47: 720-734

**Pella, H., Lejot, J., Lamouroux, N. & T. Snelder (2012).** *Le réseau hydrographique théorique (RHT) français et ses attributs environnementaux.* Géomorphologie : relief, processus, environnement  
18 – 3 : 317-336

**Pottier G. (2017).** *Vers une standardisation de la pêche électrique.* Séminaire « Pêche électrique » AFB. Le Paraquet 24-26 avril 2017

**Pottier G., Azam D., Beaulaton L., Vigneron T., Rives J., Marchand F., Pénil C. (2022).** *La pêche scientifique à l'électricité dans les milieux aquatiques continentaux.* Office français de la biodiversité. Collection Guides et protocoles. 136 pages

**Pont D., Hugueny B., Beier U., Goffaux D., Melcher A., Noble R., Rogers C., Roset N.**

**& Schmutz S. (2006).** *Assessing river biotic condition at the continental scale: a European*

*approach using functional metrics and fish assemblages.* Journal of Applied Ecology 43: 70-80

**Pont D., Delaigue, O., Belliard, J., Marzin, A. & M. Logez (2013).** *Programme IPR+. Révision de l'indice poisson rivière pour l'application de la DCE - Version V.2.0 de l'indicateur, 208 p.* INRAE-ONEMA

**Pont, D., Rocle, M., Valentini, A., Civade, R., Jean, P., Maire, A., Roset, N., Schabuss, M., Zornig, H. & Dejean, T. (2018).** *Environmental DNA reveals quantitative patterns of fish biodiversity in large rivers despite its downstream transportation.* Scientific Reports 8: Article number 10361

**Pont, D. et al. (2022)** *Quantitative monitoring of diverse fish communities on a large scale combining eDNA metabarcoding and qPCR.* Molecular Ecology Resources 23-2: 396-409

**Rees, H. C., Maddison, B. C., Middleditch, D. J., Patmore, J. R. M. & Gough, K. C. (2014).** *The detection of aquatic animal species using environmental DNA – a review of eDNA as a survey tool in ecology.* J. Appl. Ecol. 51: 1450–145

**Reynolds, J.B. (1983).** *Electrofishing, in Fisheries Techniques.* Blacksburg, Virginia, L. Nielsen & D.L. Johnson (Eds): 147-163

**Roset, N., Grenouillet, G., Goffaux, D. & P. Kestemont (2007).** *A review of existing fish assemblage indicators and methodologies.* Fisheries Management and Ecology 14-6: 393-405

**Roset, N., Fromager F., Olivier, G., Parussatti, S. Sadot, M. & N. Poulet (2022).** *Suivi des peuplements de poissons en cours d'eau. Comparaison ADNe vs pêches électriques sur un échantillon de stations en région AURA.* Actes de la 8<sup>ème</sup> RIF -Rencontre de l'Ichtyologie en France - Session 1 : Génétique des populations, ADN environnemental. Paris, 14-18 mars 2022

**Sepulveda, A.J. et al. (2021)** *It's complicated ... environmental DNA as a predictor of trout and char abundance*

in streams. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 78-4: 422–432

**SPYGEN (undated)** <https://www.spygen.com/fr/technologies/echantillonnage-adne/>

**SPYGEN (2019)**. *Base de références génétiques des Poissons dulçaquicoles de Nouvelle-Calédonie*

**Taberlet, P., Coissac, E., Hajibabaei, M. & L. H. Rieseberg (2012a)**. *Environmental DNA*. *Molecular Ecology* 21: 1789–1793

**Taberlet, P., Coissac, E., Pompanon, F., Brochmann, C. & Willerslev, E. (2012b)**. *Towards next-generation biodiversity assessment using DNA metabarcoding*. *Molecular Ecology* 21: 2045–2050

**Tsuji, S., Inui, R., Nakao, R., Miyazono, S., Saito, Kono, M. T. & Y. Akamatsu (2022)** *Quantitative environmental DNA metabarcoding shows high potential as a novel approach to quantitatively assess fish community*. *Scientific Reports* 12: 21524

**Valentini, A. et al. (2016)**. *Next-generation monitoring of aquatic biodiversity using environmental DNA metabarcoding*. *Molecular Ecology* 25(4): 929–942

**Yao, M, Zhang, S., Lu, Q., Chen, X., Zhang, S.-Y., Kong, Y. & J. Zhao (2022)**. *Fishing for fish environmental DNA: Ecological applications, methodological considerations, surveying designs, and ways forward*. *Molecular Ecology* 31: 5132–5164

## 6. ANNEXES

### Annexe 1 : Comparaison inter-opérateurs

#### 1 – Densités numériques et pondérales – CBN70

##### A/Effectif

code sp	nom sp	BIOECKO	OFB
		densité- num_ind/h a	densité- num_ind/h a
A GUA	<i>Awaous guamensis</i>	53.3	77.9
A MAR	<i>Anguilla marmorata</i>	10.7	39.0
ANG SP	<i>Anguilla sp</i>	5.3	6.5
C CRE	<i>Crenimugil crenilabris</i>	0.0	45.5
C PLI	<i>Cestraeus plicatilis</i>	10.7	6.5
E FUS	<i>Eleotris fusca</i>	0.0	13.0
ELE SP	<i>Eleotris sp</i>	16.0	58.4
G ILLIMIS	<i>Glossogobius illimis</i>	5.3	0.0
K MAR	<i>Kuhlia marginata</i>	383.8	564.9
K MUN	<i>Kuhlia munda</i>	0.0	51.9
K RUP	<i>Kuhlia rupestris</i>	149.3	110.4
M MIC	<i>Moringua microchir</i>	5.3	0.0
R BIK	<i>Redigobius bikolanus</i>	0.0	26.0
S FUL	<i>Schismastogobius fuligimentus</i>	5.3	26.0
S LAGO	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	48.0	64.9
S SARA	<i>Sicyopterus sarasini</i>	0.0	13.0

##### B/Biomasse

code sp	nom sp	BIOECKO	OFB
		densité_po nd_kg/ha	densité_po nd_kg/ha
A GUA	<i>Awaous guamensis</i>	1.1	0.8
A MAR	<i>Anguilla marmorata</i>	4.8	2.2
ANG SP	<i>Anguilla sp</i>	0.0	0.0
C CRE	<i>Crenimugil crenilabris</i>	0.0	1.2
C PLI	<i>Cestraeus plicatilis</i>	0.0	0.1
E FUS	<i>Eleotris fusca</i>	0.0	0.2
ELE SP	<i>Eleotris sp</i>	0.2	0.1
G ILLIMIS	<i>Glossogobius illimis</i>	0.1	0.0
K MAR	<i>Kuhlia marginata</i>	10.0	8.5
K MUN	<i>Kuhlia munda</i>	0.0	0.0
K RUP	<i>Kuhlia rupestris</i>	5.3	3.3
M MIC	<i>Moringua microchir</i>	0.5	0.0
R BIK	<i>Redigobius bikolanus</i>	0.0	0.0
S FUL	<i>Schismastogobius fuligimentus</i>	0.0	0.0
S LAGO	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	0.5	0.5
S SARA	<i>Sicyopterus sarasini</i>	0.0	0.1

## 2– Densités numériques et pondérales – CBN30

### A/Effectif

		densité_num_ER BIO (ind/ha)	densité_num _OFB (ind/ha)
A AUS	<i>Anguilla australis</i>	6.053	
A GUA	<i>Awaous guamensis</i>	18.160	138.6
A MAR	<i>Anguilla marmorata</i>	18.160	42.6
A REI	<i>Anguilla reinhardtii</i>	12.107	26.7
C TYP	<i>Caridina typus</i>		10.7
E FUS	<i>Eleotris fusca</i>		5.3
E MEL	<i>Eleotris melanosoma</i>	6.053	
G ILLIMIS	<i>Glossogobius illimis</i>	6.053	
K MAR	<i>Kuhlia marginata</i>	108.959	122.6
K RUP	<i>Kuhlia rupestris</i>	72.639	143.9
M AEM	<i>Macrobrachium aemulum</i>	187.651	405.1
M CAL	<i>Macrobrachium caledonicum</i>	6.053	10.7
M LAR	<i>Macrobrachium lar</i>		10.7
P ATITI	<i>Protogobius attiti</i>	6.053	
S FUL	<i>Schismatogobius fuligineus</i>	12.107	10.7
S LAGO	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	54.479	117.3
S PEL	<i>Stiphodon pelewensis</i>		16.0
S SARA	<i>Sicyopterus sarasini</i>		5.3
STI SP	<i>Stiphodon sp</i>		5.3

### B/Biomasse

		densité_pond_ kg/ha ERBIO	densité_pond_kg/h a OFB
A GUA	<i>Awaous guamensis</i>	0.00	0.07
A AUS	<i>Anguilla australis</i>	0.05	0.00
A MAR	<i>Anguilla marmorata</i>	7.80	7.81
A OBS	<i>Anguilla obscura</i>	0.00	0.03
A REI	<i>Anguilla reinhardtii</i>	0.00	0.12
C OXY	<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	0.26	5.29
C PLI	<i>Cestraeus plicatilis</i>	0.94	5.50
E ACA	<i>Eleotris acanthopomus</i>	0.00	0.13
E FUS	<i>Eleotris fusca</i>	0.05	0.23
ELE SP	<i>Eleotris sp</i>	0.03	0.04
G FIL	<i>Gerres filamentosus</i>	0.00	0.18
G ILLIMIS	<i>Glossogobius illimis</i>	0.00	0.07
G VIA	<i>Giuris viator</i>	0.00	0.36
K MAR	<i>Kuhlia marginata</i>	0.00	0.30
K MUN	<i>Kuhlia munda</i>	0.00	0.11
K RUP	<i>Kuhlia rupestris</i>	1.03	15.95
LIZA SP	<i>Liza sp.</i>	0.00	0.00
M AEM	<i>Macrobrachium aemulum</i>	0.33	0.32
M CAL	<i>Macrobrachium caledonicum</i>	0.00	0.05
M LAR	<i>Macrobrachium lar</i>	0.20	0.09
S FUL	<i>Schismatogobius fuligineus</i>	0.00	0.00
S LAGO	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	0.04	0.04
S SARA	<i>Sicyopterus sarasini</i>	0.01	0.00
SIC SP	<i>Sicyopterus sp</i>	0.00	0.00
STO SP	<i>Stolephorus sp</i>	0.00	0.11

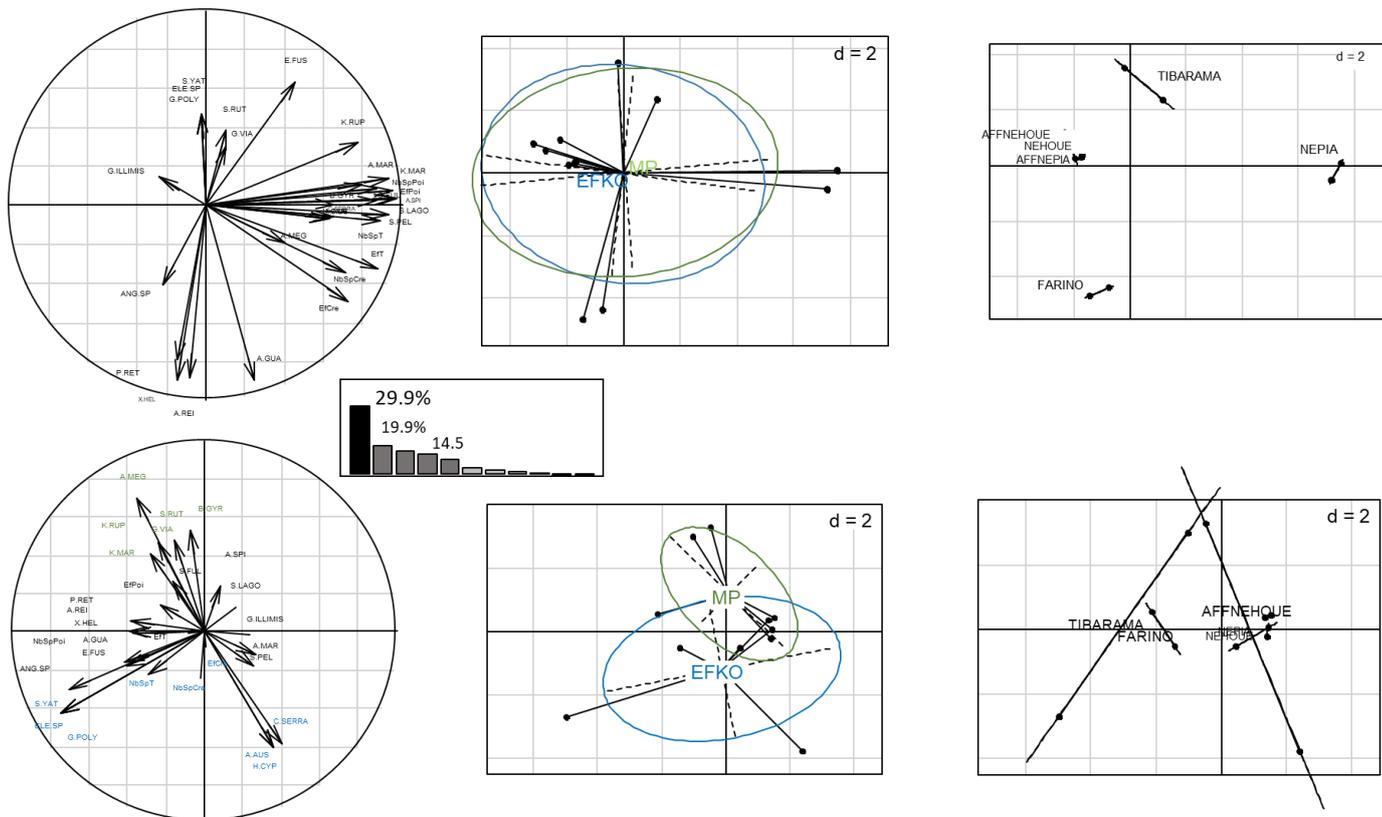
## A/Effectif

		densité_num_ind /ha ERBIO	densité_num_ind /ha OFB
A GUA	<i>Awaous guamensis</i>	0.00	17.01
A AUS	<i>Anguilla australis</i>	8.50	0.00
A MAR	<i>Anguilla marmorata</i>	8.50	8.50
A OBS	<i>Anguilla obscura</i>	0.00	8.50
A REI	<i>Anguilla reinhardti</i>	0.00	17.01
C OXY	<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	34.01	289.12
C PLI	<i>Cestraeus plicatilis</i>	42.52	119.05
E ACA	<i>Eleotris acanthopomus</i>	0.00	17.01
E FUS	<i>Eleotris fusca</i>	8.50	34.01
ELE SP	<i>Eleotris sp</i>	17.01	42.52
G FIL	<i>Gerres filamentosus</i>	0.00	8.50
G ILLIMIS	<i>Glossogobius illimis</i>	0.00	17.01
G VIA	<i>Gliris viator</i>	0.00	8.50
K MAR	<i>Kuhlia marginata</i>	0.00	25.51
K MUN	<i>Kuhlia munda</i>	0.00	34.01
K RUP	<i>Kuhlia rupestris</i>	42.52	382.65
LIZA SP	<i>Uza sp.</i>	8.50	0.00
M AEM	<i>Macrobrachium aemulum</i>	195.58	561.22
M CAL	<i>Macrobrachium caledonicum</i>	0.00	59.52
M LAR	<i>Macrobrachium lar</i>	34.01	8.50
S FUL	<i>Schismatogobius fuliginatus</i>	8.50	0.00
S LAGO	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	34.01	76.53
S SARA	<i>Sicyopterus sarasini</i>	17.01	8.50
SIC SP	<i>Sicyopterus sp</i>	0.00	17.01
STO SP	<i>Stolephorus sp</i>	0.00	8.50

## B/Biomasse

		densite_pond_ erbio_kg/ha	densite_pond_ RB_kg/ha
A AUS	<i>Anguilla australis</i>	0.088	
A GUA	<i>Awaous guamensis</i>	0.442	2.10
A MAR	<i>Anguilla marmorata</i>	0.610	3.90
A REI	<i>Anguilla reinhardti</i>	0.332	0.25
C TYP	<i>Caridina typus</i>		0.00
E FUS	<i>Eleotris fusca</i>		0.01
E MEL	<i>Eleotris melanosoma</i>	0.074	
G ILLIMIS	<i>Glossogobius illimis</i>	0.037	
K MAR	<i>Kuhlia marginata</i>	3.281	3.05
K RUP	<i>Kuhlia rupestris</i>	2.390	3.13
M AEM	<i>Macrobrachium aemulum</i>	0.392	0.59
M CAL	<i>Macrobrachium caledonicum</i>	0.138	0.01
M LAR	<i>Macrobrachium lar</i>		0.16
P ATITI	<i>Protogobius attiti</i>	0.018	
S FUL	<i>Schismatogobius fuliginatus</i>	0.006	0.00
S LAGO	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	0.470	1.07
S PEL	<i>Stiphodon pelewenis</i>		0.01
S SARA	<i>Sicyopterus sarasini</i>		0.08
STI SP	<i>Stiphodon sp</i>		0.00

## Annexe 2 : Analyse en composante principale normée sur les données d'abondance par taxon, par station et par appareil de pêche électrique



Dans le plan factoriel des deux premiers axes principaux, représentant près de 50% de la variabilité de les données, on n'observe aucune différence entre appareils de pêche, l'essentielle de la variabilité étant expliquée par les différences de composition spécifique des peuplements entre stations.

Par contre sur le plan 3-4, représentant près de 25% de la variabilité, on observe certaines différences entre appareils pour un certain nombre d'espèces : CSERA, AAUS et HCYP sont davantage capturées par l'EFKO et globalement les crevettes, alors que AMEG, BGYR, SRUT, GVIA et KRUP sont davantage capturées par le Martin-Pêcheur.

## Annexe 3 : Résultats bruts des analyses d'ADNe (SPYGEN)

### CNB40

Nom scientifique	Base de référence	Creek Baie Nord			
		SPY222644		SPY222648	
		Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN	Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN
<i>Anguilla marmorata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	1	1 554	10	3 850
<i>Awaous guamensis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	6	28 527	12	64 776
<i>Cestraeus goldiei</i>	GenBank	5	7 324	11	10 429
<i>Cestraeus oxyrhyncus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	11	110 360	12	115 741
<i>Eleotris fusca haplo1</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021			9	7 243
<i>Kuhlia marginata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	7	44 631	12	39 115
<i>Kuhlia rupestris</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	11	35 923	12	100 607
<i>O_mossambicus_S_occidentalis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				*
<i>Protogobius attiti</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021			6	746
<i>Schismatogobius fuligimentus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021			6	3 165
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	10	18 122	12	54 570
<i>Sicyopterus sp.</i>	GenBank				*
<i>Smilosicyopus chloe</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				*
<i>Stiphodon atratus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	4	10 807	12	14 533
<i>Thunnus sp.</i>	GenBank				*

### Farino

Nom scientifique	Base de référence	Farino			
		SPY222645		SPY222653	
		Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN	Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN
<i>Anguilla marmorata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	12	7 984	12	4 338
<i>Anguilla reinhardtii</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	5	1 527	11	1 618
<i>Awaous guamensis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	12	311 026	12	365 406
<i>Mugil cephalus</i>	GenBank	7	2 428	7	1 513
<i>Planiliza macrolepis</i>	GenBank	4	1 342	8	3 725
<i>Poecilia reticulata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	12	26 007	12	24 951
<i>Xiphophorus hellerii</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	11	5 502	12	4 375

## Lembi

Nom scientifique	Base de référence	Lembi			
		SPY222643		SPY222647	
		Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN	Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN
<i>Anguilla marmorata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	3	106	8	6 049
<i>Anguilla reinhardtii</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				*
<i>Awaous guamensis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	7	88 951	12	266 871
<i>Cestraeus oxyrhyncus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				*
<i>Eleotris fusca haplo1</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	2	12 584	5	8 053
<i>Eleotris fusca haplo2</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				*
<i>Glossogobius illimis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	1	2 748	5	2 644
<i>Kuhlia marginata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	1	9 268	6	8 876
<i>Kuhlia munda</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021		*		*
<i>Kuhlia rupestris</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	6	44 366	12	92 908
<i>Poecilia reticulata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021			4	5 918
<i>Schismatogobius fuligimentus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	3	26 206	11	21 686
<i>Stiphodon atratus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	3	23 973	7	18 408

## Néhoué

Nom scientifique	Base de référence	Nehoue			
		SPY222642		SPY222650	
		Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN	Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN
<i>Anguilla australis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				
<i>Anguilla marmorata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	2	5 172	1	6 904
<i>Anguilla reinhardtii</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021		*		*
<i>Awaous guamensis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	5	70 160	1	16 263
<i>Crenimugil crenilabis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	3	61 914	1	225
<i>Eleotris fusca haplo1</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	5	16 259	2	21 707
<i>Gerres filamentosus</i>	GenBank		*		
<i>Kuhlia rupestris</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	9	39 257	7	31 880
<i>O. mossambicus S. occidentalis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021		*		
<i>Poecilia reticulata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	4	1 127	1	505

## Nepoui

		Nepui			
		SPY222641		SPY222651	
Nom scientifique	Base de référence	Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN	Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN
<i>Anguilla marmorata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	5	351	6	619
<i>Anguilla reinhardtii</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021		*		
<i>Awaous guamensis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	12	316 656	12	158 747
<i>Chanos chanos</i>	GenBank	11	4 004	8	2 191
<i>Crenimugil crenilabis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	12	88 378	12	49 613
<i>Eleotris acanthopoma</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	11	7 024	6	2 603
<i>Eleotris fusca haplo1</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	9	2 519	9	3 306
<i>Eleotris fusca haplo2</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	3	808	1	326
<i>Gerres filamentosus</i>	GenBank	4	3 900	1	871
<i>Glossogobius illimis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	2	134	1	462
<i>Kuhlia marginata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	10	6 721	8	2 779
<i>Kuhlia rupestris</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	12	27 862	12	13 217
<i>Microphis cruentus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	9	3 229	11	1 687
<i>Mugil cephalus</i>	GenBank	7	3 450	6	1 518
<i>O. mossambicus_S. occidentalis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021		*		*
<i>Planiliza macrolepis</i>	GenBank	12	16 624	12	16 371
<i>Poecilia reticulata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	6	938	4	1 204
<i>Redigobius bikolanus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	12	3 828	10	3 325
<i>Schismatogobius fuligimentus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	12	10 791	12	8 206
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	3	145	1	80

## Tibarama

		Tibarama			
		SPY222640		SPY222646	
Nom scientifique	Base de référence	Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN	Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN
<i>Anguilla marmorata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	11	16 046	10	8 234
<i>Anguilla megastoma</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	3	686	2	1 190
<i>Anguilla reinhardtii</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	2	390	3	1 519
<i>Awaous guamensis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	3	8 981	4	11 404
<i>Eleotris fusca haplo1</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	12	78 763	12	67 773
<i>Eleotris fusca haplo2</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021		*		*
<i>Glossogobius illimis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021		*		
<i>Kuhlia marginata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	5	10 773	4	7 755
<i>Kuhlia rupestris</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	12	107 649	12	66 584
<i>Ophieleotris_Gmargaritacea</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	12	58 521	11	33 386
<i>Schismatogobius fuligimentus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	1	965	2	7 407
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	5	1 873	10	4 387
<i>Stenogobius yateiensis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	5	7 442	4	5 540
<i>Stiphodon atratus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	3	4 020	2	955

Nom scientifique	Base de référence	Tibarama			
		SPY222640		SPY222646	
		Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN	Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN
<i>Anguilla australis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				
<i>Anguilla marmorata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	11	16 046	10	8 234
<i>Anguilla megastoma</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	3	686	2	1 190
<i>Anguilla reinhardtii</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	2	390	3	1 519
<i>Awaous guamensis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	3	8 981	4	11 404
<i>Cestraeus goldiei</i>	GenBank				
<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				
<i>Chanos chanos</i>	GenBank				
<i>Crenimugil crenilabis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				
<i>Eleotris acanthopoma</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				
<i>Eleotris fusca haplo1</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	12	78 763	12	67 773
<i>Eleotris fusca haplo2</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021		*		*
<i>Gerres filamentosus</i>	GenBank				
<i>Glossogobius illimis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021		*		
<i>Gymnothorax polyuranodon</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				
<i>Kuhlia marginata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	5	10 773	4	7 755
<i>Kuhlia munda</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				
<i>Kuhlia rupestris</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	12	107 649	12	66 584
<i>Microphis cruentus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				
<i>Mugil cephalus</i>	GenBank				
<i>O_mossambicus_S_occidentalis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				
<i>Ophieleotris_Gmargaritacea</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	12	58 521	11	33 386
<i>Planiliza macrolepis</i>	GenBank				
<i>Poecilia reticulata</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				
<i>Protogobius attiti</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				
<i>Redigobius bikolanus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				
<i>Schismatogobius fuligimentus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	1	965	2	7 407
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	5	1 873	10	4 387
<i>Sicyopterus sp.</i>	GenBank				
<i>Smilasicyopus chloe</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				
<i>Stenogobius yateiensis</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	5	7 442	4	5 540
<i>Stiphodon atratus</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021	3	4 020	2	955
<i>Thunnus sp.</i>	GenBank				
<i>Xiphophorus hellerii</i>	NOUVELLE-CALEDONIE_2021				

## Annexe 4 : Liste des espèces de poissons présentes dans la base de références ADNe de Nouvelle-Calédonie (Grondin *et al.* 2019)

Nom scientifique	
<i>Ambassis miops</i> (ambache)	<i>Microphis cruentus</i> (syngnathe)
<i>Anguilla marmorata</i> (anguille marbrée)	<i>Ophieleotris</i> sp.
<i>Anguilla megastoma</i> (anguille de montagne)	<i>Parioglossus neocaledonicus</i>
<i>Anguilla reinhardtii</i> (anguille tachetée)	<i>Poecilia reticulata</i> (Million)
<i>Awaous guamensis</i> (lochon blanc)	<i>Protogobius attiti</i>
<i>Awaous ocellaris</i> (lochon blanc)	<i>Psammogobius biocellatus</i>
<i>Bleheratherina pierucciae</i>	<i>Redigobius balteatus</i>
<i>Butis amboinensis</i> (lochon)	<i>Redigobius bikolanus</i>
<i>Cestraeus oxyrhyncus</i> (mulet noir)	<i>Sarotherodon occidentalis</i> (Tilapia)
<i>Crenimugil crenilabis</i> (mulet noir)	<i>Scatophagus argus</i>
<i>Eleotris acanthopoma</i> (lochon noir)	<i>Schismatogobius fuligimentus</i>
<i>Eleotris fusca</i> haplotype 1 (lochon noir)	<i>Sicyopterus lagocephalus</i> (lochon noir)
<i>Eleotris fusca</i> haplotype 2 (lochon noir)	<i>Sicyopterus sarasini</i> (lochon noir)
<i>Eleotris melanosoma</i> (lochon noir)	<i>Sicyopus zosterophorus</i>
<i>Galaxias neocaledonicus</i>	<i>Smilosicyopus chloe</i>
<i>Giuris margaritacea</i>	<i>Stenogobius yateiensis</i>
<i>Glossogobius illimis</i>	<i>Stiphodon atratus</i>
<i>Hypseleotris cyprinoides</i>	<i>Stiphodon mele</i>
<i>Kuhlia marginata</i> (carpe rouge)	<i>Stiphodon sapphirinus</i>
<i>Kuhlia munda</i> (queue jaune)	<i>Trichopodus trichopterus</i>
<i>Kuhlia rupestris</i> (carpe)	<i>Xiphophorus hellerii</i> (porte épée)
<i>Lamnostoma kampeni</i> (anguille serpent)	<i>Xiphophorus maculatus</i> (porte épée)
<i>Microphis brachyurus</i> (syngnathe)	