



©BIOTOP

©BIOTOP

Rapport final

Recolonisation du creek de la Baie Nord par les communautés piscicoles 3 ans après l'accident environnemental de 2009.

Y. Dominique - BIOTOP

Février 2012



Observatoire de l'environnement
en Nouvelle-Calédonie

11 rue Guynemer
98800 Nouméa
Tel.: (+ 687) 23 69 69
www.oeil.nc

AVANT-PROPOS

Le bassin versant de la Baie Nord est un des trois bassins versant du secteur de Goro localisés dans la zone d'influence du projet de Vale-NC. En effet, l'usine de traitement du minerais et ses installations connexes sont implantées dans la partie amont du bassin. Une partie du chevelu composant le cours supérieur du creek a été dévié afin de contourner par le Nord et le Sud la plateforme portant les installations susmentionnées. De même les eaux de pluies tombées au droit de la plateforme industrielle sont collectées au niveau de fossés et bassins de sédimentation. Lors de la phase d'exploitation des installations il est prévu de réutiliser ces eaux dans le *process* et en fonction de leur qualité de les rejeter dans le creek ou bien dans le canal de la Havanah (Etude d'Impact Environnementale Vale-NC). Les principaux risques d'impacts liés au projet identifiés lors de l'élaboration de l'étude d'impact étaient :

- Une altération du débit du creek ;
- Une augmentation de la charge particulaire et métaux traces associés transitant par le creek ;
- Une altération chimique chronique (résidus hydrocarbures, effluents de la station d'épuration et de la centrale électrique,...) ou accidentelle (substances chimiques, MES, métaux traces,...).

C'est un de ces *scénarii* qui a impacté le creek de la Baie en avril 2009. En effet, suite à une défaillance d'un des joints de l'unité de production d'acide sulfurique du site industriel de Vale-NC, une fuite de produit chimique vers l'environnement est survenue. Cet écoulement accidentel avait alors pu gagner le creek de la Baie Nord qui reçoit après traitement les eaux de ruissellement du site. Cette « vague » acide avait alors provoqué pendant quelques heures une chute des pH des eaux du creek sur l'ensemble du continuum localisé en aval de l'usine. L'usine étant située en tête de bassin du creek, c'est l'ensemble du linéaire en eau qui avait alors été touché. Cette pollution avait entraîné la mort d'un grand nombre des poissons présents au sein du bras principal du creek de la Baie Nord. C'est en effet plus de 2 000 poissons morts qui avaient été collectés dans les jours suivants l'incident (Erbio, 2009). Parmi ces 2 000 poissons plusieurs espèces patrimoniales telles le *Protogobius attiti*, le *Sicyopterus sarasini*, l'*Ophieleotris sp.* ou le *Stenogobius yateiensis*, avaient été touchées.

SOMMAIRE

1	OBJECTIFS DE L'ETUDE	4
2	MATÉRIELS ET MÉTHODES	5
2.1	STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE	5
2.2	CARACTÉRISATION DE L'HABITAT PHYSIQUE	8
2.3	INVENTAIRE PISCICOLE	9
2.4	TRAITEMENT DES DONNÉES	11
3	RÉSULTATS ET DISCUSSION	18
3.1	STRUCTURATION DE L'HABITAT PHYSIQUE LE LONG DU CREEK DE LA BAIE NORD	18
3.2	COMPOSITION ACTUELLES DES COMMUNAUTÉS PISCICOLES : INFLUENCE DE L'ACCIDENT DE 2009	22
3.3	ANALYSE DU PROCESSUS DE RECOLONISATION DU CREEK	37
4	CONCLUSION	49
5	BIBLIOGRAPHIE	51
6	RÉSUMÉ	54
7	ANNEXES	56

1 OBJECTIFS DE L'ETUDE

Les effets de la pollution de 2009 ont été, certes aigus, mais brefs : 48 h après l'incident, les pH mesurés au sein de la colonne d'eau du creek étaient revenus à la normale et aucun effet rémanent du produit n'était constaté. Suite à ce retour à la « normale » des conditions abiotiques du creek et afin de caractériser dans sa globalité l'impact généré par cet incident, il apparaissait nécessaire d'évaluer la cinétique et le degré de recolonisation de ce dernier par l'ichtyocoenose¹. Cette évaluation permettra *in-fine* d'estimer si l'accident a uniquement occasionné une déstructuration des communautés et une perte de biodiversité temporaire ou si des effets écologiques et pertes définitives d'espèces sont aujourd'hui encore à déplorer.

C'est afin de répondre à cette question que l'Observatoire de l'Environnement a souhaité réaliser, 3 ans après l'incident, un inventaire de l'ichtyocoenose peuplant actuellement le creek de la Baie Nord. Les résultats de cet inventaire, analysés aux regards des données disponibles sur ces communautés pour la période précédant l'incident, devraient nous permettre en effet de caractériser la présence de modifications au sein des communautés piscicoles suite à cet incident. D'autres part l'intégration dans l'analyse des données faunistiques collectées pour le compte de l'industriel Vale-NC, durant l'ensemble de la période nous séparant de cet incident (juin 2009 à juin 2012), permettra de caractériser la cinétique de recolonisation de ce milieu laissé vacant ou presque² suite à l'incident.

Le présent rapport reporte donc dans un premier temps les résultats de l'inventaire réalisés 3 ans après l'incident, en s'attachant à caractériser l'existence ou non de différence significative entre les communautés pré et post accident. La seconde partie de ce document est dédiée quant à elle à la description du processus de recolonisation du creek par les communautés piscicoles.

¹ Ichthyocoenose : populations de poissons composant un écosystème.

² Quelques larves d'invertébrés benthiques peuplant les sédiments du creek étaient encore présentes suite à l'accident (Biotop, 2009).

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE

L'objectif de l'étude menée sur les communautés piscicoles du creek de la Baie Nord était d'inventorier ces dernières 3 ans après l'accident les ayant fortement altérées et de juger de leur état actuel de santé afin (i) : de caractériser la cinétique du processus de remédiation de ces dernières et (ii) : juger si celles-ci ont retrouvé leur état pré-accident ou non. Pour ce faire, les inventaires effectués ont respecté la méthodologie mise en place par l'industriel lors de ses campagnes de suivi des ichthyocoénoses. Cette méthodologie implique le suivi de 6 stations positionnées sur le bassin versant du creek de la Baie Nord (cf. Fig. n°1) : 5 sur le bras principal impacté (CBN-01, CBN-10, CBN-30, CBN-40 et CBN-70) et une sur l'affluent Sud principal du creek Baie Nord (CBN-AFF-02).

Le positionnement exact de ces stations est donné dans le tableau ci-dessous:

Bassin versant	Nom de la station	Début du tronçon		Fin du tronçon	
		X RGNC91	Y RGNC91	X RGNC91	Y RGNC91
Creek de la Baie Nord	CBN-01	492903	207619	492975	207552
	CBN-10	491935	207388	491966	207473
	CBN-30	491516	207489	491675	207461
	CBN-40	491374	207696	491456	207622
	CBN-70	490916	207768	490996	207828
	CBN-AFF-02	492016	207323	492110	207293

Tableau n°1 : Géoréférencement des différentes stations de suivi.



Figure 1 : Localisation des stations de suivi.



Source : Biotop / Georep Gouvernement Nouvelle Calédonie

Les différentes pêches ont été effectuées entre fin juin et fin juillet 2012, afin d'obtenir un jeu de données correspondant à une des périodes retenues pour les inventaires par l'industriel (un inventaire en saison fraîche et un inventaire lors de l'étiage).

Les données disponibles dans les inventaires effectués par l'industriel avant l'accident de 2009 sont résumées dans les tableaux n°2a et 2b.

Année	Mois	Station	Code retenu
2000	Mai	FW8	CBN-70
	Août	FW8	CBN-70
2001	Décembre	CBN01	CBN-10
	Décembre	CBN02	CBN-20
	Décembre	CBN03	CBN-30
	Décembre	CBN04	CBN-40
	Décembre	CBN05	CBN-50
	Décembre	CBN06	CBN-60
	Décembre	CBN07	CBN-70
2002	Décembre	CBN01	CBN-10
	Décembre	CBN02	CBN-20
	Décembre	CBN04	CBN-40
2004	Mai	CBN01	CBN-10
	Mai	CBN04	CBN-40
	Mai	CBN05	CBN-70 (ex. CBN-50)
2007	Mai	CBN200	CBN-10
	Mai	CBN100	CBN-70
2008	Novembre	CBN03	CBN-30
	Novembre	CBN-6U	CBN-30
2009	Juin	CBN-01	CBN10
	Juin	CBN03	CBN30
	Juin	CBN04	CBN40
	juin	CBN07	CBN70
2009	Octobre		CBN-10, CBN-30, CBN-40, CBN-70 et CBNAFF-02
2010	Janvier		CBN-01, CBN-10, CBN-30, CBN-40, CBN-70 et CBNAFF-02
2010	Mai		CBN-01, CBN-10, CBN-30, CBN-40, CBN-70 et CBNAFF-02
2011	Janvier		CBN-01, CBN-10, CBN-30, CBN-40, CBN-70 et CBNAFF-02
2011	Juin		CBN-01, CBN-10, CBN-30, CBN-40, CBN-70 et CBNAFF-02
2012	Janvier		CBN-01, CBN-10, CBN-30, CBN-40, CBN-70 et CBNAFF-02

Tableau n°2a : Synthèse des différentes campagnes de caractérisation et suivi de la faune ichthyenne du creek de la Baie Nord (source : Vale-NC).

Inventaire /station	2000 Mai	2000 Aout	2001 Décembre	2002 Décembre	2004 Mai	2007 Mai	2008 Novembre	2009 Juin	2009 Octobre	2010 Janvier	2010 Mai	2011 Janvier	2011 Juin	2012 Janvier	2012 Juillet BIOTOP
CBN-01										✓	✓	✓	✓	✓	✓
CBN-10			✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CBN-30			✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CBN-40			✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CBN-70	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CBNAFF-02									✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CBN-08															
CBN-20			✓												
CBN-50			✓		(v)										
CBN-60			✓												

Tableau n°2b : Synthèse des différentes campagnes de caractérisation et suivi de la faune ichthyenne du creek de la Baie Nord (source : Vale-NC).

2.2 CARACTÉRISATION DE L'HABITAT PHYSIQUE

Au niveau de chaque station les paramètres hydromorphologiques suivants ont été relevés :

- Nom du cours d'eau,
- Nom de la station (ou code),
- Date et heure des prélèvements,
- Nom de l'organisme et de l'opérateur chargé de réaliser les prélèvements,
- Coordonnées géographiques exactes au GPS (et système de coordonnées),
- Altitude en mètres, relevée sur la carte IGN,
- Environnement des rives droites et gauche,
- Pente à la station,
- Granulométrie dominante,
- Séquence de faciès,
- Nature géologique du B.V.,
- Sources d'interférence,
- Phénomène anormal observé,
- Substrat de la partie non mouillée du lit mineur,
- Caractéristiques des berges droite et gauche (nature, granulométrie, végétation et % de couverture, pente),
- Matières organiques d'origine végétale : type et importance,
- Végétation aquatique (nature et % de recouvrement),
- Fréquentation humaine ou animale,
- Etat du substrat,
- % de latérites dans les zones lotiques, lenticues et globalement sur la station,
- Conditions hydrologiques,
- Traces de laisses de crues ou de pluie importante avant l'échantillonnage,
- Conditions météorologiques,
- Couleur de l'eau,
- Types de faciès présents,
- Largeurs minimale, maximale et moyenne du lit mouillé (m),
- Distance entre les 2 berges (m),
- Profondeurs minimale et maximale et moyenne du lit mouillé (m),
- Signes d'engravement du lit,
- Ensoleillement du lit (% d'ombrage),

- La granulométrie des particules minérales est définie de la façon suivante :
 - R/D : Roches/Dalles (non déplaçables),
 - B : Blocs [soulevables à la main (taille > 250 mm au minimum)],
 - P/G : Pierres - galets (25 à 250 mm),
 - Gr : Graviers (2 à 25 mm),
 - S/L : Sables et limons (< 2 mm),
 - La : Latérites (< 2 mm),
- La présence des différents types d'habitat et leur importance,
- Les habitats échantillonnés

A l'aide d'une analyse multivariée basée sur l'utilisation des variables caractérisant l'habitat physique (cf. tableau n°3), la succession des habitats physiques composant le linéaire du creek de la Baie Nord a été caractérisé.

2.3 INVENTAIRE PISCICOLE

Au niveau des différentes stations retenues, la technique de pêche électrique a été utilisée pour inventorier la faune piscicole et approcher la faune carcinologique, présentes. Cette technique de pêche consiste à faire passer un courant électrique dans l'eau pour attirer à la surface ou immobiliser les organismes en vue de les capturer en vie dans une épuisette. Les poissons se trouvant dans la zone du champ électrique sont paralysés et s'orientent vers l'anode. Cette technique, permet de collecter l'ensemble des poissons présents au sein de la zone prospectée. De par son caractère non létal elle permet de pratiquer une étude non destructive des communautés. L'appareil qui a été utilisé lors de cette mission est un appareil portatif « Martin-Pêcheur », autonome, fonctionnant sur batterie. La puissance électrique délivrée par cet appareil permet de pêcher dans des eaux présentant une faible conductivité (50 μ S/cm), telles que certaines masses d'eaux néo-calédoniennes. Il permet également de limiter la tétanie des espèces, garantissant ainsi un rétablissement optimum de ces dernières suite à leur remise à l'eau (taux de survie par campagne = 99%). Les campagnes ont été réalisées selon les normes **AFNOR ENV-14 011 et XP T 90-383**. Au regard de la physionomie du cours d'eau et de l'objectif de la mission (inventaire exhaustif des populations présentes), une pêche complète a été effectuée au droit de chacune des stations. En d'autres termes, cela signifie que l'ensemble du linéaire composant la station a été échantillonné sur toute sa surface afin d'en sortir l'ensemble des espèces présentes. L'effort de pêche s'est composé d'un porte anode et de 3 épuisettes soit 4 personnes. S'agissant d'une pêche totale, l'effort de pêche est supposé similaire à celui fourni par les inventaires antérieurs à la campagne de BIOTOP.

Les poissons ont été observés séparément un à un et identifiés, à l'aide de différents ouvrages taxinomiques et notamment « L'atlas des poissons et crustacés d'eau douce de

Nouvelle-Calédonie ». Chaque espèce a été photographiée à l'aide d'un appareil numérique et les déterminations ont été validées si nécessaire par un des spécialistes du laboratoire d'ichtyologie du Museum National d'Histoire Naturelle de Paris. Cette validation garantit l'exactitude de l'identification taxinomique effectuée.

Cette détermination a été effectuée en Nouvelle-Calédonie par le Dr en hydrobiologie et écotoxicologie Dominique Yannick, habitué à ce genre de pratiques (Etudes et suivis des populations de poissons des cours d'eau de Guyane française en vue de la caractérisation des concentrations en mercure, Etudes et suivis des populations ichthyennes de Nouvelle-Calédonie depuis 2007).

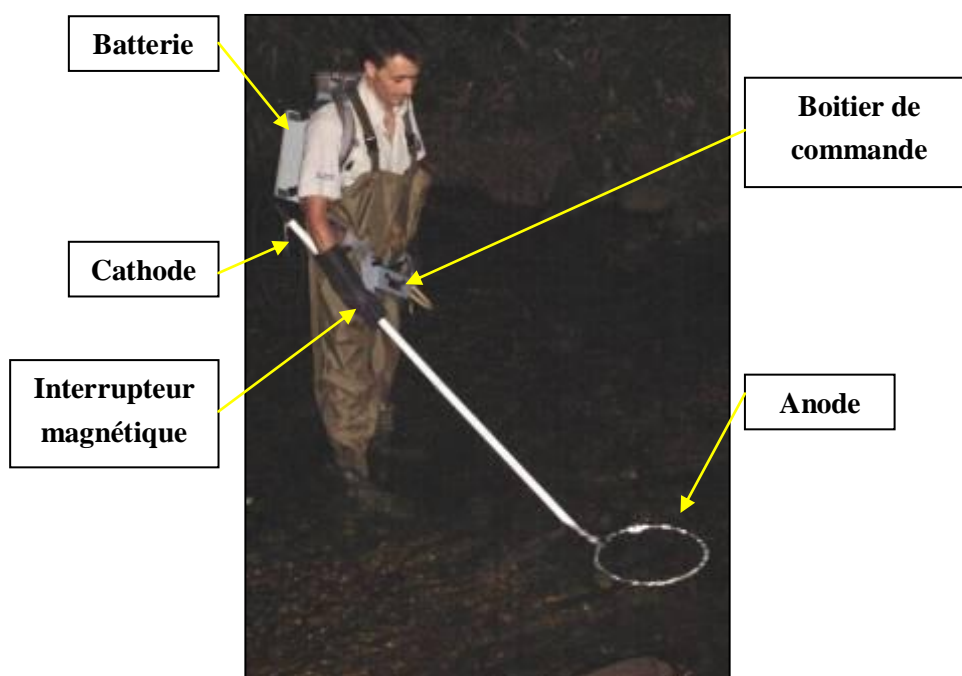


Fig. n°2 : Pêche électrique à l'aide d'un appareil de type Martin-Pêcheur.

Une liste faunistique a été établie pour chaque station selon la fiche type de l'ONEMA. Cette liste indique pour chaque *taxon*:

- Nom des stations,
- Date,
- Espèces enregistrées (nom vernaculaire et scientifique),
- Nombres de spécimens capturés,
- Longueur des spécimens,
- Poids,

Dans la colonne observations sont reportées les :

- Anomalies,
- Sexe,
- La présence ou non sur la liste des espèces protégées en Province Sud,
- Le statut IUCN de l'espèce au regard de la liste rouge des poissons d'eau douce calédonien remise à jour en 2011 et publiée par cette organisation,
- La présence ou non sur la liste des espèces envahissantes de la Province Sud.

2.4 TRAITEMENT DES DONNÉES

2.4.1 LIMITES LIÉES AU JEUX DE DONNÉES

Avant de présenter la stratégie retenue pour le traitement des données, nous allons présenter dans ce paragraphe les limites des jeux de données à notre disposition.

Ces limites sont en grande partie liées à la stratégie d'échantillonnage développée entre 2000 et 2009 par l'industriel. En effet, malgré une fréquence relativement soutenue (7 campagnes en 9 ans), les nombreux changements survenus à chaque campagne (choix des stations suivies, nombre, saison), ne permet pas une analyse robuste du degré de variabilité caractérisant les communautés piscicoles en période pré-accident, variabilité qui pour ces communautés peut être à la fois liée aux facteurs naturels environnementaux (fluctuations climatiques interannuelles fortes sur le territoire notamment en termes de pluviométrie) ou anthropiques (différentes phase de vie de la construction et exploitation du site industriel). D'autre part, cette variabilité dans la stratégie annuelle d'échantillonnage, minimisent fortement le volume de données exploitables dans le cadre d'une analyse comparative pré/post-accident. L'effort d'échantillonnage fourni lors de l'inventaire effectué en 2012 a été calqué sur l'effort développé ces dernières années par Vale-NC soit : 6 stations suivies de manière standard 2 fois par an (saison fraîche et saison chaude). Cet effort n'étant développé que depuis octobre 2009 soit après l'accident, il n'a trouvé que peu d'échos au sein du jeu de données pré-accident.

D'autre part, l'analyse de l'ensemble du jeu de données collectés entre 2000 et 2012, montrent soit une apparition, soit une augmentation importante de l'ensemble des espèces estuariennes à partir de 2009 (apparition de *S. yateiensis*, *M. brachyrus* et *M. leiaspis*, *Ophieleotris sp*, *L. kempeni* et forte augmentation de *S. fuligimentus* (x 20), *R. bikolanus* (x 5)). Cette constatation soulève un questionnement sur l'existence ou non d'une modification du positionnement de la station CBN-70 au cours du temps. En effet, cette station est actuellement marquée par la présence d'une cascade assez importante quelques mètres en amont de sa limite aval. Cet obstacle naturel constitue un frein à la migration de la plupart des espèces susmentionnées qui demeurent principalement localisées en aval de cet obstacle. L'absence dans les prélèvements pré-accident de ces espèces dont la plupart sont assez communes au droit des estuaires des différents cours d'eau calédoniens, y compris au droit de

bassin versant présentant des altérations avérées, laisserait supposer une absence de prospection au droit de la zone la plus aval. La station a toutefois été conservée dans les analyses, mais dans le doute, les évolutions d'abondances de ces espèces n'ont donc pas été discutées et considérées dans ce rapport.

2.4.2 STRATÉGIE ADOPTÉE

L'analyse du tableau 2b présenté précédemment permet de constater que seules les stations CBN-10 et CBN-70 ont fait l'objet d'un échantillonnage en saison fraîche avant l'accident (mai 2007 et mai 2004 où en regardant en détail les données faunistiques de la station appelée CBN-50, nous pouvons en déduire aux regards des espèces estuariennes observées, que cette dernière correspond à CBN-70 - cf. tableau n°2b). Ces deux stations ont donc été retenues comme cibles pour le développement des analyses statistiques qui seront détaillées ci-après. Précisons que ces deux stations localisées sur le cours moyen et la zone estuarienne du creek, nous permettent d'avoir une assez bonne vision de la diversité totale des communautés piscicoles du creek. D'autre part afin de tenir compte d'un éventuel léger déplacement de la station CBN-70, les espèces typiquement estuariennes ont été exclues de l'analyse, afin que leur absence liée à un biais d'échantillonnage en 2004 n'interfère pas dans les analyses exploratoires multivariées. De même du fait de leur caractère aléatoire les espèces marines n'ont pas été intégrées à l'analyse.

Concernant les conditions climatiques de ces deux années, aux regards des cumuls de pluies enregistrés par Vale-NC au droit de cette zone sur les mois de Mars et Avril, il s'avère que des conditions pluviométriques sensiblement identiques caractérisent 2004 et 2007, cette dernière étant légèrement plus sèche (150 mm et 220 mm, respectivement pour les mois de Mars 2007 et 2004). Pour mémoire, les conditions hydrologiques particulières ayant marqué 2007 concernent uniquement la saison sèche (Septembre à Décembre), où un étiage humide a été enregistré avec un mois d'Octobre caractérisé par des cumuls de précipitations identiques à ceux habituellement observés au mois de Mars en pleine saison des pluies (200 mm – Biotop, 2010). Cet étiage humide a par ailleurs été précurseur des conditions pluviométriques importantes ayant caractérisées la saison des pluies 2007-2008 (Biotop, 2010 ; Météo NC, 2012). En 2012, l'installation de la Niña sur le premier trimestre a généré des cumuls de précipitations supérieurs à la normale (+13% en moyenne par rapport aux normales de saisons – Météo NC). Le Grand Sud a été particulièrement arrosé avec un cumul de 1 085 mm sur le mois de Mars à la station de Yaté. Il apparaît donc que les conditions pluviométriques de l'année 2012 soient plus importantes que celles des années 2004 et 2007. Aux regards du faible recul et du manque de connaissances existant à l'heure actuelle sur l'influence des conditions hydrologiques sur les communautés piscicoles calédoniennes, l'effet de cette différence sur la qualité du jeu de données est difficilement identifiable à ce jour. Les

interprétations qui découleront de nos analyses devront donc considérer l'existence de cette différence.

2.4.3 ANALYSES STATISTIQUES

Afin d'être en mesure d'exprimer de manière synthétique la richesse des données obtenues et ainsi favoriser l'interprétation des différences ou évolutions constatées, différentes approches complémentaires ont été utilisées :

- Descripteurs simples des communautés (richesse spécifique, l'abondance relative et densité, indices de diversité : Shannon-Weaver et Equitabilité)
- Afin de détecter des altérations fines de la communauté piscicole du creek, la structure d'âge des principales espèces qui la compose a été caractérisée. Couplée à l'analyse de la densité, cette métrique permettra de mettre en évidence un retour complet à la « normale » des différentes populations composant la communauté.
- Indices de similitude (indice de Jaccard, coefficient de perte des communautés) ;
- Analyses univariées et multivariées.

2.4.4 DESCRIPTEURS DES COMMUNAUTÉS

La structure générale d'une communauté peut être évaluée en première approche au travers des trois variables que sont la richesse spécifique, la densité et l'abondance relative.

Elle peut également être étudiée à travers l'utilisation d'indices de diversité. Ces indices permettent en un seul chiffre une évaluation de la biodiversité d'un peuplement. En effet, la diversité des éléments d'une communauté est un concept qui recouvre deux aspects distincts :

- le nombre de taxons recensés (familles, genres ou espèces) ;
- la régularité de la répartition numérique des taxons dans l'inventaire : les différents taxons présentent-ils une fréquence d'occurrence voisine ou non ?

La diversité d'une communauté est donc un bon « miroir » de son état de santé, une communauté monospécifique étant souvent synonyme d'un dysfonctionnement de l'écosystème et donc de la présence d'une perturbation.

Pour chaque station l'indice de diversité de *Shannon et Weaver* a été calculé. Cet indice qui n'est autre que l'entropie³ de l'échantillon, il possède donc qualitativement et quantitativement les propriétés requises pour traduire les deux aspects de la diversité exposés ci-dessus. L'interprétation de la valeur obtenue s'est faite au travers du calcul de *l'Équitabilité*, qui permet de comparer la diversité mesurée au droit d'une station à la diversité maximale attendue en condition optimale.

Le complément méthodologique ci-après expose de manière détaillé les indices de diversité et de similitude utilisés.

a - INDICE DE SIMILITUDE

Comme mentionné précédemment, les stations échantillonnées lors de cette étude font l'objet d'un suivi régulier de la part de Vale-NC. Les résultats obtenus lors de cette campagne ont donc pu être comparés aux données acquises avant l'incident d'avril 2009 afin de caractériser l'évolution temporelle des communautés dulçaquicoles.

Pour ce faire les méthodes suivantes ont été utilisées :

- Calcul de l'indice de similitude de Jaccard et Bray-Curtis;
- Calcul du coefficient de perte des communautés ;

b - ANALYSES UNIVARIÉES ET MULTIVARIÉES

Afin d'étudier la variabilité spatiale et temporelle des données collectées, des méthodes d'analyses statistiques univariées et multivariées ont été mises en œuvre.

L'utilisation d'analyses multivariées permet notamment de dégager les grandes tendances des jeux de données faunistiques et abiotiques collectées. Ce type d'analyse nous a permis de représenter graphiquement, dans un espace de dimension faible (typiquement un plan à 2 dimensions), la structure des données (relations entre les variables et les individus), sur les axes factoriels estimés. De manière générale, deux types différents d'analyses ont été utilisés en fonction de la nature des données :

- pour les données qualitatives (noms d'espèces, nature du substrat, ...), dans le cas de 2 variables qualitatives, la structure des relations existantes entre les différents individus et variables sera étudiée à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances simples (AFC). Pour un nombre de variables qualitatives supérieur à 2, une analyse des correspondances multiples (ACM) sera utilisée.

³ Entropie de Shannon : est une fonction mathématique qui, intuitivement, correspond à la quantité d'information contenue ou délivrée par une source d'information. Cette source peut être un texte écrit dans une langue donnée, un signal électrique ou encore un fichier informatique quelconque (collection d'octets).

- pour les données quantitatives, une analyse factorielle en composantes principales (ACP) sera appliquée pour étudier la structure des relations entre les individus et les variables ;

Dans le cas des matrices faunistiques, on a principalement le choix entre deux méthodes d'analyse multivariée : l'AFC pour laquelle la transformation effectuée correspond à un double centrage éliminant les variations numériques entre les individus ou l'ACP, qui elle tient compte de ces variations (Doledec et Chessel, 1991).

Face à un stress, qu'il soit naturel ou anthropique, l'abondance est la première métrique à fluctuer au sein d'une population. De même c'est la dernière métrique à retrouver son état originel. Afin de considérer cette notion, les matrices faunistiques ont donc été dans un premier temps traitées au travers une ACP. Cette analyse est une procédure de calcul qui permet de transformer des variables liées entre-elles en nouvelles variables décorrélatées les unes des autres. Cette transformation se fait au travers la diagonalisation de la matrice de covariance qui permet d'isoler les valeurs propres, les vecteurs propres et les scores (Chessel, 1998). Si tous les auteurs s'accordent sur le mode de calcul, des divergences existent sur la signification. Deux points de vue principaux existent :

- le point de vue Gaussien où les lignes de X sont un échantillon aléatoire simple d'une distribution multivariée gaussienne de moyennes μ (estimée par les moyennes empiriques) et de matrice de covariances σ^2 (estimée par C avec $1/(n-1)$). U est une estimation des vecteurs propres de σ^2 , $l(k)$ est une estimation de la valeur propre $\lambda(k)$ de C ;
- le point de vue géométrique selon lequel le tableau X0 contient les lignes (n points de R^p) et les colonnes (p points de R^n). Les lignes et les colonnes forment des nuages de points dans des espaces euclidiens dont on cherche les axes principaux qui donnent les plans principaux sur lesquels on projette les nuages pour les voir. Les contributions sont des statistiques descriptives qui permettent de savoir si les points projetés sont près des plans de projection ou si leur image vient "de loin" dans l'espace.

La première vision de l'ACP décrite ci-dessus considère l'ACP comme une distribution normale multivariée impliquant donc la nécessité de travailler sur un jeu de données ayant une distribution répondant à la loi normale. La seconde vision s'intéressant à la spatialisation optimale des individus dans un espace réduit, n'implique pas d'hypothèse préalable de normalité. Le caractère exploratoire de ce type d'analyse multivariée ne s'accommode d'ailleurs pas très bien avec les contraintes imposées par l'obligation de normalité.

Dans le cadre de cette étude, la normalité du jeu de données a toutefois été vérifiée à l'aide d'un test de Shapiro-Wilk (cf. annexe 4). Seules les espèces rares présentent une distribution non Gaussienne. Afin de minimiser les effets de cette non-normalité observée pour quelques

espèces une transformation des données a été réalisée selon le modèle : $Y = \text{Log}(X+1)$. Les matrices de données brutes et transformées sont présentées en annexe 4.

Dans un second temps une AFC a également été conduite sur cette matrice transformée afin de caractériser l'ordination des relevés temporels entre eux en fonction de leur profil taxonomique et indépendamment de l'abondance des différents *taxa*. En éliminant la notion d'abondance, cette méthode revalorise le rôle des espèces rares, qui peuvent avoir une signification importante en termes d'écologie et de biologie de la conservation, dans la constitution des axes factoriels.

Pour chaque analyse la qualité de la projection des observations (variables et individus) sur le plan principal (plan engendré par les deux premiers axes) a été vérifiée en utilisant différents critères statistiques : indicateurs de perspectives et de contribution d'erreurs (valeurs des \cos^2, \dots), pourcentage de variation expliqué.

Ces analyses sont suivies d'une classification hiérarchique de Ward qui permet de tester les ensembles définis graphiquement par ces dernières sur la base des distances mathématiques qui séparent chaque variable.

L'ensemble de ces analyses sera réalisé à l'aide du logiciel *SPAD* version 5.6.

Complément méthodologique 2 :

1.1 : La diversité taxinomique.

La diversité des éléments d'une communauté est un concept qui recouvre deux aspects distincts :

- le nombre de taxons recensés (familles, genres ou espèces) ;
- la régularité de la répartition numérique des taxons dans l'inventaire : les différents taxons présentent-ils une fréquence d'occurrence voisine ou non ?

La diversité d'une population peut être caractérisée par un descripteur numérique : l'indice de diversité. Parmi les divers indices de diversité élaborés, l'indice de Shannon (Shannon et Weaver, 1963), qui n'est autre que l'entropie de l'échantillon et de ce fait possède qualitativement et quantitativement les propriétés requises pour traduire les différents aspects exposés ci-dessus de la diversité d'une population, a été choisi. Cet indice noté H' , se calcule selon la formule :

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i^4$$

où p_i est la proportion d'individus de chaque taxon, soit sa fréquence d'occurrence dans la population.

H' prend sa valeur minimale pour un nombre donné d'espèces, lorsqu'une seule est représentée par plus d'un individu, toutes les autres étant présentes en un seul exemplaire et sa valeur maximale lorsque toutes les espèces sont équi-représentées.

En milieu naturel, les valeurs de diversité reportées sont comprises entre des maxima de l'ordre de 3,5 à 4,5 pour des communautés bien diversifiées et des minima proches de 1, pour des communautés faiblement diversifiées (Frontier et al., 2004).

L'indice de Shannon et Weaver sera interprété au regard de la diversité maximale attendue au sein de la population étudiée. Cette diversité peut se calculer au travers de la formule suivante :

$$H_{max} = \log_2 (S)$$

Où S est la richesse spécifique.

L'indice d'Équitabilité est la résultante de cette comparaison avec :

$$E = H'/H_{max}$$

1.2 : Similarité/dissimilarité des communautés.

Le degré de similitude de deux communautés de taxons peut être caractérisé par l'indice de Jaccard (Jaccard, 1912), calculé selon la formule :

$$\text{Indice de Jaccard} = \frac{S_a - b}{(S_a + S_b) - S_a - b}$$

où S est le nombre de taxons présents dans les différents sites (a et b) et $S_a - b$, le nombre de taxons communs aux deux sites.

Le degré de perte de taxon au sein d'une communauté, qui est en fait le degré de similitude d'une communauté à un temps t_0 , avec la même communauté au temps t , peut également être caractérisé via un coefficient de perte des communautés, calculé selon la formule :

$$I = (S_a - S_b) / S_a - b$$

⁴ Le choix de la base du logarithme retenue pour le calcul de l'indice de Shannon peut se faire de manière arbitraire. Les plus utilisées sont les logs de base 2 (initialement utilisé par Shannon et permet l'expression en bit du résultat), de base 10 et le log népérien. Notons que l'interprétation de cet indice au travers l'indice d'équitabilité, nous permet quel que soit la base du logarithme utilisée, d'obtenir le même résultat.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 STRUCTURATION DE L'HABITAT PHYSIQUE LE LONG DU CREEK DE LA BAIE NORD

Le bassin versant de la Baie Nord se situe au sein de l'HydroEcoRégion (HER) de niveau 1 : « plateau du Grand-Sud » (Asconit-Biotop, 2011). Cette HER se caractérise par un relief de plateau ultramafique peu élevé (altitude moyenne < 500 m) sur lequel se développe un réseau hydrographique relativement peu dense et de type méandrique. Au sein de cette HER, le bassin versant du creek de la Baie Nord est un des cinq bassins composant le vaste bassin d'alimentation de la Baie de Prony (cf. Fig. n°1). L'ensemble du bassin de la Baie de Prony est, comparativement aux autres bassins versants du secteur de Goro (Bassins de la Kwé, du Trou Bleu, de la Wajana et de la Kuébini), caractérisé par un régime de précipitation distinct. En effet le Mont Négoné qui ceinture le flanc Est du bassin de la baie, limite fortement les apports atmosphériques humides portés par les alizés. Sur la base des estimations de Météo France (1995), ce bassin versant reçoit des précipitations annuelles moyennes estimées de l'ordre de 1 014 mm, soit 3 fois inférieures à celles reçues par les autres bassins du secteur ($\approx 3\ 000$ mm/an).

Le bassin de la Baie Nord est le plus petit des 5 bassins composant le bassin de la Baie de Prony. Il couvre une superficie de 7,3 km² et présente une longueur maximale de 5,3 km. Le creek de la Baie Nord est le principal cours d'eau drainant le secteur. Il s'écoule des contreforts Ouest des reliefs du Mont Négoné, en direction de l'Ouest avec une légère orientation Nord, pour se jeter en Baie de Prony au niveau de la rade du Nord. Ce creek reçoit tout au long de son parcours plusieurs affluents, dont le principal draine la partie Sud-Est du bassin et se jette à un peu plus d'1,5 km en amont de l'embouchure. A l'instar des autres creeks du bassin de Prony, du fait de la géomorphologie particulière du massif ultramafique du Grand-Sud, présence d'un plateau tombant directement sur le lagon (cf. Fig. n°3), le bassin versant de la Baie Nord se compose de trois grands types de zones hydrogéomorphologiques :

- Une tête de bassin de longueur réduite présentant une forte pente (> 20%) et caractérisée par la présence de séquence de faciès « Step-Pool »,
- Une partie supérieure du cours moyen s'écoulant sur un plateau cuirassé et présentant une faible pente (< 5%),
- Une partie inférieure du cours moyens et un cours inférieur s'écoulant le long des flancs du plateau descendant jusqu'au lagon et présentant des tronçons de faible pente (< 5%) entrecoupés de zones à forte pente ($\approx 10\%$).

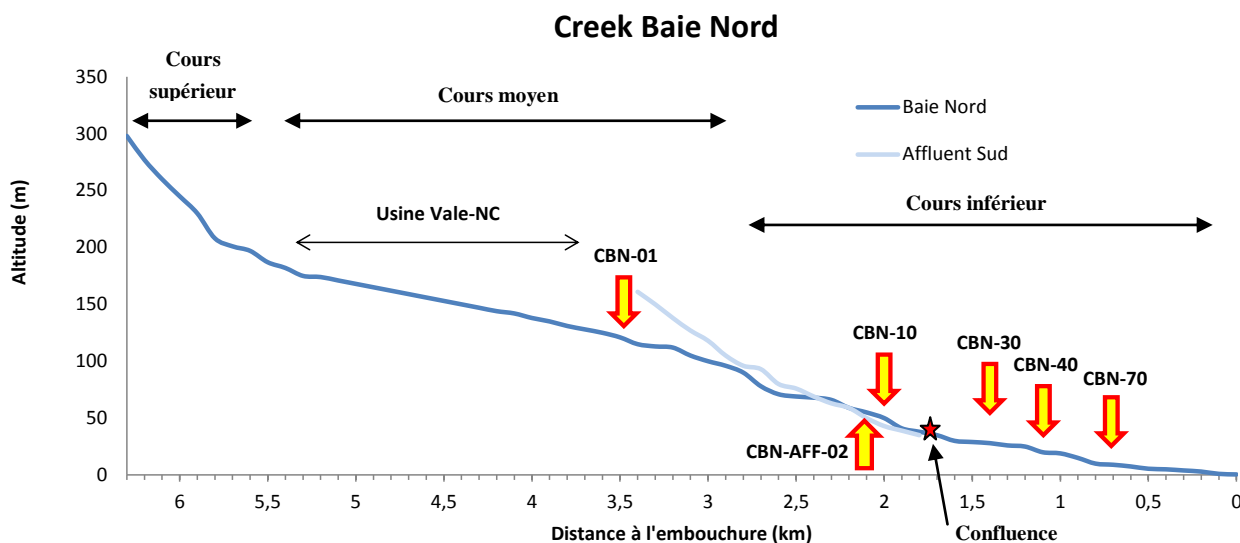


Fig. n°3: Profil altimétrique du bras principal et de l'affluent sud du creek de la Baie Nord (➡ : Station de suivi) – (source : MNT 50 de la Nouvelle-Calédonie).

Afin d'analyser la répartition des différents types d'habitats représentés le long du réseau de suivi mis en place sur le bassin versant du creek de la Baie Nord, une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a été menée sur la base des différentes variables mésologiques caractérisant chacune des stations de suivi. L'ensemble des variables considérées dans l'ACM sont synthétisées dans le tableau 3 ci-dessous. Une transformation des variables quantitatives en variables qualitatives a été effectuée à l'aide de classes de modalités. En ce qui concerne la variable altitude, le nombre de classes et les bornes de ces dernières ont été établies sur les bases de la zonation des cours d'eau établie par Marquet et coll. (2003). Pour la distance à l'estuaire des classes d'un kilomètre ont été considérées.

Nom de la station	Géologie	occupation sol	morphologie	altitude	distance estuaire	rang ☆	séquence dominante
CBN-01	Cuirasse	Forêt	plateau cuirassé	110	3,5	3	cascade-mouille
CBN-10	péridotite	végétation éparse	flancs pente moyenne	38	2	3	cascade-mouille
CBN-30	péridotite	Maquis ligno-herbacé	flancs pente moyenne	25	1,4	3	radier-mouille
CBN-40	péridotite	Maquis dense-forestier	flancs pente moyenne	20	1,1	3	radier-mouille
CBN-70	péridotite	Maquis dense-forestier	flancs pente moyenne	5	0,6	3	cascade-mouille
CBNAFF-02	péridotite	Maquis paraforestier	flancs pente moyenne	39	2,1	2	radier-mouille

Tableau n°3 : Variables mésologiques des différentes stations composant le réseau actuel de suivi du creek de la Baie Nord considérées dans l'ACM (☆ : Rang de Strahler).

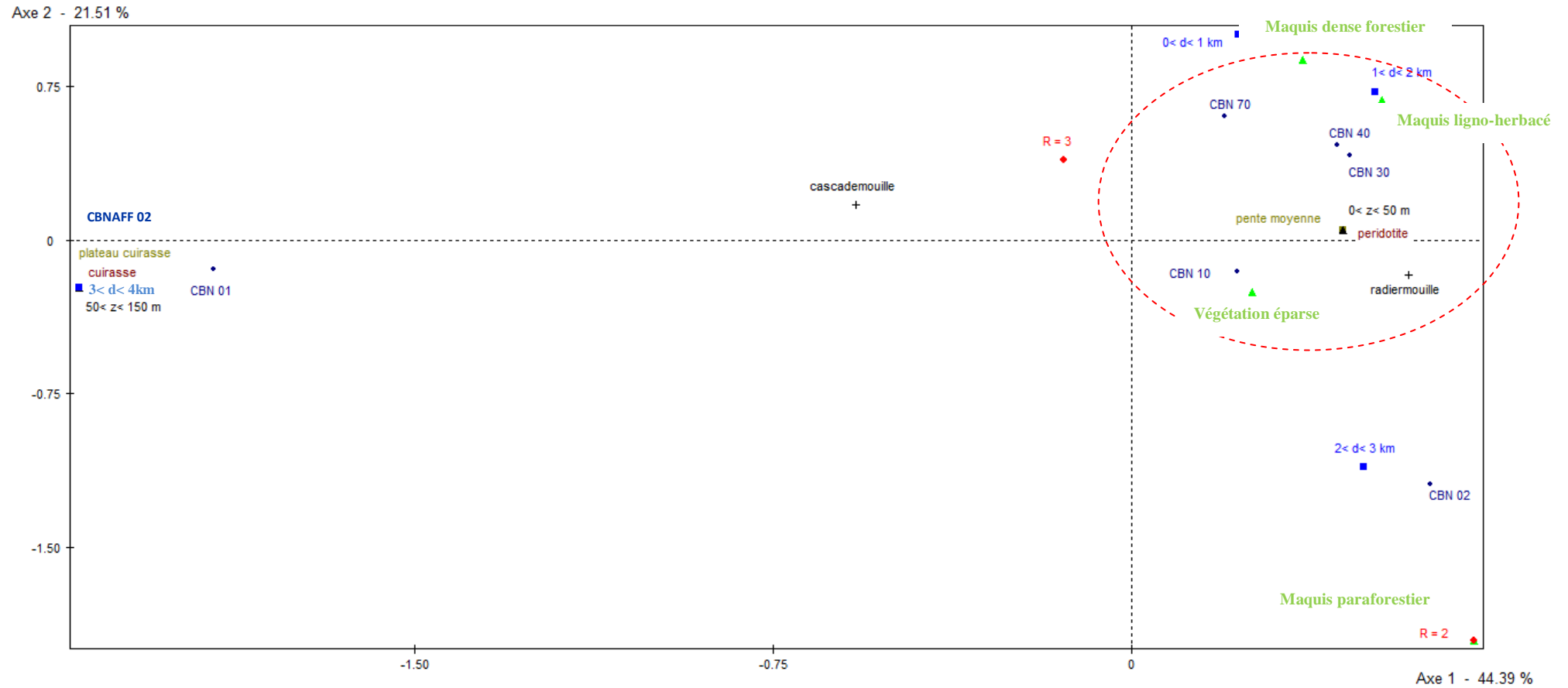


Fig. n°4 : Projection sur le plan défini par les deux premiers axes des résultats de l'ACM menée sur les 7 variables mésologiques relatives aux 6 stations composant le réseau de suivi piscicole du creek de la Baie Nord. (●CBN : station ; d : distance à l'estuaire, ▲ : formations végétales, R = rang de Strahler, z = altitude, ● : géologie, + : séquence de faciès dominante, ● : géomorphologie).

En expliquant plus de 65% de la variabilité totale, la projection des différentes modalités sur le plan défini par les deux premiers axes de l'analyse retranscrit avec une assez bonne fidélité la structure des données (cf. Fig.n°4). Cette analyse permet de discriminer graphiquement 2 stations qui s'individualisent des 4 autres. Ces stations sont :

- CBN-01 seule station du réseau positionnée sur le plateau cuirassé recouvrant une partie du cours moyen du creek. Cette station se caractérise par la présence de grandes fosses de dissipation au sein desquelles des blocs de cuirasse sont présents. Entre ces fosses, des zones en pentes au sein desquelles les blocs de cuirasse présents donnent une allure de cascade à l'écoulement ;
- CBNAFF-02 localisée sur l'affluent sud, seule station de rang 2 du réseau de suivi (c.a.d présentant une section et donc un débit différent des autres stations du réseau).

Les stations CBN-10, CBN-30, CBN-40 et CBN-70 se regroupent au sein d'un même ensemble caractérisé par la présence d'un substrat de péridotite, d'une faible altitude (< 50m). Au sein de cet ensemble une distinction semble apparaître graphiquement entre le groupe de stations CBN-10 et CBN-70 d'une part et le groupe de stations CBN-30 et CBN-40. Cette distinction est confirmée par la classification hiérarchique de Ward menée sur les deux premiers axes factoriels de l'analyse (cf. Fig.n°5). La principale variable expliquant cette différence est la présence de séquences de faciès différentes entre ces deux jeux de stations. CBN-10 et CBN-70 sont caractérisées par des écoulements cascading entrecoupés de fosses de dissipation, alors qu'au niveau de CBN-30 et CBN-40, les fosses de dissipation sont entrecoupées d'écoulement de type radier. Notons que sur CBN-30, ces radiers sont proches d'écoulement de type cascading.

Classification hiérarchique directe (sur facteurs)

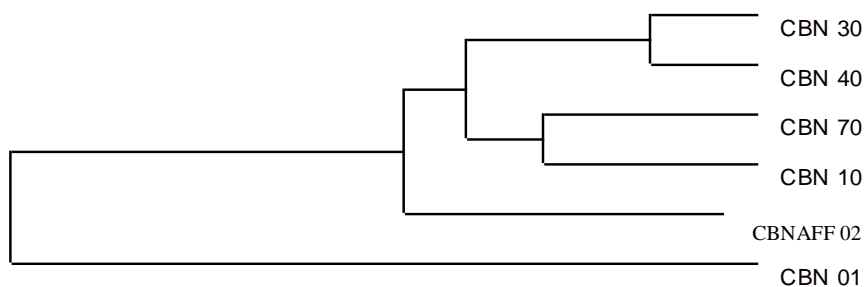


Fig. n°5 : Résultats de la classification hiérarchique de Ward menée sur les deux premiers axes factoriels de l'ACM menée sur les 7 variables mésologiques relatives aux 6 stations composant le réseau de suivi piscicole du creek de la Baie Nord.

Ces résultats nous permettent de constater que 4 des stations de suivi présentent des caractères mésologiques proches, les stations CBN-01 et CBNAFF-02, se distinguant des autres. D'autres part aux regards des résultats obtenus, nous constatons que du fait du relief

général particulier de cette zone, les séquences « Cascade-mouille » ne sont pas cantonnées au cours supérieur du bassin et se retrouvent notamment au niveau du cours inférieur du creek, jusqu'au niveau de l'estuaire lui-même (station CBN-70).

Aux regards de cet agencement plutôt homogène des différents habitats le long du réseau de suivi, ce sont donc les caractéristiques intrinsèques des différentes espèces rappelées en annexe 3 de ce rapport, qui vont expliquer leur répartition le long du réseau de suivi (capacité à remonter le long des cours d'eau et/ou capacité de dévalaison des larves).

3.2 COMPOSITION ACTUELLE DES COMMUNAUTÉS PISCICOLES : INFLUENCE DE L'ACCIDENT DE 2009

A l'issue des inventaires réalisés lors des campagnes de pêches qui se sont déroulées sur la période juin et juillet 2012, ce sont 573 poissons appartenant à 22 espèces différentes qui ont été collectés le long du réseau de suivi du creek (cf. Tableau n°4).

Parmi ces 22 espèces, 3 présentes un statut particulier. *S. fuligimentus*, *S. yateiensis* et *S. atratus* sont protégées par le Code de l'Environnement de la Province Sud. Toutes ont été observées au niveau de la station estuarienne CBN-70 à l'exception de *S. atratus* observée en plusieurs exemplaires (1 mâle et 2 femelles) au droit de la station CBN-40. Concernant cette dernière espèce il est intéressant de noter qu'elle n'est observée au droit du creek que depuis 2011 (source Vale-NC).

En première approche, nous pouvons rapporter ces résultats à ceux obtenus lors des 9 années de suivi qui ont précédées l'accident de 2009 (cf. tableau n°4). En effet si nous cumulons l'ensemble des prélèvements effectués entre 2000 et 2008 afin d'obtenir l'image la plus exhaustive possible de la richesse spécifique piscicole du creek⁵, nous pouvons constater que 32 espèces avait été inventoriées le long de l'ensemble du linéaire étudié. Sur ces 32 espèces, 11 étaient des espèces marines ou estuariennes capables de pénétrer ponctuellement en eau douce (*Acanthurus blochii*, *Ancanthopagrus berda*, *Atule mate*, *Chelon melinopterus*, *Gerres filamentosus*, *Lutjanus argentimaculatus*, *Lutjanus russelli*, *Microphys brachyurus brachyurus*, *Periophthalmus argentimaculatus*, *Redigobius bikolanus*, *Sphyræna barracuda*–Biotop, 2010). Si nous ne tenons pas compte de ces espèces sporadiques dont la présence dans les prélèvements est fortement aléatoire nous trouvons une richesse spécifique de 23 espèces pour la période pré-accident contre 18 espèces en juin-juillet 2012. Le coefficient de perte de communauté⁶ calculé entre le jeu de données pre-accident et celui obtenu à l'issue de notre

⁵ Cette agrégation nous permet de couvrir le maximum d'habitats et en cumulant plusieurs passages sur une même station, elle nous permet également i) : d'augmenter la probabilité de capture des espèces rares et ii) : d'augmenter la probabilité de capture des espèces ayant une certaine saisonnalité.

⁶ Se reporter au complément méthodologique 2 du Matériel & Méthodes pour plus d'information sur ce coefficient.

inventaire en 2012 est de 18%. Cette différence de richesse spécifique doit par ailleurs être interprétée en considérant la nature des espèces présentes aux deux périodes comparées, car de nouvelles espèces ont été observées en 2012 tandis que d'autres espèces présentes dans les inventaires précédents n'ont pas été observées lors de notre étude (voir plus loin). Parmi les espèces présentes avant l'accident et non retrouvées en 2012, sont présentes 3 espèces de *Gobiidae* (*G. biocellatus*, *A. ocellaris* et *S. sarasini*), 2 d'*Anguillidae* (*A. obscura*, *A. megastoma*) et le *Rhyacichthyidae* : *Protogobius attiti*, ainsi que les mullets *Cestraeus oxyrhyncus* et *Crenimugil crenilabis*. Soulignons que parmi ces espèces deux, *P. attiti* et *S. sarasini*, sont listées comme espèces en danger d'extinction sur la liste rouge IUCN des poissons amphidromes de Nouvelle-Calédonie remise à jour en 2011.

Si elles n'ont pas été inventoriées en 2012, il faut néanmoins préciser que ces espèces auraient été ponctuellement observées suite à l'accident de 2009. Le *P. attiti*, bien que non observé en janvier et juin 2012, aurait été observé en janvier et mai 2010, ainsi qu'en juin 2011 (source Vale-NC). Il en serait de même pour *A. ocellaris*, *S. sarasini*, *G. biocellatus*, ainsi que pour *Anguilla obscura* (cf. tableau n°5). Ces espèces pourraient donc être revenues de manière ponctuelle au sein du creek suite à l'incident, mais des observations indépendantes seraient nécessaires pour confirmer ces données de Vale-NC.

Une espèce n'a, en revanche pas été observée depuis l'accident de 2009, il s'agit d'*Anguilla megastoma*.

Afin de définir plus précisément le degré de similitude des communautés observées lors de cet inventaire avec celui des communautés pré-accident et du fait de l'état du jeu de données disponible pour la période antérieure à 2009, nous avons pris le parti de recentrer notre analyse uniquement sur les résultats obtenus au droit des stations CBN10 et CBN70 (voir 2.4.2 Stratégie adoptée).

taxon	Biologie	2000-2008	2012	statut
<i>Awaous guamensis</i>	Amphidrome	X	X	LC
<i>Awaous ocellaris</i>	Amphidrome	X	O	LC
<i>Acanthurus blochii</i>	Marine	X		LC
<i>Anguilla australis</i>	Catadrome	X	X	NE
<i>Anguilla reinhardtii</i>	Catadrome	X	X	NE
<i>Anguilla marmorata</i>	Catadrome	X	X	LC
<i>Anguilla obscura</i>	Catadrome	X	O	NE
<i>Anguilla megastoma</i>	Catadrome	X		NE
<i>Atule mate</i>	Marine	X		NE
<i>Butis amboinensis</i>	Amphidrome		X	LC
<i>Bunaka gyrinoides</i>	Amphidrome		X	LC
<i>Eleotris fusca</i>	Amphidrome	X	X	LC
<i>Eleotris melanosoma</i>	Amphidrome	X	X	LC
<i>Eleotris acanthopoma</i>	Amphidrome	X	X	LC
<i>Gerres filamentosus</i>	Marine	X		LC
<i>Glossobius biocellatus</i>	Amphidrome	X	O	NE
<i>Glossobius celebius</i>	Amphidrome	X	X	NE
<i>Kuhlia munda</i>	Estuarienne	X	X	DD
<i>Kuhlia rupestris</i>	Amphidrome	X	X	LC
<i>Kuhlia marginata</i>	Amphidrome	X	X	LC
<i>Chelon melinopterus</i> (syn : <i>Liza melinoptera</i>)	Marine	X	X	LC
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Marine	X	X	NE
<i>Lutjanus russelli</i>	Marine	X		NE
<i>Microphis brachyurus brachyurus</i>	Estuarienne		X	NE
<i>Periopthalmus argentimaculatus</i>	Estuarienne	X	O	NE
<i>Protogobius attiti</i>	Amphidrome	X	O	EN - Protégée
<i>Redigobius bikolanus</i>	Estuarienne	X	X	LC
<i>Sicyopterus sarasini</i>	Amphidrome	X	O	EN - Protégée
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	Amphidrome	X	X	LC
<i>Sphyaena barracuda</i>	Marine	X		NE
<i>Schismatogobius fuligimentus</i>	Amphidrome	X	X	DD - Protégée
<i>Stiphodon atratus</i>	Amphidrome		X	LC - Protégée
<i>Stenogobius yateiensis</i>	Amphidrome	X	X	LC - Protégée
<i>Cestraus oxyrhynchus</i>	Catadrome	X	O	NE
<i>Cestraus plicatilis</i>	Catadrome	X	X	NE
<i>Crenimugil crenilabis</i>	Catadrome	X	O	LC

Tableau n°4 : Liste faunistique des différentes espèces de poissons observées au sein du creek de la Baie Nord entre mai 2000 à Novembre 2008 (source Vale-NC.) et en juin - juillet 2012 (Biotop). [X = observé aux périodes indiquées ; O = observé suite à l'accident mais pas en juin-juillet 2012 - Statut IUCN d'après la liste rouge des poissons d'eau douce néo-calédonien mise à jour en 2011 : NE = No evaluated ; DD = data deficient ; LC = Least concern ; EN = En danger. Protégée = statut du code de l'environnement de la Province Sud]

En première analyse, nous pouvons comparer la richesse spécifique observée sur les stations CBN 10 et CBN 70, 3 ans après l'accident (cf. Fig. n°6). Lors de notre campagne (2012), 10 espèces (non estuariennes et non marines) au total ont été observées sur l'ensemble du linéaire couvert par CBN-70 et CBN-10, alors que $12 \pm 2,8$ étaient observées en moyenne avant l'accident (N = 10 en 2004 et N = 14 en 2007).

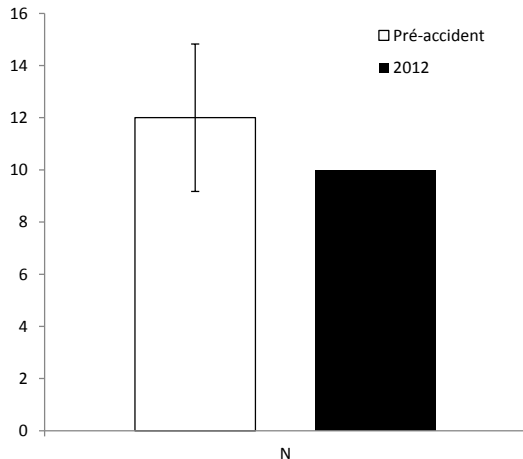


Fig. n°6 : Evolution de la richesse spécifique des communautés piscicoles peuplant les stations CBN-10 et CBN-70 trois ans après l'accident d'avril 2009 aux regards de la richesse moyenne observée au droit de ces mêmes stations entre 2004 et 2007 (source : Œil pour 2012 et Vale-NC pour 2004 et 2007).

Si nous nous intéressons maintenant à la diversité des communautés observées au droit du linéaire couvert par ces deux stations lors de la campagne d'échantillonnage de la saison fraîche 2012, nous pouvons constater que cette dernière présente une valeur proche de celle observée au droit du même linéaire en 2004 et 2007 ($E = 0,76$ et $0,79$ en 2004 et 2007 et $E = 0,83$ en 2012).

Concernant la structure générale des communautés observées en 2012 au droit du linéaire du creek de la Baie Nord (station CBN-01 à CBN-70), nous pouvons constater que celles-ci sont dominées par les espèces ubiquistes de *Gobiidae* *A. guamensis* (21%), *Eleotris sp.* (16%), *G. celebius* (7,6%), et *S. lagocephalus* (9,4%), qui représentent à elles seules près de 55% des spécimens collectés (cf. Fig. n°11). A leur côté la famille des *Kuhliidae* est également bien représentée (représente plus de 33% des captures) avec la présence des deux espèces non-estuariennes composant cette famille en Nouvelle-Calédonie : *K. rupestris* (25,8%) et *K. marginata* (7,6%). Notons que la troisième espèce *K. munda*, bien que non considérée ici car estuarienne, est bien présente au sein du creek de la Baie Nord en 2012.

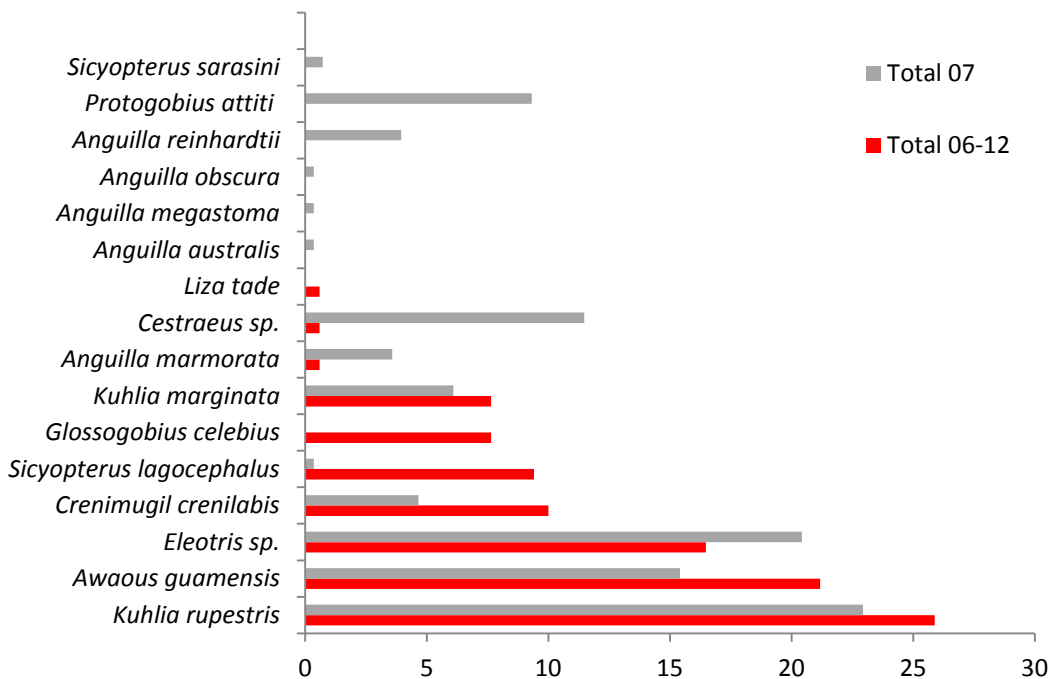


Fig. n°7 : Abondances relatives (%) des différentes espèces collectées le long du linéaire couvert par les stations CBN-70 et CBN-10 de suivi piscicole du creek de la Baie Nord lors des inventaires réalisés entre juin et juillet 2012 (en rouge) et en 2007 (en gris). Seules les espèces non-estuariennes sont considérées.

Afin de comparer ces observations à celles réalisées sur ces mêmes communautés avant l'accident de 2009, nous allons maintenant considérer uniquement les distributions des abondances relatives observées au droit des stations CBN-10 et CBN-70, seules stations ayant été prospectées en saison fraîche avant l'accident (années 2007).

La mise en regards des deux jeux de données nous permet de constater que globalement les espèces ubiquistes *A. guamensis*, *Eleotris sp.*, et *K. rupestris* qui apparaissent comme les 3 espèces les plus représentées lors de l'automne/hiver austral, 2012 (62% des captures à elles seules), représentaient 58,7% des captures en 2007 (cf. Fig. n°7), soit une différence de 3 %.

Si les espèces dominantes de la communauté demeurent globalement les mêmes avant et après l'accident, nous pouvons néanmoins observer la présence de différences au sein du cortège d'espèces qui les accompagnent. Il faut tout d'abord noter la nette augmentation d'abondance relative en 2012 des espèces *C. crenilabis* (x 2,1), *S. lagocephalus* (x 21), *G. celebius* (apparition) et dans une moindre mesure *K. marginata* (x 1,2). A l'opposé, une diminution importante de l'abondance relative du genre *Cestraeus* est notée, ainsi que la non présence en 2012 des espèces *A. reinhardtii*, *A. megastoma*, *A. australis* et *A. obscura*, du *Gobiidae* *S. sarasini* et du *Rhyacichthyidae* *P. attiti*.

Si nous introduisons maintenant l'année 2004 dans l'analyse (cf. Fig. n°8), autre année pré-accident pour laquelle nous disposons d'un jeu de données au droit de ces deux stations pour l'hiver austral, nous pouvons constater que la communauté était alors déjà dominée par l'espèce *K. rupestris* (36,7%). A ses côtés le genre *Eleotris* présentait également une forte abondance relative (25,31%), alors que *A. guamensis* avait une abondance relative beaucoup plus faible et n'arrivait qu'en 7^{ème} position, après les différents mulets (*Cestraeus sp.*, *L. tade* et *C. crenilabis*) et *Anguillidae* (*A. reinhardtii*). Nous pouvons donc noter au passage la présence en abondance des différentes espèces de mulets, dont les mulets noirs du genre *Cestraeus*. Parmi les *Gobiidae* outre la faible abondance de l'espèce *A. guamensis*, on note également comme en 2007, l'absence de l'espèce *G. celebius*. *S. lagocephalus* était quant à elle présente dans des proportions similaires à celle de 2007 (1 individu inventorié).

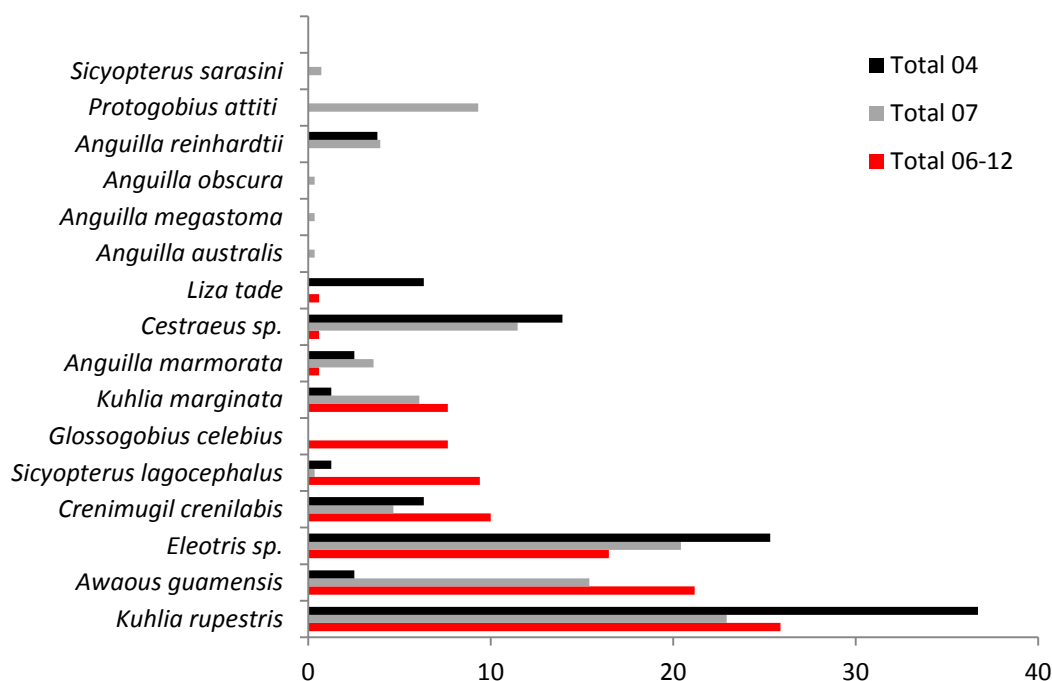


Fig. n°8: Abondances relatives (%) des différentes espèces collectées le long du linéaire couvert par les stations CBN-70 et CBN-10 de suivi piscicole du creek de la Baie Nord lors des inventaires réalisés entre juin et juillet 2012 (en rouge), en 2007 (en gris) et en 2004 (en noir).

Parmi les absences il faut également noter l'absence des relevés des espèces patrimoniales *P. attiti* et *S. sarasini* qui ont été observées en 2007 et non retrouvées en 2012. Rappelons qu'en hydrobiologie, le cas des espèces rares est à considérer avec prudence. En effet, la probabilité de capture de ces dernières est fortement aléatoire via les méthodes standardisées de pêches électriques. Les résultats du suivi effectué par Vale-NC illustrent typiquement le caractère aléatoire de la capture de ces espèces. Outre leur caractère rare, il faut également garder à l'esprit que ces espèces sont des espèces amphidromes dont les

conditions de recrutement influencées par des facteurs environnementaux, peuvent varier naturellement d'une année sur l'autre. L'absence de ces espèces dans le jeu de données collectées en 2012, y compris pour l'espèce *P. attiti*, ne peut donc être directement et simplement reliée à l'accident survenu en 2009. Le caractère aléatoire de la présence de ces espèces lié à leur rareté pouvant être une explication à leur absence. Le poids de cette dernière hypothèse s'accroît d'autant plus si nous considérons les résultats obtenus par Vale-NC entre 2009 et 2012 au droit de ces deux stations. Ces résultats nous révèlent en effet la présence ponctuelle des espèces *P. attiti* et *S. sarasini* dans des proportions certes inférieures à celles de 2007, mais supérieures à celles de 2004 pour *P. attiti* (N = 1 en juin 2009) et dans des proportions similaires à celles de 2007 pour *S. sarasini* (N = 3 en juin 2009). De même pour les différentes espèces d'anguilles, les données collectées entre 2009 et 2012 par Vale-NC au droit de ces deux stations en hiver, mettraient en évidence la présence des deux espèces les plus communes *A. marmorata* et *A. reinhardtii* dans des proportions similaires à celles observées avant l'accident ($N_{\text{moyen}} = 6 \pm 5$ et $N_{\text{moyen}} = 9,5 \pm 7$ respectivement avant et après l'accident pour la première et $N_{\text{moyen}} = 7 \pm 5$ et $N_{\text{moyen}} = 15,5 \pm 7$ respectivement avant et après l'accident pour la seconde espèce). *In fine*, le seul taxon qui présente des fluctuations d'effectifs difficilement explicable entre la période pré et post accident est le genre *Cestraeus*. Ce genre bien représenté et systématiquement observé en 2004 et 2007, n'a que très peu été observé après 2009.

A l'issue de cette première analyse il ressort donc que le creek de la Baie Nord présente un certain taux de recolonisation 3 ans après l'accident : 22 espèces différentes y ont été collectées. Aux regards de la composition faunistique globale de la Baie Nord pré-accident déduite au travers l'agglomération de l'ensemble des données collectées avant l'accident, il apparaît 3 ans après l'accident un degré de perte des communautés de seulement 18%. En d'autres termes un grand nombre d'espèces sont réapparues au sein du creek.

*L'analyse comparative détaillée des données pré et post-accident effectuée au droit des stations CBN-10 et CBN-70, seules stations présentant des données hivernales pour la période précédant l'accident (2007 et 2004), a révélé que si globalement les mêmes espèces dominent les communautés, des différences ont été mises en évidence : certaines espèces sont apparues dans les prélèvements en 2012 (*G. celebius*) et d'autres ont vu leur contribution dans la composition des communautés augmenter, comme *S. lagocephalus*. A contrario, certaines espèces n'ont pas été retrouvées dans les prélèvements de 2012, notamment les espèces patrimoniales *P. attiti* ou *S. sarasini*. De même le genre *Cestraeus* ou mulot noir qui présente un caractère important pour les populations locales, voit ces effectifs fortement amoindris en 2012.*

Si certaines espèces semblent aujourd'hui revenues au sein du creek, des différences notables sont donc apparues entre les compositions faunistiques des communautés pré-accident et de 2012, dont notamment l'absence des espèces patrimoniales. Toutefois, il faut

souligner ici le caractère aléatoire des observations faites pour ces espèces. Nous avons en effet pu constater pour la période pré-accident que si ces dernières sont bien observées en 2007, elles ne le furent pas en 2004. D'autre part l'analyse des inventaires effectués par Vale-NC suite à l'accident a permis de constater la présence ponctuelle de celles-ci. La faiblesse du jeu de données de référence ne permettant pas de caractériser assez précisément la variabilité naturelle caractérisant les abondances de ces espèces, et de manière plus générale les connaissances actuelles ne permettant pas de conclure sur les facteurs naturels influençant la probabilité de présence et l'abondance des différentes espèces amphidromes calédoniennes, il n'est pas possible de relier avec certitude l'absence de ces espèces à l'accident de 2009. Il en est de même pour le déclin des populations de mulot noir, pour lequel un lien direct avec l'accident ne peut être fait.

Des campagnes de suivi complémentaires permettront de vérifier si les espèces rares sont bien revenues et présentes la même probabilité de capture à celle qui pouvait être observé avant l'accident. Ces campagnes permettront également de suivre l'évolution de la population du genre *Cestraeus*, et de constater son retour ou non au sein du creek dans des proportions similaires à celles observées avant l'accident. Le couplage de ces campagnes avec le suivi d'un site de référence comme peuvent l'être les rivières des Kaoris ou du Carénage, permettra de caractériser l'état des stocks du genre *Cestraeus* sur les bassins de la baie de Prony et confirmer ainsi si la tendance évolutive générale de cette population est à la baisse comme cela semble être reporté par les usagers de la chaîne (Biotop, com.pers) ou si le creek de la Baie Nord apparaît comme un cas isolé.

3.2.1 DISTRIBUTION SPATIALE DE L'ICHTHYOCOÉNOSE LE LONG DU CREEK DE LA BAIE NORD

Afin d'étudier la structuration spatiale de l'ichthyocoénose le long du creek de la Baie Nord, une analyse des correspondances multiples suivie d'une classification hiérarchique de Ward a été menée. Cette analyse a été conduite sur la base de la présence/absence des 22 espèces de poissons collectées et a concerné les 6 stations de suivi échantillonnées en juillet 2012.

Les résultats de cette analyse sont représentés graphiquement sur la Fig. 9a ci-après. Nous pouvons constater à la lecture de cette figure que la projection de l'ensemble des données sur le plan défini par les deux premiers axes de l'analyse, en expliquant près de 80% de la variabilité totale, retranscrit bien la structure générale du jeu de données. Cette analyse nous a permis de discriminer graphiquement 3 ensembles d'individus. Ces ensembles sont de gauche à droite du plan :

- Un ensemble composé des stations CBN-01 et CBNAFF-02, caractérisé par la présence d'*Anguilla australis*,

- Un ensemble composé des stations CBN-10, CBN-30 et CBN-40, caractérisé par la présence des différentes espèces d'anguille (*A. marmorata* et *A. reinhardti*), ainsi que par la présence de l'espèce *S. atratus*. Aux côtés de ces espèces sont également présentes les espèces ubiquistes *A. guamensis*, *E. fusca*, *K. rupestris*, *S. lagocephalus* et *K. marginata*.
- Un troisième ensemble composé d'une seule station, CBN-70, s'isole à droite du plan. Cette station est caractérisée par la présence de nombreuses espèces estuariennes, marines ou de cours inférieur non retrouvées ailleurs (13 au total).

La classification hiérarchique de Ward confirme les différents ensembles énoncés ci-dessus (cf. Fig.n°9b).

A l'issue de cette première analyse il est intéressant de constater que l'ensemble des stations localisées sur la partie centrale du réseau de suivi (CBN-10, CBN-30 & CBN-40) se regroupent entre elles, les stations localisées à l'extrémité amont (CBN-01) et aval (CBN-70) du réseau, s'isolant de part et d'autre. Nous pouvons également constater que la station CBNAFF-02 localisée sur l'affluent Sud, bien que géographiquement plus proche de la station CBN-10, présente une faune appauvrie rappelant la station CBN-01. Ceci peut en partie s'expliquer par le fait que la station CBNAFF-02 de rang 2 présente des conditions hydrologiques se rapprochant de celles de la station CBN-01 localisée assez haut sur le tronçon de rang 3 du bras principal.

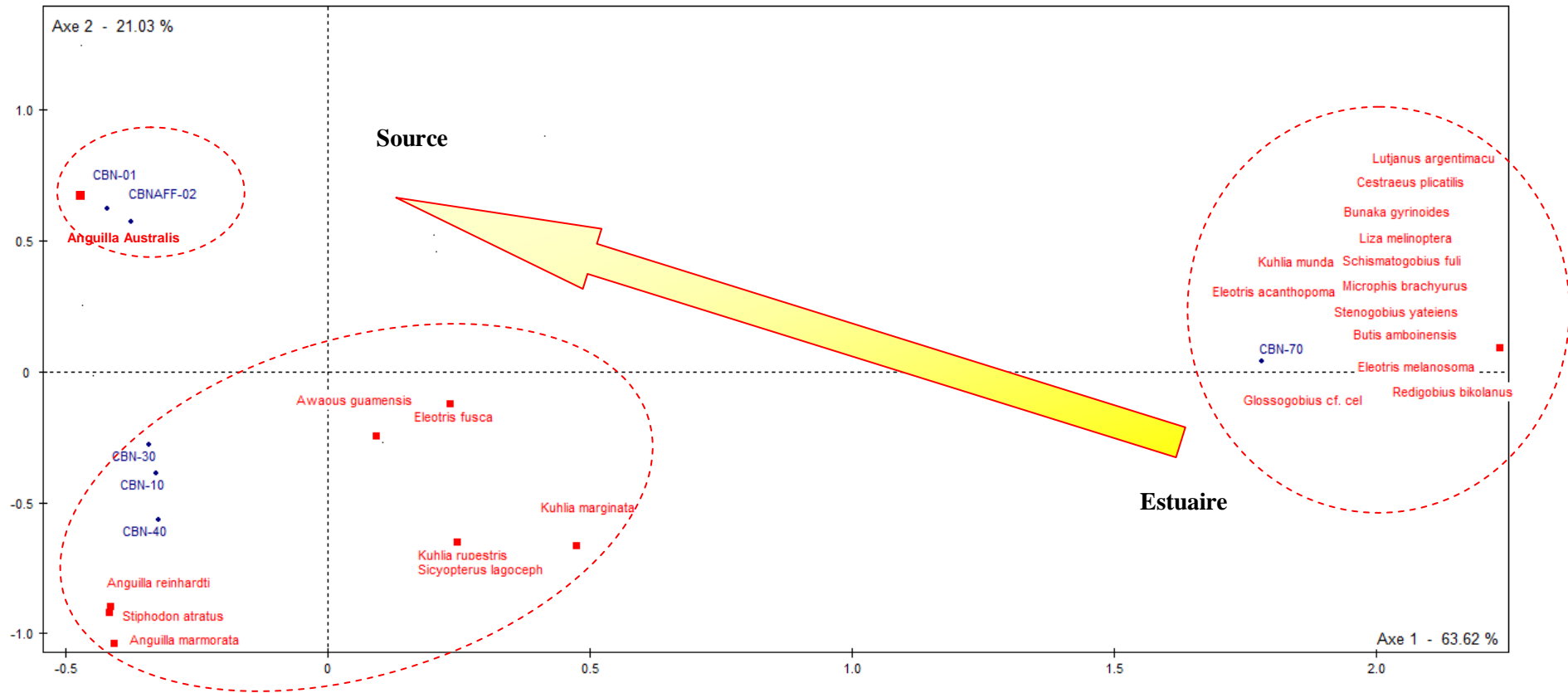


Fig. n°9a : Projection sur le plan défini par les deux premiers axes des résultats de l'ACM menée sur les 22 espèces collectées en juillet 2012 aux droit des 6 stations composant le réseau de suivi piscicole du creek de la Baie Nord. (●CBN : station ; ■ = espèce).

Classification hiérarchique directe (sur facteurs)

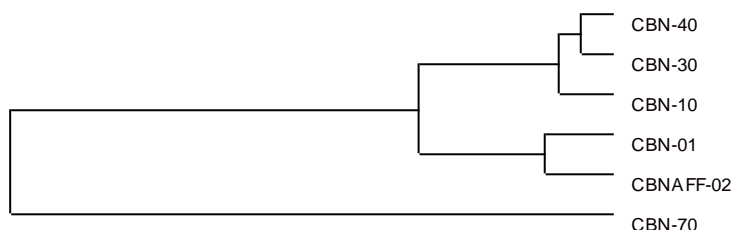


Fig. n°9b : Résultats de la classification hiérarchique de Ward menée sur les deux premiers axes factoriels de l'ACM menée sur les 22 espèces collectées en juillet 2012 au droit des 6 stations composant le réseau de suivi piscicole du creek de la Baie Nord.

Il est également intéressant de constater à la lecture du graphique de la figure 10 matérialisant l'évolution de la richesse spécifique de la zone amont à l'estuaire du bras principal du creek Baie Nord (CBNAFF-02 étant sur un affluent, nous ne l'avons pas considéré ici), que la diminution de richesse spécifique généralement constatée le long de ce gradient se retrouve. La station CBN-70 se caractérise en effet par la présence de nombreuses espèces estuariennes ou de cours inférieurs qui ne se retrouvent pas plus haut sur le creek (13 espèces), accompagnées d'espèces ubiquistes (5 espèces). Au niveau des stations intermédiaires, nous ne retrouvons plus que les espèces ubiquistes citées ci-dessus, accompagnées d'anguilles. Seule l'espèce *S. atratus* non observée au droit de CBN-70 est reportée en plus au droit de CBN-40, ainsi que l'espèce *A. australis* au droit de la station CBN-01. En bref, depuis la zone estuarienne jusqu'à l'amont, les communautés observées le long du réseau s'appauvrissent naturellement au fur et à mesure que l'on progresse vers CBN-01 (cf. Fig.n°10).

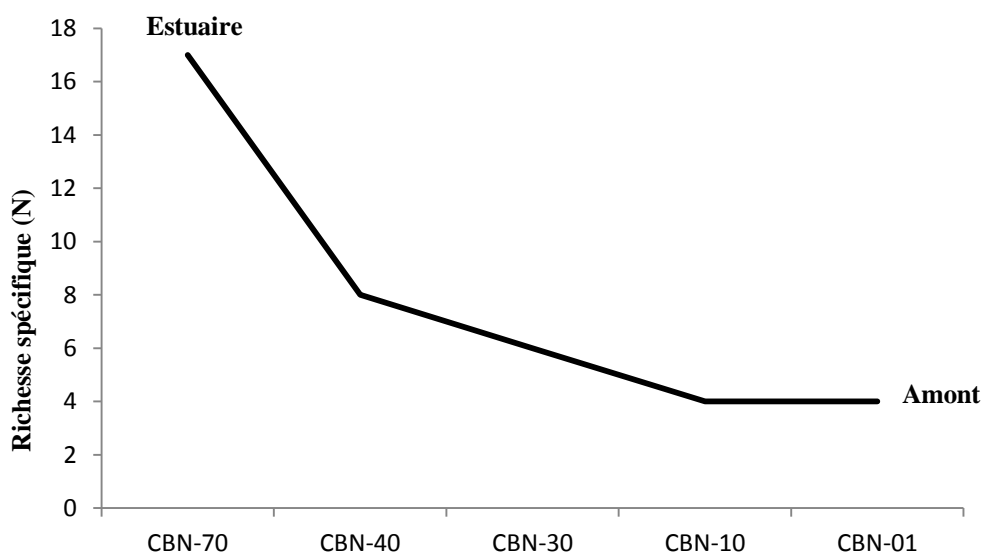


Fig. n°10 : Evolution de la richesse spécifique en juillet 2012 le long du gradient estuaire-amont couvert par le réseau piscicole du creek de la Baie Nord.

Ces résultats sont en adéquation avec la distribution spatiale généralement observée le long des creeks néo-calédoniens. D'autre part, ces résultats sont également en adéquation avec la structuration spatiale des communautés piscicoles mise en évidence le long du creek de la Baie Nord sur la base des observations effectuées entre 2000 et 2009 par Vale-NC (Biotop, 2010). En effet, nous pouvons constater à la lecture de la figure n°11 issue du travail d'analyse effectué sur ce jeu de données, que la faune des stations CBN-70 (notée CBN07) et CBN-40 (notée CBN04) est caractérisée par la présence, aux côtés des espèces ubiquistes retrouvées au droit de l'ensemble des stations, d'espèces typiques de ces milieux (*K. munda*, *P. argenteolineatus*, *R. bikolanus*, *G. biocellatus*, *E. melanosoma*), ainsi que sporadiquement par la présence d'espèces marines (*S. barracuda*, *A. blochii*, *A. berda*, *G. filamentous*). Plus en amont sur le réseau de suivi, seules les espèces ubiquistes présentes au droit de l'ensemble des stations du réseau, ont été observées (*A. guamensis*, *K. rupestris*, *E. fusca*, *A. marmorata*, *A. reinhardtii*, *A. megastoma*, *G. celebius*, *S. lagocephalus*). Ces dernières sont les mêmes que celles observées aujourd'hui.

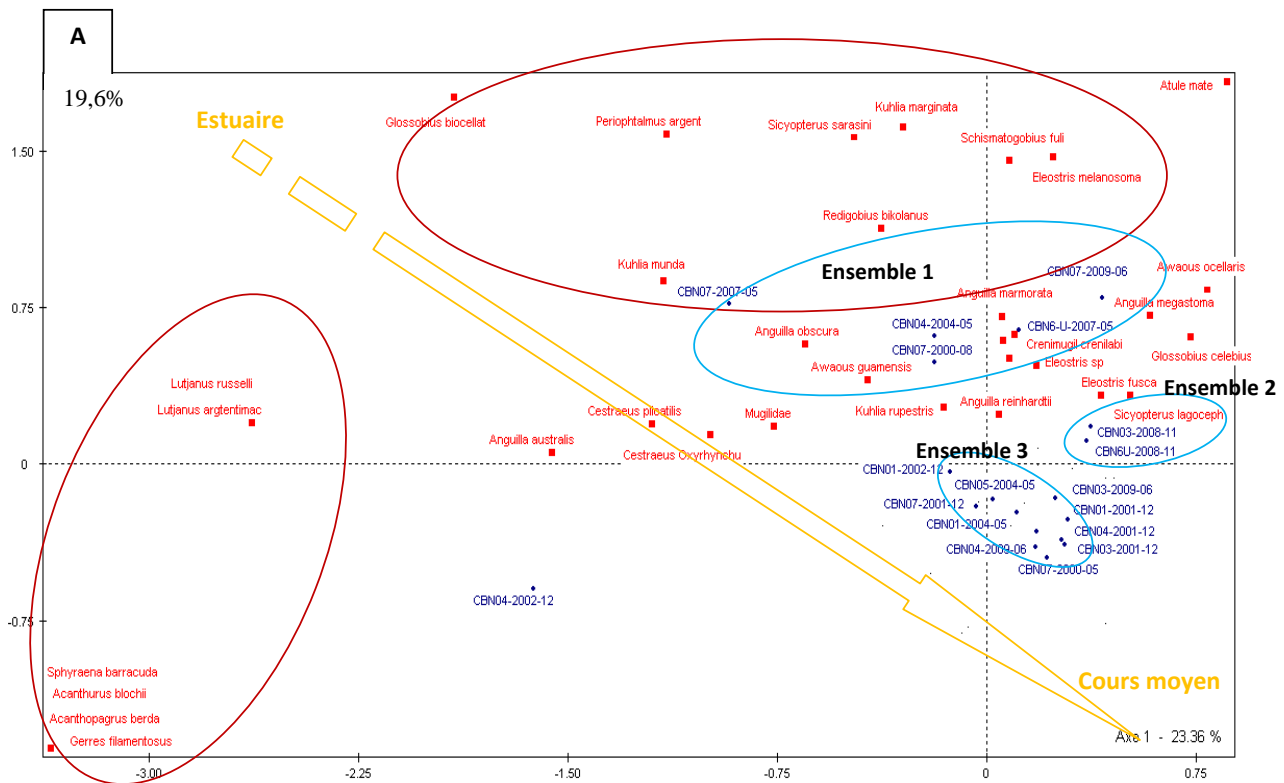


Fig. n°11 : Projection sur le plan défini par les deux premiers axes des résultats de l'ACM menée sur les variables biologiques présence/absence des espèces de poissons au droit des stations du réseau de suivi ichthyologique du creek de la Baie Nord (sources Vale-NC/Biotop 2010).

En amont de CBN-70, ces espèces ubiquistes se répartissent ensuite le long du creek. Lors de notre inventaire, les plus fortes abondances ont été retrouvées au droit de la station CBN-40 pour l'espèce *A. guamensis* (cf. Fig. n°17). Cette station présente de longues zones plus calmes entre les différents radiers, zones affectionnées par cette espèce. A contrario, l'espèce *S. lagocephalus* a été retrouvée en abondance un peu plus en amont au niveau de la station CBN-30 composée de nombreux radiers présentant de forts débits, zone de prédilection de ce taxon. L'espèce *K. rupestris* affectionnant les trous d'eau bien oxygénés, présente quant à elle de fortes abondances au niveau de la station CBN-10 composée d'une succession de cascades et fosses de dissipation (cf. Fig. n°12).

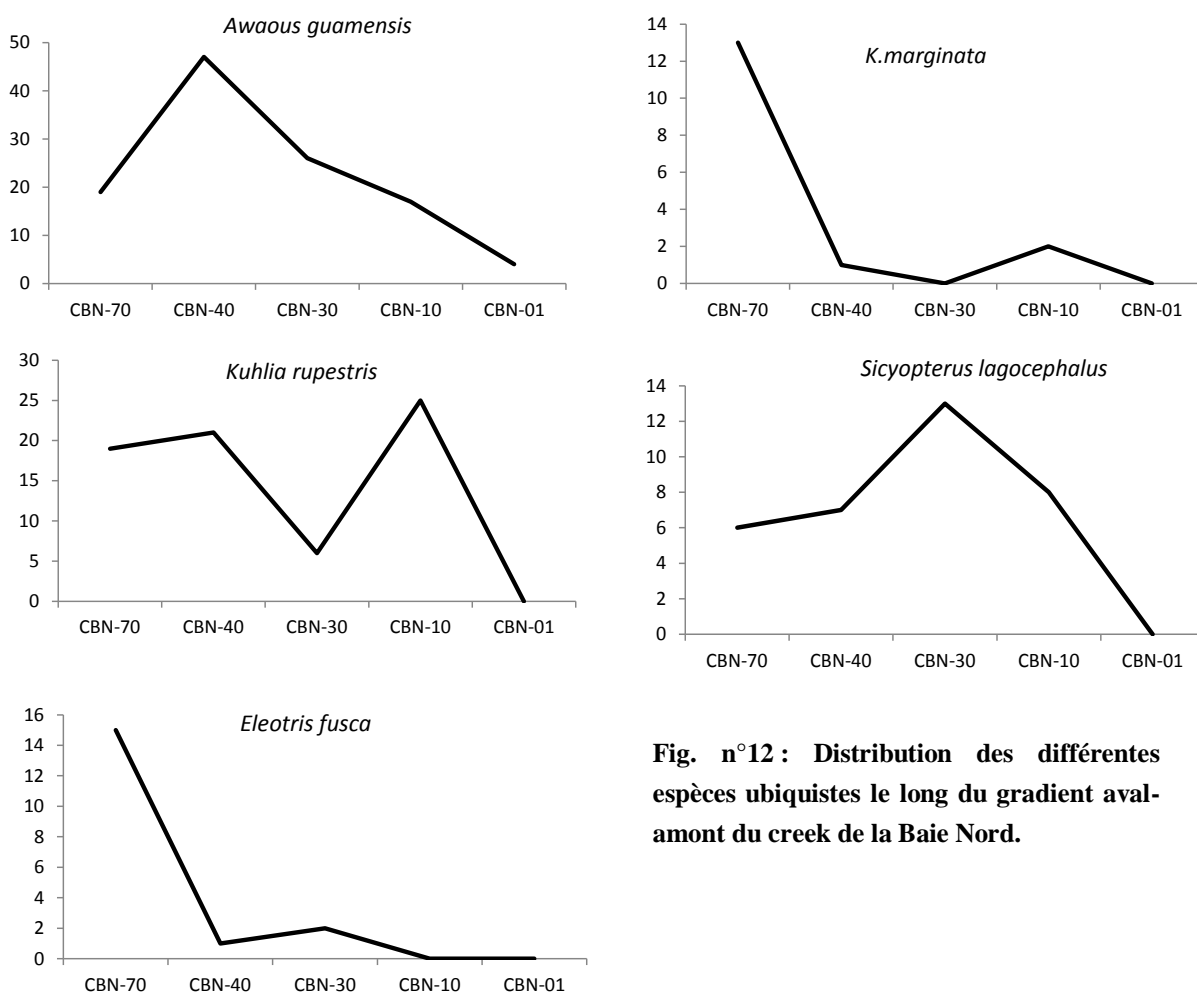


Fig. n°12 : Distribution des différentes espèces ubiquistes le long du gradient aval-amont du creek de la Baie Nord.

En conclusion de cette première analyse il apparaît que 3 ans après l'accident, les communautés piscicoles aient retrouvé leur distribution pré-accident le long du gradient amont-aval du creek. L'ensemble des tronçons du creek semblent avoir été recolonisés par les différentes espèces en fonction de leur capacité de franchissement et de progression le long des cours d'eau, ainsi que de leur préférence écologique.

3.2.2 STRUCTURATION DES COMMUNAUTÉS PISCICOLES : CLASSE D'ÂGE DES PRINCIPALES ESPÈCES COMPOSANT LA COMMUNAUTÉ

Après nous être intéressés à la structuration spatiale des communautés piscicoles le long du creek de la Baie Nord, nous allons maintenant revenir sur la structure des populations de chacune des principales espèces capables de coloniser l'ensemble ou du moins une grande partie du linéaire du creek. En effet, suite à un accident ayant entraîné une perte totale des communautés piscicoles tel que celui survenu en avril 2009, il peut être envisagé une baisse des effectifs voire la disparition totale de certaines classes d'âge ou cohortes au sein des communautés présentes. Bien que les connaissances fondamentales sur le taux de croissance des différentes espèces et l'influence des facteurs environnementaux influençant ce dernier, soient encore sporadiques en Nouvelle-Calédonie, il est possible en se basant sur le postulat que les poissons d'une même espèce présentant des tailles similaires appartiennent à une même cohorte, d'identifier ces dernières. Notons qu'il faut également tenir compte du fait que les poissons insulaires tropicaux amphidromes bien que présentant une période de reproduction massive et donc une période de recrutement massif, apparaissent avoir une activité de reproduction tout au long de l'année (Marquet *et al.*, 2003). Cette dernière bien que plus faible doit néanmoins être prise en compte car elle implique que pour des individus nés la même année des légères différences de tailles peuvent exister (les spécimens du mois de janvier ayant quelques mois d'avance sur ceux de la fin d'année). Aux regards des données actuelles, il semblerait que la période massive de reproduction ait lieu lors du printemps austral (septembre-décembre) et qu'après 1 à 6 mois en mer les larves, après leur transformation en alevins, reviennent coloniser de manière massive les cours d'eau en fin de saison des pluies, lors de l'automne/hiver austral (mai-juillet). L'afflux d'eau douce arrivant au lagon lors de la saison des pluies attirerait en effet les larves vers les estuaires, où après une phase de regroupement elles entameraient la recolonisation des creeks (Biotop, 2010).

A l'issue de nos inventaires, nous avons pu constater que 3 ans après l'accident de 2009, les différentes populations de poissons étaient composées de différentes cohortes (cf. Fig. n°13). Nous pouvons en effet constater que pour les 4 espèces présentant un effectif suffisant au droit des stations CBN-10 et CBN-70 tant avant l'accident (2004 et 2007), qu'après celui-ci (2012), les populations se composent des juvéniles issus de la dernière reproduction (0+), une classe de subadulte (1 an supposé), et une ou plusieurs cohortes de spécimens de 2 ans et plus (adultes). En comparant ces résultats à ceux obtenus à la même période de l'année (mai-juin) à l'aide des données biométriques collectées entre 2000 et 2009 au droit de ce réseau de suivi, nous pouvons constater que pour chacune des populations, les principales cohortes présentes avant l'incident ont été observées en 2012 (cf. Fig. n°13). Nous pouvons voir en effet que pour l'espèce *A. guamensis* à cette période de l'année (période de recrutement supposée) sont observées la cohorte de juvéniles (0+) qui représente environ 15% des effectifs pêchés et les cohortes des subadultes et adultes qui représentent respectivement environ 35%

et 50% des effectifs collectés (cf. Fig. n°13). De même pour le genre *Eleotris*, nous pouvons constater que pour cette période de l'année, l'absence de spécimens présentant une longueur standard comprise entre 8 et 12 cm. Ces classes de taille étaient peu représentées avant l'accident. Ces individus sont par contre bien représentés en fin d'année lors du printemps austral, phase supposée de reproduction. En mai-juin, ces reproducteurs peuvent être dispersés le long du réseau du creek de la Baie Nord et donc plus difficile à observer que lors de la période de reproduction où ils viennent se regrouper sur la partie basse du cours inférieur.

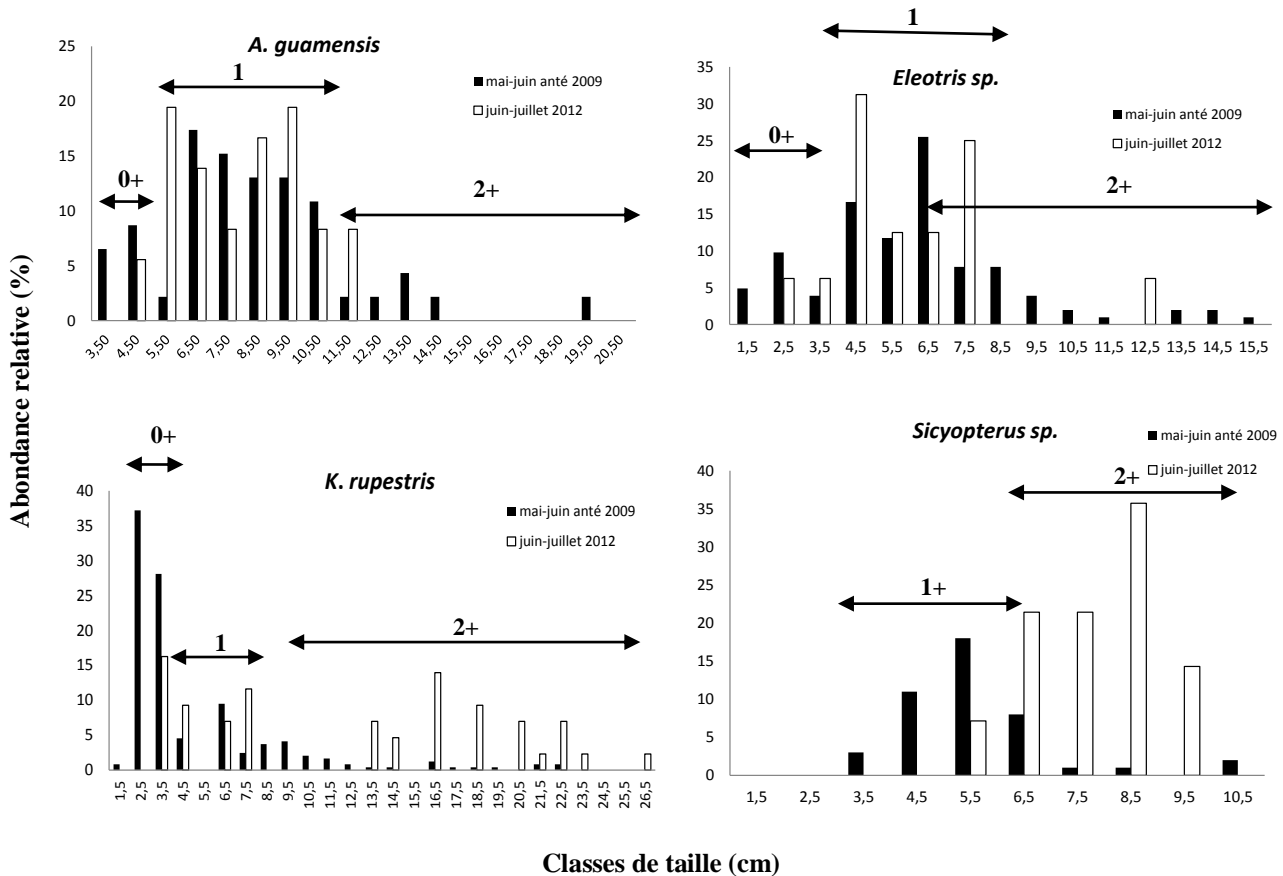


Fig. 13 : Comparaison des structures démographiques des populations des principales espèces présentes le long du gradient aval-amont du creek de la Baie Nord observées en juin-juillet 2012 avec les structures moyennes observées à la même période de l'année entre 2000 et 2009 (période anté-accident, données Biotop (2012) et Vale-NC (données agrégées de l'hivers 2004 et 2007 au droit des stations CBN-10 et CBN-70)).

Pour *S. lagocephalus* (*Sicyopterus sp.*), nous pouvons constater l'absence dans nos prélèvements de la cohorte des juvéniles (0+). Notons que cette cohorte était également difficilement observable avant l'accident. La seule fois où elle apparaît dans le suivi de Vale-NC c'est en juin 2009, juste après l'accident, au niveau de la station CBN-70 où des post-larves ont été capturées (source Vale-NC). Il est possible que pour cette espèce la période de recrutement des juvéniles soit décalée avant ou après les périodes de pêche de ce suivi.

Concernant l'espèce *K. rupestris*, aucune différence majeure n'est à noter entre la structure démographique des populations observées en 2012 et celles observables avant l'accident. Comme *S. lagocephalus*, la cohorte des juvéniles est absente en 2012, mais ce dernier point n'est pas imputable à l'accident de 2009 et s'explique probablement par les fluctuations annuelles pouvant exister dans le processus de recrutement des espèces.

En conclusion de cette analyse, nous pouvons constater que 3 ans après l'accident de 2012 qui entraîna la mort d'une grande partie des poissons du creek de la Baie Nord, les principales espèces peuplant le creek présentent une structure démographique proche à celle observée avant l'accident. Il apparaît également probable qu'en plus des cohortes de jeunes qui sont revenues coloniser le creek suite à l'incident, des subadultes et adultes en provenance de zones non impactées (affluent, autre bassin versant), soient venus coloniser les niches laissées vides suite au passage de la vague acide (cohortes 2+ et 1+, respectivement pour *K. rupestris*, *A. guamensis* et *Eleotris sp.*, et *Sicyopterus sp.*).

3.3 ANALYSE DU PROCESSUS DE RECOLONISATION DU CREEK

Nous avons vu au travers des différentes analyses présentées ci-dessus que les principales espèces du creek de la Baie Nord présentent 3 ans après l'incident une structuration similaire à celle observée avant l'accident de 2009. Le processus de recolonisation qui s'est mis en place suite à l'accident a apparemment permis sur ces espèces, d'effacer les effets de ce dernier en moins de 3 ans. Au travers de l'analyse des données de suivi collectées entre avril 2009 et aujourd'hui par l'industriel nous allons donc maintenant nous attacher à décrire ce processus de recolonisation afin d'en caractériser les grandes modalités. Les valeurs de références considérées dans cette analyse sont celles observées en mai 2007 et mai 2004. Les pêches effectuées en 2008 n'ayant porté que sur une seule station (CBN-30), ne donnant qu'une image partielle des communautés du creek. En 2007, les stations CBN-70 et CBN-10 ont été échantillonnées, stations représentatives des différents tronçons clés composant la partie en aval de l'usine.

Si nous nous intéressons dans un premier temps à l'évolution de la richesse spécifique suite à l'accident, nous pouvons constater que dès juin 2009, soit 2 mois après l'accident, 10 des 19 espèces diadromes composant l'ichthyocoénose au droit de ces deux stations sont réapparues au sein du creek. Dès Octobre 2009, soit 6 mois après l'accident, 17 espèces sont présentes au sein du creek, dont 3 qui n'avaient pas été observées lors de l'inventaire 2007 (*B. amboinensis*, *M. brachyurus brachirus* et *G. celebius*). Les trois espèces susmentionnées sont des espèces estuariennes qui s'éloignent rarement de la partie basse du cours inférieur des cours d'eau néo-calédoniens. Ces dernières possèdent en effet de faibles capacités de

franchissement et remontent plus ou moins loin le long du cours inférieur en fonction de la pente et des obstacles naturels présents sur le cours d'eau (cascades). La présence d'une zone de forte pente au droit de la station CBN-70 localisée en amont immédiat de la partie estuarienne du creek apparaît limiter leur remonté.

Les espèces encore absentes à ce stade sont les anguilles *A. australis* et *A. megastoma*, les deux espèces de mulets noirs (*C. plicatilis* et *C. oxyrhynchus*), ainsi que l'espèce *P. attiti*. L'analyse des inventaires réalisés entre octobre 2009 et juin 2011, nous permet de constater le retour de l'ensemble de ces espèces. En effet, nous pouvons constater à la lecture du tableau 4 que les mulets noirs ont été observés en juin 2011 au niveau des stations CBN-10 et CBN-30, ainsi qu'en juin 2012 au niveau de la station CBN-70. Un individu des espèces *A. megastoma* et *A. australis* ont quant à eux été pêchés respectivement en juin 2010 au niveau de CBN-40 et juin 2012 au niveau de CBN-01. Enfin, l'espèce patrimoniale *P. attiti* apparaît dans les prélèvements de janvier et mai 2010 au droit de la station CBN-10, ainsi qu'en juin 2011, en un seul exemplaire, au droit de CBN-40. D'octobre 2009 à juin 2012, le nombre total d'espèces fluctue autour d'une valeur moyenne de 17, avec un minimum de 15 espèces en mai 2010 et un maximum de 20 espèces en juin 2011 (cf. Fig. n°14).

In-fine nous pouvons constater que l'ensemble des espèces identifiées en mai 2007 a été à nouveau observé suite à l'incident au droit des deux stations retenues.

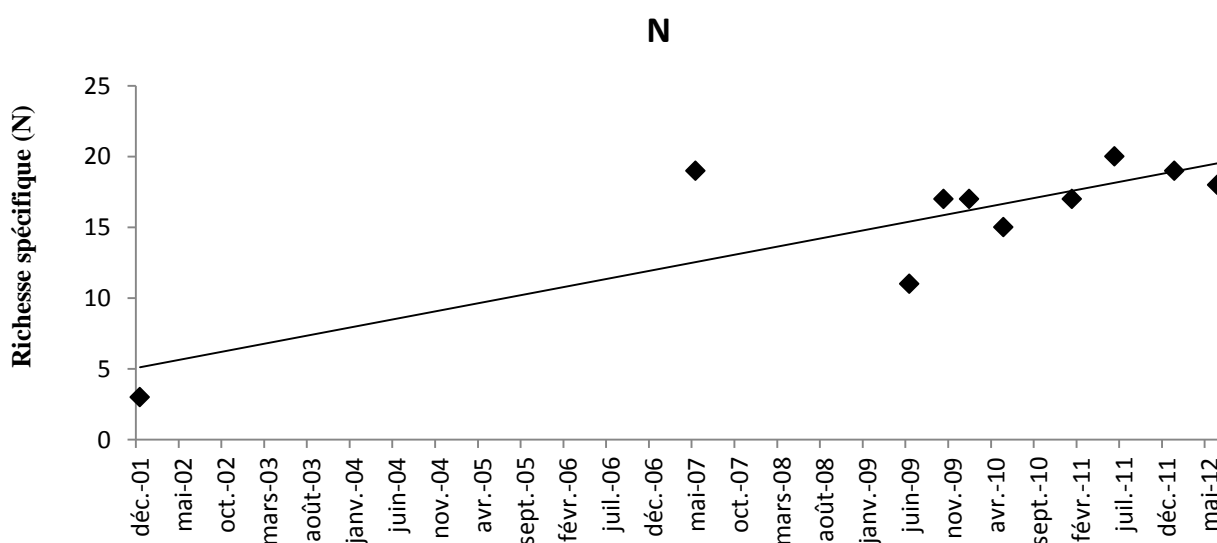


Fig. n°14 : Evolution de la richesse spécifique au sein du creek de la Baie Nord (station CBN-10 et CBN-70) entre décembre 2001 et juillet 2012.

	déc-01	mai-04	mai-07	juin-09	oct-09	janv-10	mai-10	janv-11	juin-11	janv-12	juin-12
Acanthopagrus berda							1				
Anguilla australis			1								1
A marmorata		2	10	11	8	11	18	21	37	15	5
anguilla megastoma			1								
Anguilla obscura	1		1		2	1				1	
A reinardti	1		10	4	5	18	40	44	73	25	12
Anguilla sp. (Civelle)				11							
Atule mate				1							
Arothon immaculatus							1				
Awaous guamensis		3	43		28	273	280	290	396	105	115
Awaous ocellaris (post larve)				6	31	2		1	2	4	
Bunaka gyrinoides											1
Butis amboinensis					1				1		1
Cestraeus oxyrhynchus		2							2		
Cestraeus plicatilis		2	32						1		1
Crenimugil crenilabis			13		74			15	1	3	
Eleotris acanthopoma										14	2
Eleotris fusca			3	4	31	17	33	28	224	85	80
Eleotris sp.(juvénile)		24	39	15							
Eleotris melanosoma			15	1		4	2	5	17	121	55
Glossogobius biocellatus			1					2			
Glossogobius celebius				2	4	7	18	8	40	59	65
Kuhlia marginata		1	17	57	15	14	12	5	127	22	16
Kuhlia munda		8	19		22	72	10	24		33	30
<i>Kuhlia rupestris</i>		28	64	156		17	52	65	194	95	71
Lamnostoma kempeni										1	
Liza melinoptera											17
Liza tade					8	5	1				
Ludjanus argentimaculatus			2			1	1	1	1	2	1
Microphis brachyurus brachyurus					1				6	2	1
Microphis leiaspis								3	12	2	
Mugil cephalus						5	79	1			
Ophieleotris aporos								2			
Ophieleotris nov. sp									1		
Oreochromis mossambicus									1		
Periophthalmus argentilineatus			2								
Protogobius attiti			26				3		1		
Redigobius bikolanus	6	1	3	31	16	141	40	9	31	55	50
Scatophagus argus									8	6	
Schismatogobius fugilimentus		1	2	30	16	24	16	4	7	9	2
Sicyopterus lagocephalus			1	8	6	12	10	9	141	38	34
Sicyopterus sarasini			2	3	1		1		1		
Sicyopterus sp (post larve)				3							
Sicyopus chloe										1	
Stenogobius yateiensis					1	14	3	3	3	11	10
Stiphodon attratus								2	8	2	3
Stiphodon rutilaureus									2		

Tableau n°5 : Liste faunistique des communautés piscicoles inventoriées sur le creek de la Baie Nord (station CBN-10 et CBN-70) en décembre 2001 et entre 2007 et juillet 2012 (en rouge les espèces marines présentes ponctuellement en eau douce).

Avant de continuer notre analyse du processus de recolonisation, il peut être souligné la présence en juin 2011 d'un individu de l'espèce exogène envahissante (EEE) *O. mossambicus* au sein du creek. La présence de cette EEE, vraisemblablement en provenance du lac de Yaté et probablement introduite via le système d'adduction d'eau mise en place entre le lac et le site industriel, constitue un premier signal d'alarme sur la présence d'un risque d'invasion.

Intéressons-nous maintenant au degré de similitude des communautés observées lors des différents inventaires réalisés entre l'accident et juillet 2012, avec celle observée en mai 2007 (état pré-accident). Pour ce faire le coefficient de dissimilitude de Bray & Curtis a été calculé. Ce coefficient a été retenu, car en plus de considérer le nombre d'espèces communes présentes (richesse), ce dernier intègre la notion d'abondance et donc compare également la diversité biologique entre deux jeux de données. L'évolution de ce coefficient est reportée sur la figure 15 ci-dessous. Nous pouvons y observer la diminution progressive de ce dernier entre juin 2009 et juillet 2012, diminution synonyme d'une réduction avec le temps du degré

de dissimilitude existant entre les communautés observées post-accident et celle de mai 2007 (cf. Fig. n°15). Nous pouvons donc constater ici, qu'outre le fait que l'ichthyocoénose du creek de la Baie Nord est retrouvée une richesse spécifique similaire à celle de la période pré-accident, la diversité biologique de ces communautés tend progressivement recouvrir sa composition pré-accident.

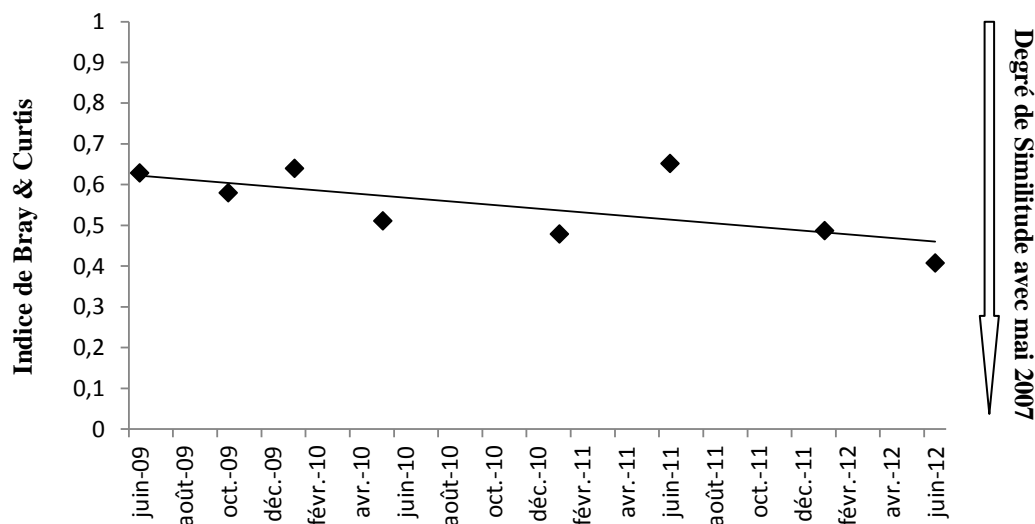


Fig. n°15 : Evolution du coefficient de dissimilitude de Bray & Curtis calculé entre les communautés piscicoles observées au droit des stations CBN-10 et CBN-70 en mai 2007 et lors des différents inventaires effectués suite à l'accident d'avril 2009 (entre juin 2009 et juillet 2012).

Une première approche exploratoire à l'aide d'une analyse en composante principale (ACP) a été conduite sur le jeu de données faunistiques (abondance) collectées de Mai 2004 à juillet 2012 (cf. tableau faunistique en annexe 4), en ne considérant que les campagnes hivernales menées au droit des deux stations retenues (cf. Fig. n°16a). Afin de minimiser l'effet de la non-normalité des données une transformation des données a été réalisée selon le modèle suivant : $Y = \text{Log}(X+1)$. Cette analyse a été suivie d'une classification hiérarchique de Ward (cf. Fig. n°16b). Les résultats de cette analyse sont représentés graphiquement sur la Fig. 16a ci-après.

Nous pouvons constater à la lecture de cette figure que la projection de l'ensemble des données sur le plan défini par les deux premiers axes de l'analyse, en expliquant près de 70% de la variabilité totale, retranscrit bien la structure générale du jeu de données. Cette analyse nous permet tout d'abord de constater graphiquement que déjà avant l'accident de 2009, les campagnes de 2004 et 2007 s'isolent l'une de l'autre de part et d'autre du second axe de l'analyse. Cet isolement apparaît lié à l'augmentation des abondances de la plupart des espèces de *Gobiidae* et *Eleotridae* présentes au sein du creek, ainsi qu'à la présence des espèces rares *P.attiti*, *A. megastoma* et *A. australis*. Il semble donc être survenu entre 2004 et 2007 un événement ayant entraîné une augmentation du nombre et de la probabilité de capture au droit de ces deux stations.

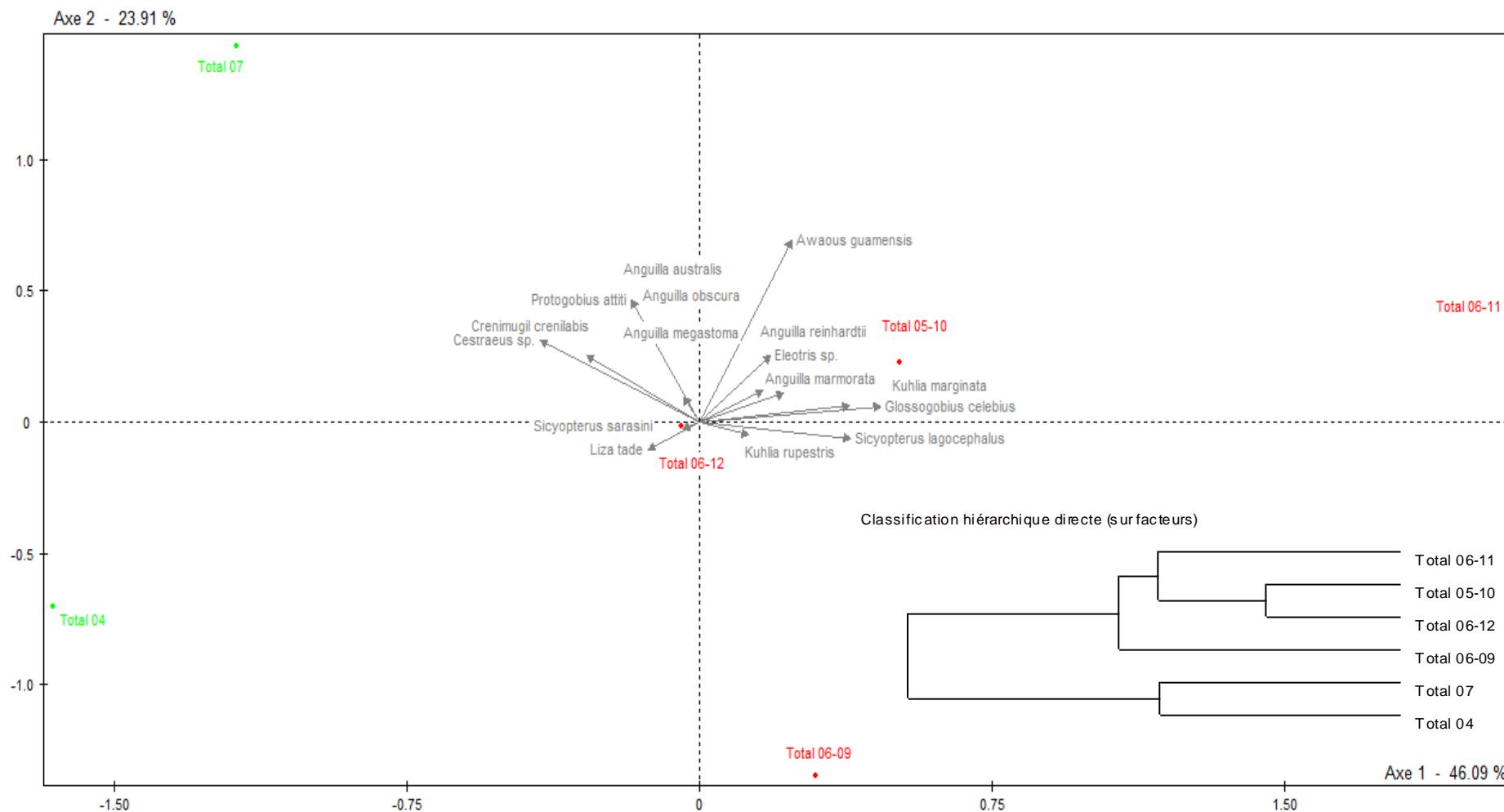


Fig. n°16a : Projection sur le plan défini par les deux premiers axes des résultats de l'ACP menée sur l'ensemble des espèces collectées aux droit des stations CBN-10 et CBN-70 lors des campagnes hivernales 2004, 2007, 2009 à 2012 (●Total = année de campagne).

Fig. n°16b : Classification hiérarchique de Ward menée sur les deux premiers axes factoriels de l'ACP présentée ci-dessus.

Nous pouvons ensuite logiquement constater que la campagne de juin 2009 qui suit l'accident ayant entraîné une éradication quasi-complète des communautés piscicoles, s'isole en bas du plan et se caractérise par de faibles abondances pour la quasi-totalité des espèces.

Par la suite on voit progressivement réaugmenter l'abondance des différentes espèces entre 2010 et 2011. La campagne de 2011 est marquée par de forte abondance de la plupart des espèces de *Gobiidae*, *Eleotridae* et *Kuhliidae*. Nous pouvons cependant noter que cette campagne s'oppose selon l'axe 2 à celle de 2007. Cette opposition est liée à l'absence des espèces se projetant à droite de cet axe sur l'axe 1. A savoir : *P. attiti*, le genre *Cestraeus*, *A. australis* et *A. megastoma*.

La campagne de juillet 2012 se projette au centre du plan, se rapprochant ainsi des projections des campagnes de 2004 et 2007. Cette représentation graphique apparaît retravailler un retour vers des conditions proches de celles observées avant l'accident.

La classification hiérarchique de Ward confirme les différents ensembles énoncés ci-dessus (cf. Fig.n°16b). Cette classification illustre l'existence de différences entre les années 2004 et 2007 précédents l'accident, qui se positionnent en « outgroup » par rapport aux années suivant ce dernier (2009 à 2012).

L'ACP menée ci-dessus met l'accent sur les variations d'abondance, variations fortement influencées par les perturbations ou par les cycles saisonniers dans le cas des espèces amphidromes (phénomènes de recrutement massif à certaines périodes de l'année), ainsi que dans notre cas par la variabilité climatique interannuelle. Le double centrage de l'AFC en éliminant la notion d'abondance, rend la méthode moins sensible à ces phénomènes et traduit donc le profil de répartition des espèces en fonction des campagnes et du fait de la symétrie inhérente à la méthode, elle traduit également le profil de répartition des campagnes entre les espèces.

Cette analyse révèle la présence de trois grands ensembles. De la gauche vers la droite on distingue (cf. Fig. n°17) :

- un ensemble composé des campagnes pré-accident 2007 et 2004. Ces campagnes sont principalement associées à la présence des espèces *P.attiti*, des 3 espèces d'anguilles rares (*A. megastoma*, *A. australis* et *A. obscura*) et des mulets *L. tade* *C. crenilabis* et *Cestraeus. sps* ;
- un second ensemble à haut à droite du plan regroupant les campagnes 2010, 2011 et 2012. Cet ensemble est associé à l'ensemble des espèces de *Gobiidae* et *Eleotridae*, ainsi qu'aux deux espèces d'anguilles ubiquistes *A. marmorata* et *A. reinhardtii*. La campagne 2012 présente une projection qui tend à se rapprocher de la gauche du plan en direction des campagnes pré-accident.
- un troisième ensemble composé par la campagne 2009 qui s'isole en bas à droite du plan. Elle est associée uniquement aux espèces *K. rupestris* et *S. sarasini*.

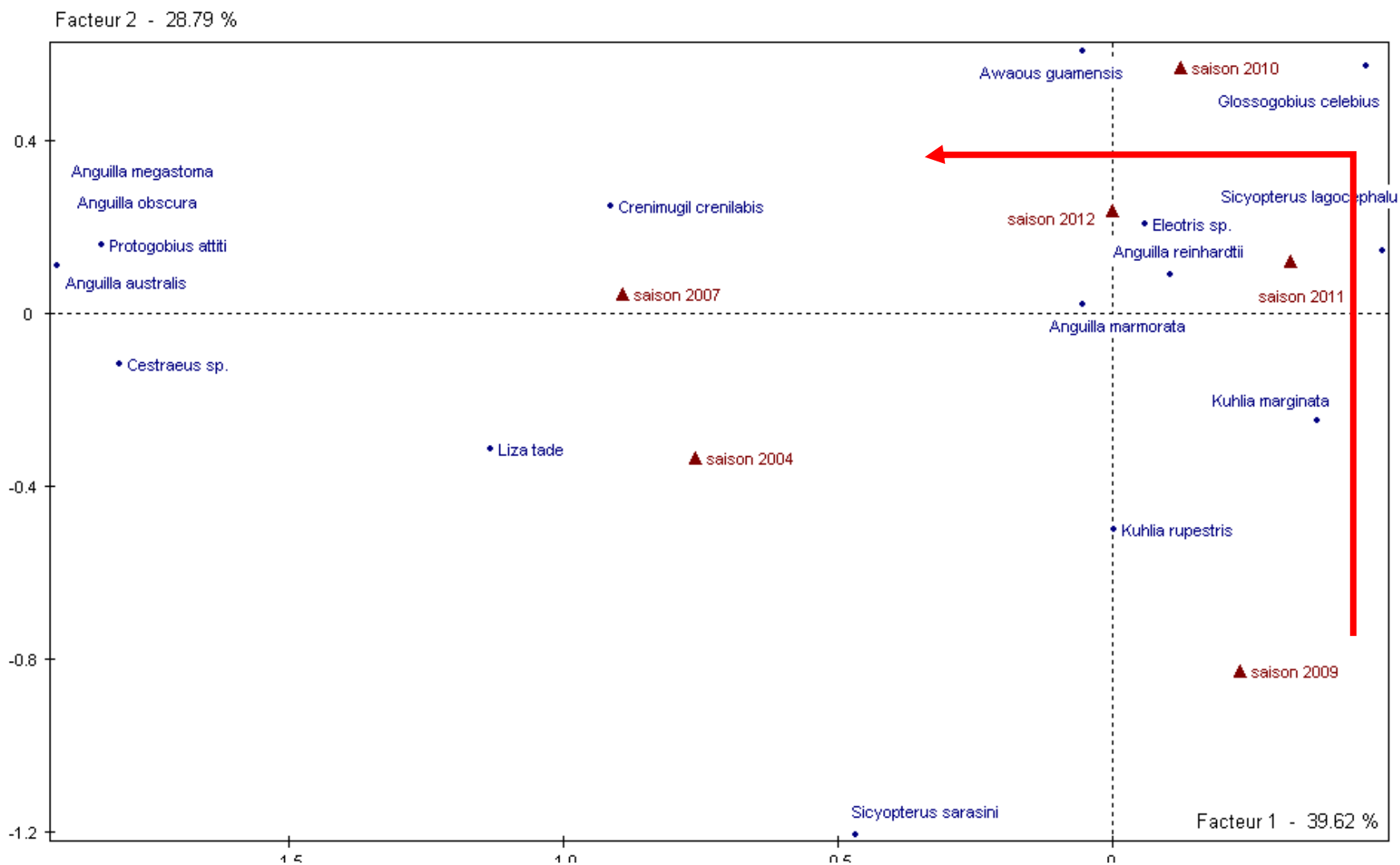


Fig. n°17 : Projection sur le plan défini par les deux premiers axes des résultats de l'AFC menée sur l'ensemble des espèces collectées au droit des stations CBN-10 et CBN-70 lors des campagnes hivernales 2004, 2007, 2009 à 2012 (●Total = année de campagne).

L'évolution temporelle des communautés depuis l'accident de 2009, matérialisée par la flèche rouge sur la figure ci-dessous, révèle une tendance vers un retour à un profil faunistique proche de celui observé avant l'accident. Seules les espèces rares qui tirent ici les campagnes 2004 et 2007 vers la droite sont encore peu ou pas présentes. Notons également que des espèces comme *G. celebius* et *S. lagocephalus* peu ou pas présentes avant l'accident, ont à contrario tendance à tirer les projections des campagnes 2010 à 2012 vers la droite.

En conclusion de ces deux analyses exploratoires, nous pouvons constater aux regards de l'AFC que le profil d'espèce caractérisant la campagne 2012 diffère encore de celui des campagnes 2004 et 2007, mais tend à s'y rapprocher de plus en plus. Certaines espèces encore absentes pour la saison considérée et sont remplacées par des *taxa* apparus suite à l'accident. Notons que parmi les espèces encore absentes, ces dernières ne sont pas caractéristiques des deux campagnes pré-accident. Des espèces comme *P. attiti*, *A. megastoma*, *A. australis* et *A. obscura* caractérisent la campagne 2007, alors que *L. tade* caractérise la campagne de 2004.

En sus des informations amenées par l'AFC, l'ACP révèle l'existence de fortes différences entre les campagnes 2004 et 2007. Outre la présence de quelques espèces non présentes en 2004, ces différences reposent essentiellement sur l'augmentation des abondances de la quasi-totalité des espèces présentes qui laissent supposer la présence d'une altération. De tels enrichissements en poissons ont déjà pu être observés sur le territoire au droit de creek soumis à des enrichissements organiques à l'aval d'installations urbaines (Creek Lucky à Plum, Tchamba,...). Il semblerait donc que l'évolution des communautés piscicoles du creek suggèrent la présence d'une altération organique du creek de la Baie Nord, hypothèse également soutenue par les résultats obtenus à l'aide des invertébrés benthiques (Hytec, 2011 ; Biotop, 2010 et 2012) et des analyses en concentrations de Chlorophylle a (Hytec, 2011), montrant des eaux 30 fois plus concentrées que celles des autres creeks de la région.

En effet, comme nous pouvons le constater à la lecture de la figure n°18 ci-dessous, les densités observées (et donc l'abondance absolue, la surface échantillonnée étant fixe), observées en 2007 pour l'ensemble des espèces présentes en 2004 a été à minima multipliée par 2. Cette augmentation générale des densités peut également expliquer le plus grand nombre d'espèces collectées, la probabilité de capture des *taxa* augmentant avec leur densité.

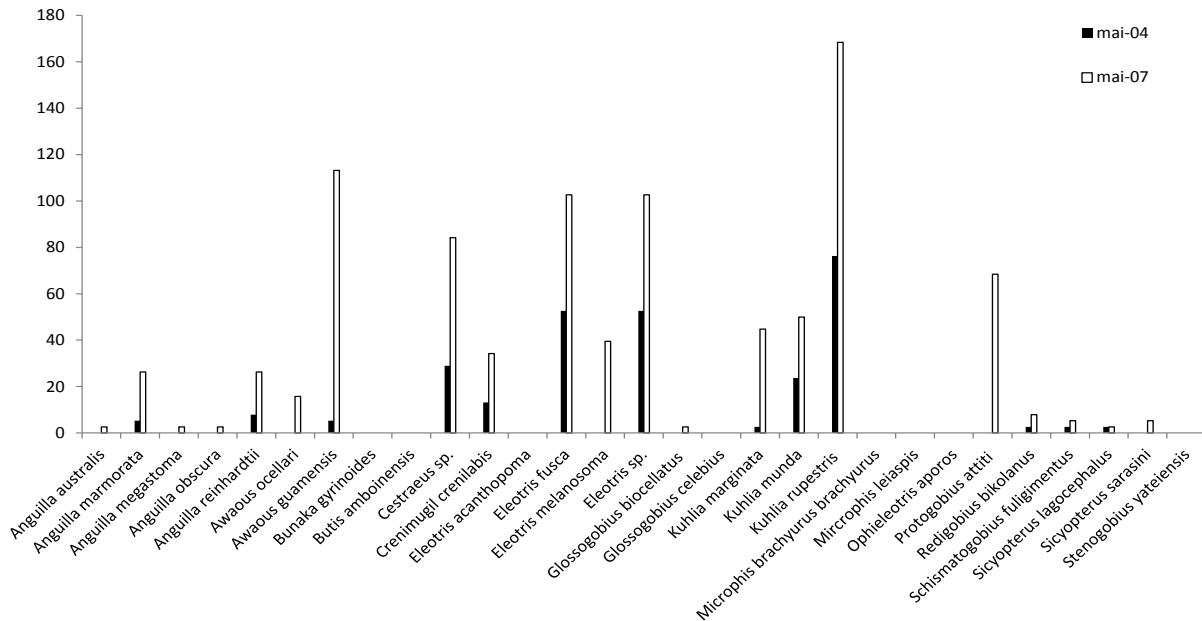


Fig. n°18 : Evolution des densités (ind/ha) des différentes espèces observées au droit des stations CBN-10 et CBN-70 entre 2004 et 2007.

La figure 19 donne un aperçu de l'évolution des densités pour chaque espèce après l'accident de 2009. Il est intéressant de constater que certaines espèces présentent des pics de densités pour les années suivant l'accident. Un premier pic des densités de certaines espèces est enregistré dès la campagne de juin 2009 (*K. marginata*, *K. rupestris*, *R. bikolanus*, *S. Fuligimentus*). En juin 2011 des pics de densités sont également enregistrés pour près de la moitié des espèces (*A. marmorata*, *A. reinhardtii*, *A. gwamensis*, *E. fusca*, *E. melanosoma*, *G. celebius*, *K. marginata*, *K. rupestris*, *M. brachyus*, *M. leleaps*, *S. lagocephalus*). Les densités de ces espèces diminuent l'année suivante en juin 2012.

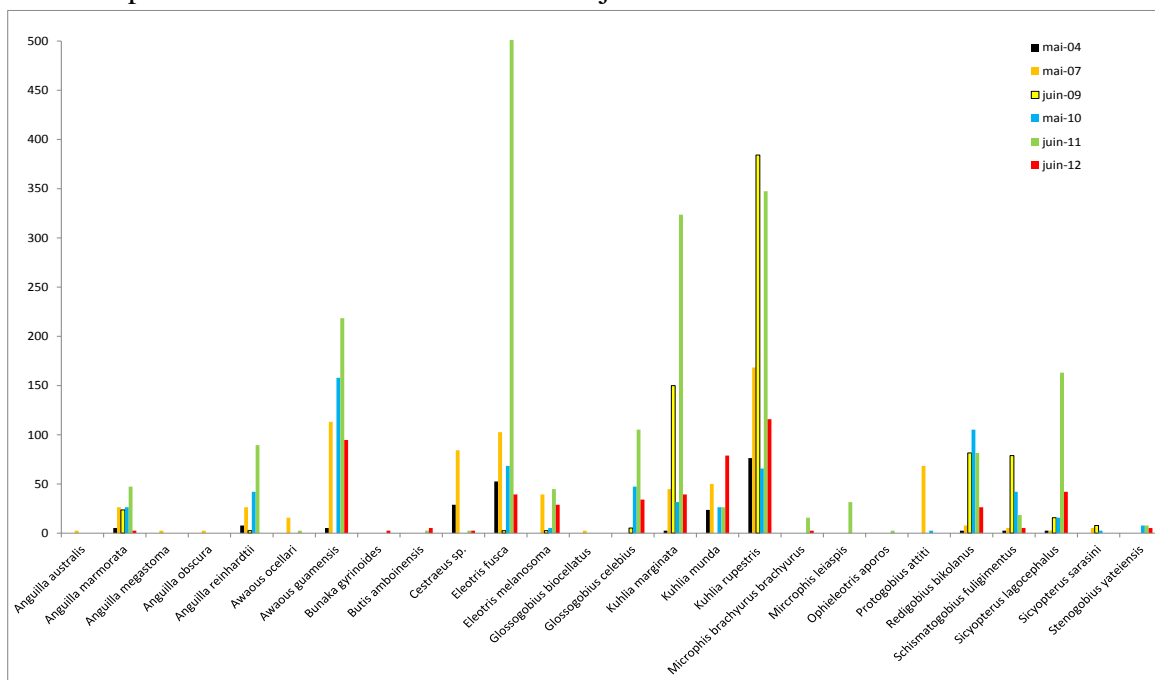


Fig. n°19 : Evolution des densités (ind/ha) des différentes espèces observées au droit des stations CBN-10 et CBN-70 entre 2004 et 2012.

Il faut cependant noter des exceptions à cette tendance générale, avec d'une part le cas des espèces rares observées en 2007 qui n'ont soit pas été retrouvées ensuite, soit observées dans des densités moindres (*P. attiti*), soit observées dans des densités similaires (*S. sarasini*). Enfin, cette analyse confirme ce que nous avons déjà mis en évidence au travers l'interprétation des données du suivi effectué en juillet 2012, à savoir que le genre *Cestraeus*, bien que réapparu au sein du creek suite à l'accident de 2009, présente des densités moindres que celles observées en 2004 et 2007.

Rappelons enfin que les espèces diadromes étudiées ici présentent au cours de leur cycle des périodes de recrutement massif où leur densité augmentent fortement, notamment au droit des stations estuariennes où les juvéniles viennent se regrouper avant d'effectuer la montaison. La présence de ces regroupements massifs dans les jeux de données peut expliquer certaines augmentations importantes de densités observées entre 2009 et 2012, pour certaines espèces.

Afin de caractériser plus en détail le processus de recolonisation du creek et l'origine de ces pics de densité observés, la cinétique de réapparition des principales espèces y vivant a été analysée (cf. Fig. n°20). Il est intéressant de constater en premier lieu que tant pour l'espèce *K. rupestris* que le genre *Eleotris* (la différence entre les deux espèces pour les individus trop jeunes ne peut être faite sur le terrain avec certitude), les premiers individus observés en juin 2009 suite à l'incident appartiennent très majoritairement, voire exclusivement à la cohorte des juvéniles (cf. Fig. n°20). Ceci est toujours le cas 6 mois après l'incident. L'espèce *A. guamensis*, est la seule à présenter de forts effectifs pour les cohortes d'adultes. Ce pattern nous indique donc que la recolonisation du creek s'est principalement amorcée à partir des cohortes de juvéniles en provenance du lagon. Ces juvéniles sont issus de la reproduction qui a eu lieu au printemps précédent (septembre-décembre 2008), suite à laquelle les larves des différentes espèces avaient gagné le lagon pour s'y développer. Ces juvéniles au moment de l'accident se trouvaient encore dans le lagon, hors zone d'influence de la vague acide. Il est intéressant de constater l'absence de juvénile de l'espèce *A. guamensis* dans les prélèvements effectués en juin 2009. Il est possible que ces derniers soient déjà présents au niveau de la station CBN-70 au moment de l'accident et aient donc été décimés. Nous pouvons également observer la présence de quelques individus de taille supérieure pour les espèces *K. rupestris* et *Eleotris sp.* dès juin 2009. Ces individus peuvent provenir des différents affluents du creek Baie Nord non impactés par le passage de la vague. Cette hypothèse peut également expliquer la présence des adultes et subadultes de l'espèce *A. guamensis*, observés en octobre 2009.

Suite au premier recrutement de juin 2009, trois autres recrutements peuvent être observés en 2010, 2011 et 2012 entre janvier et mai/juin. Ces observations sont en adéquation avec les hypothèses existantes à l'heure actuelle sur les cycles biologiques des espèces piscicoles amphidromes et catadromes néo-calédoniennes : une accumulation des juvéniles a lieu lors de la saison des pluies au sein des estuaires où ces derniers se regroupent avant

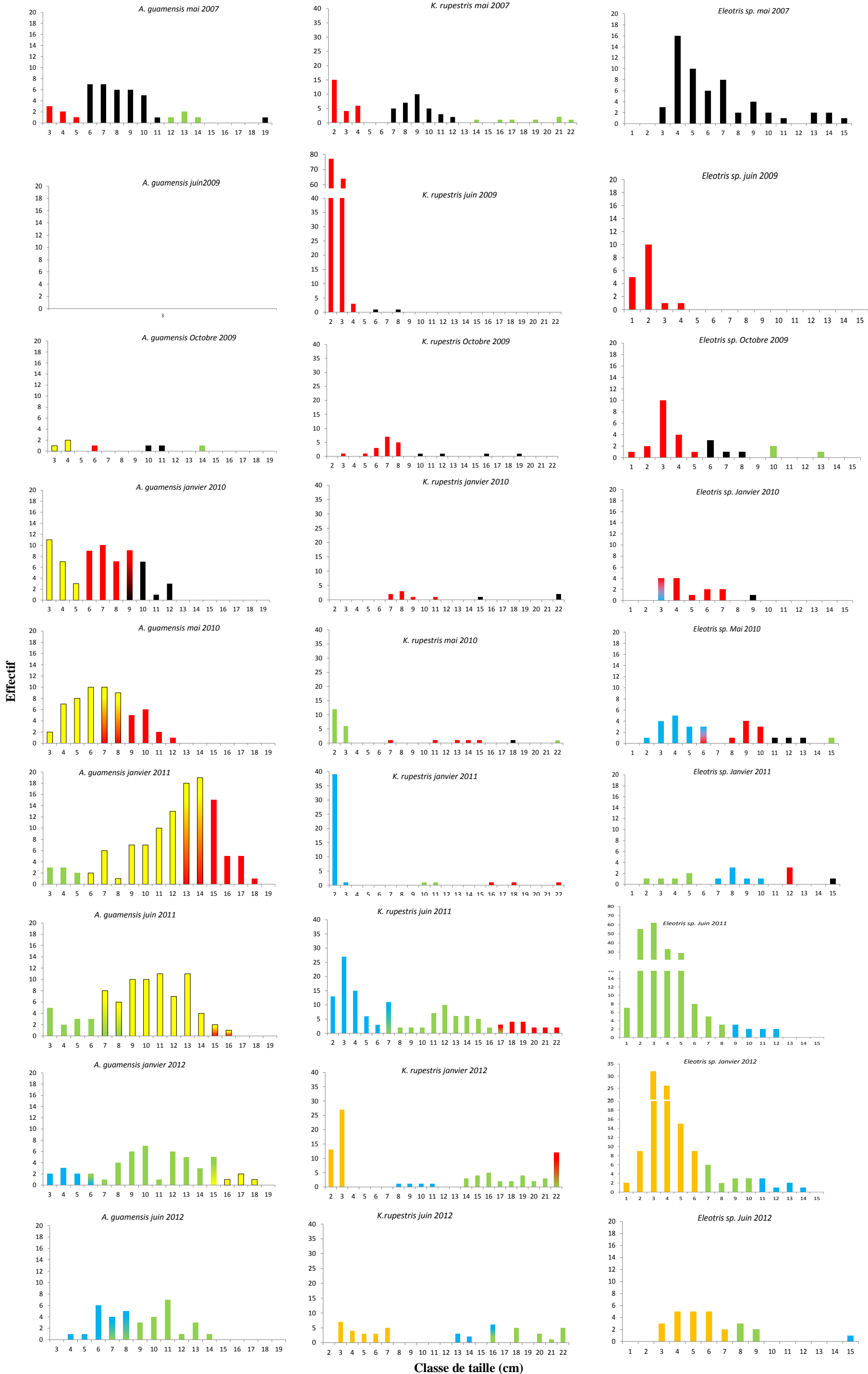
d'entamer la phase de remonté des cours d'eau plus ou moins tôt en période estivale/automnale/hivernale suite à la stabilisation des débits (Marquet *et al.*, 2003).

Nous pouvons constater que suite au recrutement massif observé en juin 2009 pour les espèces *K. rupestris* et *Eleotris sp.*, celui-ci apparaît plus modéré lors de l'épisode 2010 où les juvéniles sont surtout observés en mai. Les épisodes de recrutements suivant (2011 et 2012) présentent quant à eux des ampleurs plus importantes (cf. Fig. n°20). L'espèce *A. guamensis* présente quant à elle un recrutement 2010 supérieur à celui des années suivantes. Rappelons que l'année 2010 a été marquée par l'absence de réelle saison des pluies, ce déficit en eau douce arrivant au droit des zones estuarienne pourrait être une des explications à l'origine de ce pattern de recrutement particulier observé lors de cette période. En effet aux regards des connaissances actuelles il apparaît que ce serait l'appel d'eau douce se produisant en saison des pluies qui attirerait les juvéniles au sein des estuaires. Le déficit en eau douce lié à l'absence des pluies en 2010 peut expliquer le faible recrutement observé pour certaines espèces. A contrario l'absence de certaines espèces, en amenuisant les compétitions interspécifiques, peut avantager les espèces moins dépendantes de cet appel d'eau douce. Ici encore le manque de connaissances actuel rend délicat l'interprétation.

Suite à ces différents recrutements, nous pouvons observer petit à petit la mise en place et le consolidation des cohortes de subadultes et adultes. Ce consolidation se fait de façon plus ou moins rapide en fonction des espèces. En effet, nous pouvons voir que pour *A. guamensis*, le recrutement de 2010 ayant été abondant, des cohortes abondantes de subadultes et adultes sont observées dès janvier 2011. Pour *K. rupestris* et le genre *Eleotris*, le déficit observé dans le recrutement de 2010 a entraîné un retard dans le consolidation des cohortes de subadultes et adultes. Ce dernier n'est en effet visible qu'à partir de juin 2011. Notons que ces cohortes ont également pu être confortées par l'arrivée de subadultes et adultes provenant de bassins voisins.

Il est intéressant de revenir sur l'évolution des communautés de l'espèce *A. guamensis* entre l'accident et 2012. En effet, nous pouvons constater qu'à partir de janvier 2010, celle-ci présente une rapide évolution des effectifs des différentes cohortes qui atteignent en janvier 2011 des abondances deux fois supérieures à celles observées en 2007. Suite à ce pic, une diminution des effectifs est observée parallèlement à l'augmentation des effectifs des différentes cohortes des autres espèces dominantes, ces effectifs étant en juin 2012 à un niveau similaire à ceux observés en mai 2007. Cette espèce présente un pattern typique des espèces pionnières : une phase d'expansion rapide et importante, qui tend à diminuer avec le temps suite à l'arrivée des espèces secondaires et la mise en place des relations de compétition.

Fig. n°20 : Evolution des classes de tailles des différentes espèces suffisamment représentées au droit des stations CBN-10 et CBN-70 en mai 2007 et lors des différents inventaires effectués suite à l'accident d'avril 2009 (entre juin 2009 et juillet 2012).



Classe de taille (cm)

In fine, il apparaît au regard de la cinétique de colonisation particulière de chacune des espèces dominantes de l'ichthyocoénose du creek de la Baie Nord, que progressivement la structuration des communautés de ces espèces évolue vers celle observée en 2007 au droit des mêmes sites. Les espèces pionnières qui sont très rapidement revenues au sein du creek et qui, du fait de l'absence ou faible représentation des autres espèces, ont présenté un fort degré d'expansion, voient leur effectif diminuer suite à l'expansion des autres espèces, l'équilibre pré-incident des communautés se remettant alors en place.

4 CONCLUSION

En conclusion de cette étude menée sur les communautés piscicoles du creek de la Baie Nord, il apparaît que 3 ans après l'accident survenu sur le site de Vale-NC ayant entraîné la destruction totale de l'ichthyocoénose du bras principal du creek, un certain degré de recolonisation est observé. Toutefois aux regards de notre analyse des différences apparaissent entre les communautés observées avant l'accident et celles inventoriées lors de cette étude. Devant le manque de connaissance actuel sur les ichthyocoénoses calédoniennes, mais également du fait de certaines limites rencontrées dans le jeu de données existant, il s'avère néanmoins difficile de conclure avec certitude sur la signification exacte de ces différences et leur lien avec l'accident de 2009. En effet si notre analyse a révélé :

- la présence de 22 espèces différentes soit un taux de perte des communautés en 2012 de 18% aux regards du nombre d'espèces maximal estimé au travers l'agglomération de l'ensemble des relevés faunistiques effectués avant l'accident ;
- l'observation au moins à une reprise de l'ensemble des espèces présentes au sein de ce creek avant l'accident durant les 3 années qui ont suivi celui-ci, exception faite d'*A. megastoma* ;
- la recolonisation de l'ensemble des tronçons composant le linéaire fluvial ;
- la présence de communautés en juin-juillet 2012 globalement dominées par les mêmes espèces qu'avant avril 2009 : les espèces ubiquistes *A. guamensis*, *K. rupestris* et *E. fusca* ;
- la présence de l'ensemble des cohortes pour les principales espèces en 2012 ;

Elle a aussi mis en avant l'existence de différences permettant de s'interroger sur la remédiation complète des communautés 3 ans après l'accident :

- l'absence en 2012 des espèces rares observées ponctuellement avant l'accident ;
- des différences d'abondances qui pour certaines espèces se traduisent par un déclin (*Cestreaus sp.*), et pour d'autres par une augmentation (*Gobbidae*, *Eleotridae* et *Kuhliidae*) ;

Elle a enfin mis en lumière l'existence de facteurs confondants et de certaines limites du jeu de données compliquant l'interprétation des résultats :

- l'analyse des profils d'abondance des différentes espèces caractérisant chaque campagne a révélé la présence d'une perturbation des communautés antérieure à l'accident et dont l'origine et la stabilité dans le temps n'est pas connue ; son influence potentielle sur l'abondance des différentes espèces et les remplacements observés dans le temps pouvant être à l'origine des écarts identifiés entre notre inventaire et le jeu de données pré-accident ;
- le caractère aléatoire de la présence de certaines espèces dans le jeu de donnée pré-accident, qui rend difficile l'interprétation de leur absence en 2012 ;
- l'existence de fluctuations climatiques et notamment pluviométriques inter-annuelles pouvant influencer la présence et/ou l'abondance de certaines espèces ;
- un jeu de données pré-accident présentant une certaine hétérogénéité minimisant fortement le volume de données utilisables.

Au final il apparaît donc difficile de conclure sur l'état exact de remédiation des communautés 3 ans après l'accident et sur le réel impact de ce dernier sur les communautés actuelles. Bien que le modèle stochastique régissant les écosystèmes dulçaquicoles tropicaux insulaires est apparu comme un des principaux moteurs ayant facilité le retour des communautés piscicoles suite à l'accident, il est toutefois difficile de dire à ce jour si les différences observées entre les communautés inventoriées ici et celles présentes avant l'accident traduisent la persistance d'effets liés à celui-ci ou bien résultent de l'effet de facteurs confondants naturels ou anthropiques (perturbations).

Il apparaît donc primordial de continuer à capitaliser des connaissances de base sur l'écologie de ces espèces, dont rappelons le, certaines sont aujourd'hui en danger d'extinction selon la dernière parution de la liste rouge IUCN, afin d'être en mesure d'apporter des solutions de conservation avérées et robustes aux différents gestionnaires, mais également afin de fournir des bases d'interprétations solides des résultats de suivi acquis par les différents industriels et gestionnaires de réseaux de suivi piscicoles. Plus spécifiquement dans le cas du creek de la Baie Nord, il serait opportun de maintenir un suivi annuel afin de vérifier les tendances observées et d'étendre ce suivi à un cours d'eau de référence telles les rivières des Kaori ou du Carénage.

Enfin en termes de conservation de la biodiversité piscicole calédonienne, soulignons l'importance potentielle de la conservation de « réservoirs biologiques » (bassin versant exempt d'impact) à proximité plus ou moins immédiate des zones où un risque anthropique est identifié.

5 BIBLIOGRAPHIE

- Asconit Consultants & Biotop Environnement, 2011. Définitions des HydroEcoRégions de Nouvelle-Calédonie dans le cadre des conseils de l'eau. Rapport du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie (Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales) et de la Province Sud (Direction de l'Environnement de la Province Sud). 40 pp.
- Bacchi M., 2000. Structure et dynamique des peuplements macrobenthiques en Loire. Impact des facteurs hydrologiques et sédimentaires. Thèse Universitaire. Université François Rabelais, Tours : 261p.
- Beauger A., 2008. Impact de la capture d'un chenal fluvial par une ancienne gravière sur la distribution des macroinvertébrés benthiques dans trois seuils successifs. *Revue des sciences de l'eau*, 21 (1) : 87-98 pp.
- Biotop Environnement, 2010. Suivi du fonctionnement physico-chimique et biologique du creek de la Baie Nord (2000-2009) : Synthèse : 104 pp.
- Cooper, 1997. Quantifying spatial heterogeneity in streams. *Journal of North Benthological Society*, 16 : 174-188 pp.
- Cosandey C., Bigot S., Dacharry M., Gilles I., Laganian R. et Salvador P.G., 2003. Les eaux courantes. Belin (Eds) : 240 p.
- Crosa G. & Buffagni A., 2002. Spatial and temporal niche overlap of two mayflies species (Ephemeroptera) : the role of substratum roughness and body size. *Hydrobiologia*, 474 : 107-115 pp.
- Cumins K.W. & Lauff G.H., 1969. The influence of substratum particular size on the distribution of stream macrobenthos. *Hydrobiologia*, 34 : 145-181 pp.
- Evans, J.W. & Noble R.L., 1979. The longitudinal distribution of fishes in an east Texas stream. *Amer. Midl. Nat.* 101: 333-334
- Hastings A., 1990. Spatial heterogeneity and an ecological model. *Ecology*, 71 : 426-428 pp.
- Huet M., 1949. Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. *Revue suisse d'Hydrobiologie*, 11 (3-4), 332-351 pp.
- Ivol-Rigaut J.M., 1998. Hydro-écorégion et variabilité des communautés de macrobenthos sur le bassin de la Loire. Essai de typologie régionale et référentiel faunistique. Thèse Universitaire. Université Claude Bernard Lyon 1. 271 p.
- Jaccard P., 1912. The distribution of the flora in the alpine zone. *New Phytologist* 11(2):37-50.
- Jenkins, R. E. and Freeman C.A., 1972. Longitudinal distribution and habitat of the fishes of Mason Creek, an Upper Roanoke River drainage tributary, Virginia. *Virginia J. Sci.* 23:194-202.

- Keith P., Segura J., Lim P. et Busson F., 2003. Etude des espèces dulçaquicoles (Poissons et Crustacés décapodes) des cours d'eau pérennes du massif Panié-Colnett-Ignambi-Mandjelà (Province Nord, Nouvelle-Calédonie). Rapport Province Nord : 19 p.
- Li H. & Reynolds J.F., 1995. One definition and quantification of heterogeneity. *Oikos*, 73 : 280-284 pp.
- Malavoi J.R., 1989. Typologie des faciès d'écoulement ou unités morphodynamiques des cours d'eau à haute énergie. *Bulletin français de la pêche et de la pisciculture*, 315 : 189-210 pp.
- Malavoi J.R. & Souchon Y., 2002. Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 365/366 : 357-362 pp.
- Malmqvist B., Zhang Y. et Adler P.H., 1999. Diversity, distribution and larval habitats of North Swedish Blackflies (Diptera : Simuliidae). *Freshwater biology*, 42 : 301-314 pp.
- Marquet G., Keith P. et Vigneux E., 2003. *Atlas des poissons et crustacés d'eau douce de la Nouvelle-Calédonie. Patrimoines naturels*, MNHN, 58 : 1-282.
- Minshall G.W. & Minshall J.N., 1977. Microdistribution of benthic invertebrates in a rocky mountain (U.S.A.) stream. *Hydrobiologia*, 55 : 231-249 pp.
- Padmore C.L., 1998. The role of physical biotopes in determining the conservation status and flow requirements of British rivers. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 1 : 25-35 pp.
- Padmore C.L., Newson M.D. et Charlton M.E., 1998. Instream habitat in gravel-bed rivers : identification and characterization of biotopes. In Kingeman P.C. et al., *Gravel-bed rivers in the environment*, Water Resources Publications, Englewood, Colorado, 345-364 pp.
- Parham J.E., Higashi G.R., Lapp E.K, Kuamo'o D.G.K., Nishimoto R.T., Hau S., Fitzsimons J.M., Polhemus D.A., Devick W.S. 2008. Atlas of Hawaiian watershed and their resources. State of Hawai'i, Department of land and natural resources. Division of aquatic resources. 4 500 pp.
- Rahel F.J. & Hubert W.A., 1991. Fish assemblages and habitat gradients in a rocky mountain-great plains stream : Biotic zonation and additive patterns of community change. *Transactions of the American fisheries society*, 120 : 319-332pp.
- Rosgen D., 1996. Applied river morphology. *Wildland Hydrologia*, Pagosa Spring, Colorado.
- Schlosser I.J., 1987. A conceptual framework for fish communities in small warmwater stream. Pp 17-24. In : *Community and Evolutionary Ecology of North American Stream Fishes*. Eds W.J. Matthews and D.C. Heins, University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma.
- Shannon, C. E., and W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana.
- Sheldon, A. L. 1968. Species diversity and longitudinal succession in stream fishes. *Ecology* 49: 193-198.

Statzner B. & Higler B., 1986. Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. *Freshwater Biology*, 16 : 127-139.

Thuesen P.A., Ebner B.C., Larson H., Keith P., Silcock R.M., Prince J. et Russel D.J., 2011. Amphidromy Links a Newly Documented Fish Community of Continental Australian Streams, to Oceanic Islands of the West Pacific. *PLoS ONE* 6(10): e26685. doi:10.1371/journal.pone.0026685

Varnote R-B., Minshall. G-W., Cummins K-W., Sedell J-R., Cushin C-E. (1980). «The river continuum concept.» *Fish. Aquat. Sci.* 37: 130 - 137.

Vernaux J., 1973. Cours d'eau de Franche-Comté (Massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs - Essai de biotypologie -.Thèse d'état. Univ.Franche-Comté, Besançon, 257 p.

6 RÉSUMÉ

Le 1^{er} avril 2009, suite à une défaillance d'un des joints de l'unité de production d'acide sulfurique du site industriel de Vale-NC, une fuite de produit chimique est survenue, causant une pollution aigüe de l'ensemble du linéaire du creek de la Baie Nord localisé en aval du site. Cette pollution avait entraîné la mort d'un grand nombre des poissons présents au sein du bras principal du creek de la Baie Nord. C'est en effet plus de 2 000 poissons morts, dont certains appartenant à des espèces patrimoniales, qui avaient été collectés dans les jours suivant l'incident.

Trois ans après cette perte massive de biodiversité, l'Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie a mandaté un inventaire des communautés de poissons du creek de la Baie Nord afin de contrôler l'état de la biodiversité piscicole du creek. Cet inventaire couplé à l'analyse des données de suivi pré et post incident collectées par l'industriel, a mis en lumière un certain degré de recolonisation du creek 3 ans après l'accident, mais a également révélé des différences dont l'interprétation demeure difficile en l'état actuel des connaissances.

Nos observations réalisées sur 6 stations durant la campagne (juin-juillet 2012) ont révélé les points suivants:

- Un total de 573 poissons appartenant à 22 espèces de poissons ont été collectés sur l'ensemble du linéaire échantillonné ;
- Les espèces ubiquistes *A. guamensis*, *K. rupestris* et *E. fusca* dominent à nouveau les communautés dans des abondances proches de celles observées avant l'incident ; Leurs populations sont composées de leurs différentes cohortes 3 ans après l'accident.
- Pour les 2 stations amont et aval (CBN 70 et CBN 10), la richesse taxonomique observée lors de notre inventaire est voisine de la richesse maximale estimée sur ces mêmes stations pour la période pré-accident ;
- 8 espèces de poissons amphidromes détectées dans les suivis pré-accident n'ont pas été collectées durant la campagne. Parmi elles 2 sont protégées et considérées en danger d'extinction par l'UICN ;
- 4 espèces de poissons qui n'étaient pas détectées dans les suivis pré-accident ont été détectées. Une de ces espèces est protégée par le code de l'environnement de la province Sud ;

- Certaines espèces présentent des abondances moindres qu'en période pré-accident (*Cestraeus* sp.). D'autres, à l'inverse présentes des abondances plus importantes (Gobiidae, Eleotridae et Kuhliidae) ;
- L'analyse de l'ensemble des données post-accident incluant les campagnes de l'industriel révèlent que la plupart des espèces présentes dans le creek avant l'incident ont été observées à au moins une reprise par la suite, à l'exception faite de *A. megastoma* pour les espèces amphidromes ;

Toutefois, les comparaisons pré et post-accident demeurent délicates dans la mesure où de fortes fluctuations des communautés ichthyologiques avaient déjà été observées avant l'accident, fluctuations liées probablement à des perturbations d'origine organique. Par ailleurs, le jeu de données pré-accident très hétérogène minimise fortement le volume de données disponibles pour les analyses comparatives et la portée des interprétations qui peuvent en être faites.

Au final il apparaît donc difficile de conclure sur l'état exact de remédiation des communautés 3 ans après l'accident et de dire si les différences observées entre les communautés inventoriées ici et celles présentes avant l'accident, traduisent la persistance d'une perturbation ou bien résultent de l'effet de facteurs naturels ou anthropiques.

Il apparaît donc primordial de continuer à capitaliser des connaissances de base sur l'écologie de ces espèces et de maintenir un suivi annuel afin de vérifier les tendances observées.

7 ANNEXES

Annexes 1 : Relevés stations

Station: CBN-01		Date: 21/06/2012				
Renseignements généraux						
Code de la station:	CBN-01	Pk aval (km):				
Réseau d'appartenance:	BNOR	Abscisse (RGNC-91):	492 903			
Nom du cours d'eau:	Baie Nord	Ordonnée (RGNC-91):	207 619			
Affluent de:	-	Altitude (m):	120			
Commune:	Mont-Dore	Distance à la source (km):	3			
Lieu-dit:	-	Distance à la mer (km):	3,5			
Longueur de la station:	100	Faciès :	Riffle-Pool			
Interventions humaines						
station canalisée (O/N): N		Station naviguée (O/N): N		Sports nautiques (O/N): N		
Interventions sur Lit/Rives			Interventions sur hydrologie			
Curage (O/N):	N	Secteur à débit réservé (O/N):	N			
Faucardage:	N	Secteur soumis à éclusée (O/N):	N			
Modif. Morphologie (O/N):	N	Soutien d'étiage (O/N):	N			
Extraction de granulats (O/N):	N	Prélèvement d'eau (O/N):	N			
Déboisement total (O/N):	N	Restitution d'eau (O/N):	N			
Entretien équilibré (O/N):	N	Observations: RAS				
Observations: Présence d'algues						
Interventions sur qualité de l'eau						
Altération de la qualité de l'eau (O/N): O						
Observations:						
Interventions sur peuplement						
Intrusion de poissons étrangers (plan d'eau, pisciculture,...) (O/N): N						
Observations:						
Description de la station						
Type d'écoulement	Importance relative en %	Profondeur moyenne (m)	Granulométrie (1)		Type de colmatage (2)	végétation aquatique (3)
			Dominante	Accessoire		
Courant	60%	0,2	6 et 5	7	4	
Plats	5%	0,1	5	3	4 et 5	2 et 3
Profonds	35%	0,8	3	5	4	8
(1) granulométrie		(2) colmatage		(3) végétation aquatique		
0: Inconnue	4: Gravier	0: Inconnu	4: sédiments fins	0: Inconnu	4: Bryophytes	8: Aucune
1: Argiles	5: Galets	1: Aucun	5: biologique	1: Bactéries - champignons	5: Phanérogames immergés	
2: Limons	6: Blocs	2: Sable	6: débris végétaux	2: Microphytes	6: Phanérogames à feuilles flottantes	

3: Sables	7: Roche mère	3: Vase	7: autres	3: algues filamenteuses	7: Hélophytes
Qualité de l'habitat				Observations générales à la station:	
Sinuosité (4): 2					
Ombrage (5): 3					
Type d'abris (6)	Trou/fosse	3			
	Sous-berge	2			
	Abris rocheux	4			
	Embâcle	2			
	Végétation aquatique	1			
	végétation de bordure	2			
(4) Sinuosité		(5) Ombrage		(6) Type d'abris (importance)	
0: Non renseignée		0: Non renseigné		0: Non renseigné	
1: Cours d'eau rectiligne		1: Rivière dégagée		1: Nul	
2: Cours d'eau sinueux		2: Rivière assez dégagée		2: Faible	
3: Cours d'eau très sinueux		3: Rivière assez couverte		3: Moyen	
4: Cours d'eau méandriformes		4: Rivière couverte		4: Important	
				5: Indéterminable	

Renseignements concernant la pêche			
Directeur: YD	Heure du début de la pêche: 08h30		
Date: 21/06/2012	Type d'inventaire: 1		0: inconnu
Nombre de passage: 1			1: Inventaire avec retrait
Espèces cibles: 1	0: inconnu	2: une	2: Inventaire avec marquage
	1: toutes	3: Plusieurs	
Hydrologie		Matériel	
T°C de l'eau: 24	Matériel: 3		
Conductivité: 141			
pH: 8,3	0: Non renseigné		
Conditions hydrologiques: 2	1: Epme		
	2: Héron		
	3: Martin-pêcheur		
	4: Autre		
	0: Inconnue	Tension (V):	250
	1: Basses eaux	Fréquence (Hz)	400
	2: Eaux moyennes		
	3: Hautes eaux		
Tendance du débit: 3	0: Inconnue	Nombre d'anode:	1
	1: Augmentation	Nombre d'épuisettes:	2
	2: Diminution	Maille de l'épuisette:	10 mm
	3: stable		
Turbidité: 1	0: Inconnue		
(fines de latérite remises facilement en suspension)	1: Nulle		
	2: Faible		

		3: Appréciable	
Description de la station			
Longueur de la station:	100 m	0: inconnu	4: Filet
Largeur moyenne du lit mineur:	5 m	1: Pas d'isolement	5: barrage électrique
isolement du secteur de pêche:	1	2: Seuil partiellement franchissable	6: Autres
		3: obstacle infranchissable	

Prospection		0: Non renseignée	Si prospection par EPA: Nbre de points représentatifs: Nbre de points complémentaires: Et remplir la case prospection EPA ci-dessous
Mode de prospection:	1	1: A pied 2: en bateau 3: Mixte	
Méthode de prospection:	1		Temps de pêche: Passage 1: Passage 2: Passage 3: Passage 4:
0: non renseigné 1: complète 2: Partielle sur toute la largeur 3: Partielle sur berges 4: Partielle sur faciès 5: Stratifiée par ambiance 6: Stratifiée par EPA 7: Stratifiée par traits 8: Stratifiée par placette 9: autres			

Prospection EPA		
Nombre de Points:	Représentatifs	Complémentaires
En faciès courant (rapide/radier):		
En faciès Plat:		
En faciès Profond:		
dans des annexes:		
en berge:		
dans le chenal:		
sans poisson:		
Observations sur les points complémentaires		
Indiquez notamment le nombre de points d'habitats spécifiques (ex: 1 confluence, 2 herbiers, 1 embâcle)		

Station: CBN-10		Date: 18/06/2012				
Renseignements généraux						
Code de la station:	CBN-10	Pk aval (km):				
Réseau d'appartenance:	BNOR	Abscisse (RGNC-91):	491935			
Nom du cours d'eau:	Baie Nord	Ordonnée (RGNC-91):	207388			
Affluent de:	-	Altitude (m):	20			
Commune:	Mont-Dore	Distance à la source (km):	4			
Lieu-dit:	-	Distance à la mer (km):	2			
Longueur de la station:	100	Faciès:	Step-pool			
Interventions humaines						
station canalisée (O/N): N		Station naviguée (O/N): N		Sports nautiques (O/N): N		
Interventions sur Lit/Rives			Interventions sur hydrologie			
Curage (O/N):	N	Secteur à débit réservé (O/N):	N			
Faucardage:	N	Secteur soumis à écluse (O/N):	N			
Modif. Morphologie (O/N):	N	Soutien d'étiage (O/N):	N			
Extraction de granulats (O/N):	N	Prélèvement d'eau (O/N):	N			
Déboisement total (O/N):	N	Restitution d'eau (O/N):	N			
Entretien équilibré (O/N):	N	Observations: RAS				
Observations: Présence d'algues vertes			Interventions sur qualité de l'eau			
			Altération de la qualité de l'eau (O/N): O			
			Observations:			
Interventions sur peuplement						
Intrusion de poissons étrangers (plan d'eau, pisciculture,...) (O/N):				N		
Observations:						
Description de la station						
Type d'écoulement	Importance relative en %	Profondeur moyenne (m)	Granulométrie (1)		Type de colmatage (2)	végétation aquatique (3)
			Dominante	Accessoire		
Courant	60%	0,2	7	6	5	2 et 3
Plats	5%	0,6	7	5	4 et 5	2 et 3
Profonds	35%	1,2	7	2	4 et 5	2 et 3
(1) granulométrie		(2) colmatage		(3) végétation aquatique		
0: Inconnue	4: Gravier	0: Inconnu	4: sédiments fins	0: Inconnu	4: Bryophytes	8: Aucune
1: Argiles	5: Galets	1: Aucun	5: biologique	1: Bactéries - champignons	5: Phanérogames immergés	
2: Limons	6: Blocs	2: Sable	6: débris végétaux	2: Microphytes	6: Phanérogames à feuilles flottantes	
3: Sables	7: Roche mère	3: Vase	7: autres	3: algues filamenteuses	7: Hélophytes	

Qualité de l'habitat			Observations générales à la station:	
Sinuosité (4): 2 Ombrage (5): 1				
Type d'abris (6)	Trou/fosse	4		
	Sous-berge	3		
	Abris rocheux	4		
	Embâcle	1		
	Végétation aquatique végétation de bordure	1 1		
(4) Sinuosité 0: Non renseignée 1: Cours d'eau rectiligne 2: Cours d'eau sinueux 3: Cours d'eau très sinueux 4: Cours d'eau méandriformes	(5) Ombrage 0: Non renseigné 1: Rivière dégagée 2: Rivière assez dégagée 3: Rivière assez couverte 4: Rivière couverte		(6) Type d'abris (importance) 0: Non renseigné 1: Nul 2: Faible 3: Moyen 4: Important 5: Indéterminable	
Renseignements concernant la pêche				
Directeur: YD		Heure du début de la pêche: 08h30		
Date: 21/06/2012		Type d'inventaire: 1		0: inconnu 1: Inventaire avec retrait 2: Inventaire avec marquage
Nombre de passage: 1				
Espèces cibles: 1		0: inconnu 2: une 1: toutes 3: Plusieurs		
Hydrologie		Matériel		
T°C de l'eau: 23,5 Conductivité: 141 pH: 8,5		Matériel: 3 0: Non renseigné 1: Epme 2: Héron 3: Martin-pêcheur 4: Autre		
Conditions hydrologiques: 2		0: Inconnue 1: Basses eaux 2: Eaux moyennes 3: Hautes eaux	Tension (V): 250 Fréquence (Hz): 400	
Tendance du débit: 3		0: Inconnue 1: Augmentation 2: Diminution 3: stable	Nombre d'anode: 1 Nombre d'épuisettes: 2 Maille de l'épuisette: 10 mm	
Turbidité: 1		0: Inconnue 1: Nulle 2: Faible 3: Appréciable		
Description de la station				
Longueur de la station: 100 m		0: inconnu 4: Filet		
Largeur moyenne du lit mineur: 8 m		1: Pas d'isolement 5: barrage électrique		

isolement du secteur de pêche: 1	2: Seuil partiellement franchissable 3: obstacle infranchissable	6: Autres
---	---	-----------

Prospection		0: Non renseignée	Si prospection par EPA: Nbre de points représentatifs: Nbre de points complémentaires: Et remplir la case prospection EPA ci-dessous
Mode de prospection: 1		1: A pied 2: en bateau 3: Mixte	
Méthode de prospection: 1			
0: non renseigné 1: complète 2: Partielle sur toute la largeur 3: Partielle sur berges 4: Partielle sur faciès 5: Stratifiée par ambiance 6: Stratifiée par EPA 7: Stratifiée par traits 8: Stratifiée par placette 9: autres			Temps de pêche: Passage 1: Passage 2: Passage 3: Passage 4:
			1: En min 2: En 1/100 Heure 3: inconnu

Prospection EPA		
Nombre de Points:	Représentatifs	Complémentaires
En faciès courant (rapide/radier):		
En faciès Plat:		
En faciès Profond:		
dans des annexes:		
en berge:		
dans le chenal:		
sans poisson:		
Observations sur les points complémentaires		
Indiquez notamment le nombre de points d'habitats spécifiques (ex: 1 confluence, 2 herbiers, 1 embâcle)		

Station: CBN-30		Date: 15/06/2012				
Renseignements généraux						
Code de la station:	CBN-30	Pk aval (km):				
Réseau d'appartenance:	BNOR	Abscisse (RGNC-91):	491 516			
Nom du cours d'eau:	Baie Nord	Ordonnée (RGNC-91):	207 489			
Affluent de:	-	Altitude (m):	20			
Commune:	Mont-Dore	Distance à la source (km):	5			
Lieu-dit:	-	Distance à la mer (km):	1,25			
Longueur de la station:	100	Faciès:	Step-pool			
Interventions humaines						
station canalisée (O/N): N		Station naviguée (O/N): N		Sports nautiques (O/N): N		
Interventions sur Lit/Rives			Interventions sur hydrologie			
Curage (O/N):	N	Secteur à débit réservé (O/N):	N			
Faucardage:	N	Secteur soumis à écluse (O/N):	N			
Modif. Morphologie (O/N):	N	Soutien d'étiage (O/N):	N			
Extraction de granulats (O/N):	N	Prélèvement d'eau (O/N):	N			
Déboisement total (O/N):	N	Restitution d'eau (O/N):	N			
Entretien équilibré (O/N):	N	Observations: RAS				
Observations: Présence d'algues vertes			Interventions sur qualité de l'eau			
			Altération de la qualité de l'eau (O/N): O			
			Observations:			
Interventions sur peuplement						
Intrusion de poissons étrangers (plan d'eau, pisciculture,...) (O/N):				N		
Observations:						
Description de la station						
Type d'écoulement	Importance relative en %	Profondeur moyenne (m)	Granulométrie (1)		Type de colmatage (2)	végétation aquatique (3)
			Dominante	Accessoire		
Courant	40%	0,2	6	5	5	2 et 3
Plats	50%	0,6	5	6	4 et 5	2 et 3
Profonds	10%	1,2	2	5	4 et 5	2 et 3
(1) granulométrie		(2) colmatage		(3) végétation aquatique		
0: Inconnue	4: Gravier	0: Inconnu	4: sédiments fins	0: Inconnu	4: Bryophytes	8: Aucune
1: Argiles	5: Galets	1: Aucun	5: biologique	1: Bactéries - champignons	5: Phanérogames immergés	
2: Limons	6: Blocs	2: Sable	6: débris végétaux	2: Microphytes	6: Phanérogames à feuilles flottantes	
3: Sables	7: Roche mère	3: Vase	7: autres	3: algues filamenteuses	7: Hélophytes	

Qualité de l'habitat			Observations générales à la station:																				
Sinuosité (4): 2 Ombrage (5): 1																							
Type d'abris (6)	Trou/fosse	2																					
	Sous-berge	3																					
	Abris rocheux	4																					
	Embâcle	2																					
	Végétation aquatique végétation de bordure	1 1																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>(4) Sinuosité</th> <th>(5) Ombrage</th> <th>(6) Type d'abris (importance)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0: Non renseignée</td> <td>0: Non renseigné</td> <td>0: Non renseigné</td> </tr> <tr> <td>1: Cours d'eau rectiligne</td> <td>1: Rivière dégagée</td> <td>1: Nul</td> </tr> <tr> <td>2: Cours d'eau sinueux</td> <td>2: Rivière assez dégagée</td> <td>2: Faible</td> </tr> <tr> <td>3: Cours d'eau très sinueux</td> <td>3: Rivière assez couverte</td> <td>3: Moyen</td> </tr> <tr> <td>4: Cours d'eau méandriformes</td> <td>4: Rivière couverte</td> <td>4: Important</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>5: Indéterminable</td> </tr> </tbody> </table>			(4) Sinuosité	(5) Ombrage	(6) Type d'abris (importance)	0: Non renseignée	0: Non renseigné	0: Non renseigné	1: Cours d'eau rectiligne	1: Rivière dégagée	1: Nul	2: Cours d'eau sinueux	2: Rivière assez dégagée	2: Faible	3: Cours d'eau très sinueux	3: Rivière assez couverte	3: Moyen	4: Cours d'eau méandriformes	4: Rivière couverte	4: Important			5: Indéterminable
(4) Sinuosité	(5) Ombrage	(6) Type d'abris (importance)																					
0: Non renseignée	0: Non renseigné	0: Non renseigné																					
1: Cours d'eau rectiligne	1: Rivière dégagée	1: Nul																					
2: Cours d'eau sinueux	2: Rivière assez dégagée	2: Faible																					
3: Cours d'eau très sinueux	3: Rivière assez couverte	3: Moyen																					
4: Cours d'eau méandriformes	4: Rivière couverte	4: Important																					
		5: Indéterminable																					

Renseignements concernant la pêche								
Directeur: YD	Heure du début de la pêche: 08h30							
Date: 15/06/2012	Type d'inventaire: 1		0: inconnu					
Nombre de passage: 1			1: Inventaire avec retrait					
Espèces cibles: 1	0: inconnu	2: une	2: Inventaire avec marquage					
	1: toutes	3: Plusieurs						
Hydrologie	Matériel							
T°C de l'eau: 23,6	<table border="1"> <tr> <td>0: Non renseigné</td> </tr> <tr> <td>1: Epme</td> </tr> <tr> <td>2: Héron</td> </tr> <tr> <td>3: Martin-pêcheur</td> </tr> <tr> <td>4: Autre</td> </tr> </table>			0: Non renseigné	1: Epme	2: Héron	3: Martin-pêcheur	4: Autre
0: Non renseigné								
1: Epme								
2: Héron								
3: Martin-pêcheur								
4: Autre								
Conductivité: 145								
pH: 8,3								
Conditions hydrologiques: 2	0: Inconnue	Tension (V):	250					
	1: Basses eaux	Fréquence (Hz)	400					
	2: Eaux moyennes							
	3: Hautes eaux	Nombre d'anode:	1					
Tendance du débit: 3	0: Inconnue	Nombre d'épuisettes:	2					
	1: Augmentation	Maille de l'épuisette:	10 mm					
	2: Diminution							
	3: stable							
Turbidité: 1	0: Inconnue							
	1: Nulle							
	2: Faible							
	3: Appréciable							

Description de la station			
Longueur de la station:	100 m	0: inconnu	4: Filet
Largeur moyenne du lit mineur:	10 m	1: Pas d'isolement	5: barrage électrique
isolement du secteur de pêche:	1	2: Seuil partiellement franchissable	6: Autres
		3: obstacle infranchissable	

Prospection		0: Non renseignée	Si prospection par EPA: Nb de points représentatifs: Nb de points complémentaires: Et remplir la case prospection EPA ci-dessous
Mode de prospection:	1	1: A pied 2: en bateau	
Méthode de prospection:	1	3: Mixte	Temps de pêche: Passage 1: Passage 2: Passage 3: Passage 4:
0: non renseigné 1: complète 2: Partielle sur toute la largeur 3: Partielle sur berges 4: Partielle sur faciès 5: Stratifiée par ambiance 6: Stratifiée par EPA 7: Stratifiée par traits 8: Stratifiée par placette 9: autres			

Prospection EPA		
Nombre de Points:	Représentatifs	Complémentaires
En faciès courant (rapide/radier):		
En faciès Plat:		
En faciès Profond:		
dans des annexes:		
en berge:		
dans le chenal:		
sans poisson:		
Observations sur les points complémentaires		
Indiquez notamment le nombre de points d'habitats spécifiques (ex: 1 confluence, 2 herbiers, 1 embâcle)		

Station: CBN-40		Date: 05/06/2012				
Renseignements généraux						
Code de la station:	CBN-40	Pk aval (km):				
Réseau d'appartenance:	BNOR	Abcisse (RGNC-91):	491 516			
Nom du cours d'eau:	Baie Nord	Ordonnée (RGNC-91):	207 489			
Affluent de:	-	Altitude (m):	15			
Commune:	Mont-Dore	Distance à la source (km):	5,5			
Lieu-dit:	-	Distance à la mer (km):	1			
Longueur de la station:	100	Faciès:	Riffle-pool			
Interventions humaines						
station canalisée (O/N): N		Station naviguée (O/N): N		Sports nautiques (O/N): N		
Interventions sur Lit/Rives			Interventions sur hydrologie			
Curage (O/N):	N	Secteur à débit réservé (O/N):	N			
Faucardage:	N	Secteur soumis à éclusée (O/N):	N			
Modif. Morphologie (O/N):	N	Soutien d'étiage (O/N):	N			
Extraction de granulats (O/N):	N	Prélèvement d'eau (O/N):	N			
Déboisement total (O/N):	N	Restitution d'eau (O/N):	N			
Entretien équilibré (O/N):	N	Observations: RAS				
Observations: Présence d'algues vertes			Interventions sur qualité de l'eau			
			Altération de la qualité de l'eau (O/N): O			
			Observations:			
Interventions sur peuplement						
Intrusion de poissons étrangers (plan d'eau, pisciculture,...) (O/N):				N		
Observations:						
Description de la station						
Type d'écoulement	Importance relative en %	Profondeur moyenne (m)	Granulométrie (1)		Type de colmatage (2)	végétation aquatique (3)
			Dominante	Accessoire		
Courant	30%	0,2	6	7	5	2 et 3
Plats	60%	0,8	6	5	4 et 5	2 et 3
Profonds	10%	1	2	5	4 et 5	2 et 3
(1) granulométrie		(2) colmatage		(3) végétation aquatique		
0: Inconnue	4: Gravier	0: Inconnu	4: sédiments fins	0: Inconnu	4: Bryophytes	8: Aucune
1: Argiles	5: Galets	1: Aucun	5: biologique	1: Bactéries - champignons	5: Phanérogames immergés	
2: Limons	6: Blocs	2: Sable	6: débris végétaux	2: Microphytes	6: Phanérogames à feuilles flottantes	
3: Sables	7: Roche mère	3: Vase	7: autres	3: algues filamenteuses	7: Hélophytes	

Qualité de l'habitat			Observations générales à la station:
Sinuosité (4): 2 Ombrage (5): 1			
Type d'abris (6)	Trou/fosse	2	
	Sous-berge	3	
	Abris rocheux	4	
	Embâcle	1	
	Végétation aquatique végétation de bordure	1 1	
(4) Sinuosité		(5) Ombrage	(6) Type d'abris (importance)
0: Non renseignée		0: Non renseigné	0: Non renseigné
1: Cours d'eau rectiligne		1: Rivière dégagée	1: Nul
2: Cours d'eau sinueux		2: Rivière assez dégagée	2: Faible
3: Cours d'eau très sinueux		3: Rivière assez couverte	3: Moyen
4: Cours d'eau méandriformes		4: Rivière couverte	4: Important
			5: Indéterminable

Renseignements concernant la pêche			
Directeur: YD	Heure du début de la pêche: 14h00		
Date: 05/06/2012	Type d'inventaire: 1		0: inconnu
Nombre de passage: 1			1: Inventaire avec retrait
Espèces cibles: 1	0: inconnu	2: une	2: Inventaire avec marquage
	1: toutes	3: Plusieurs	
Hydrologie		Matériel	
T°C de l'eau: 25	Matériel: 3		
Conductivité: 147			
pH: 8,5	0: Non renseigné		
Conditions hydrologiques: 2	1: Epme		
	2: Héron		
	3: Martin-pêcheur		
Tendance du débit: 3	4: Autre		
	0: Inconnue	Tension (V):	250
	1: Basses eaux	Fréquence (Hz)	400
2: Eaux moyennes			
3: Hautes eaux	Nombre d'anode:	1	
Turbidité: 1	0: Inconnue	Nombre d'épuisettes:	2
	1: Augmentation	Maille de l'épuisette:	10 mm
	2: Diminution		
3: stable			
Turbidité: 1	0: Inconnue		
	1: Nulle		
	2: Faible		
	3: Appréciable		

Description de la station			
Longueur de la station:	100 m	0: inconnu	4: Filet
Largeur moyenne du lit mineur:	10 m	1: Pas d'isolement	5: barrage électrique
isolement du secteur de pêche:	1	2: Seuil partiellement franchissable	6: Autres
		3: obstacle infranchissable	

Prospection		0: Non renseignée	Si prospection par EPA: Nbre de points représentatifs: Nbre de points complémentaires: Et remplir la case prospection EPA ci-dessous
Mode de prospection:	1	1: A pied 2: en bateau 3: Mixte	
Méthode de prospection:	1		Temps de pêche: Passage 1: Passage 2: Passage 3: Passage 4:
0: non renseigné 1: complète 2: Partielle sur toute la largeur 3: Partielle sur berges 4: Partielle sur faciès 5: Stratifiée par ambiance 6: Stratifiée par EPA 7: Stratifiée par traits 8: Stratifiée par placette 9: autres			

Prospection EPA		
Nombre de Points:	Représentatifs	Complémentaires
En faciès courant (rapide/radier):		
En faciès Plat:		
En faciès Profond:		
dans des annexes:		
en berge:		
dans le chenal:		
sans poisson:		
Observations sur les points complémentaires		
Indiquez notamment le nombre de points d'habitats spécifiques (ex: 1 confluence, 2 herbiers, 1 embâcle)		

Station: CBN-70		Date: 19/06/2012			
Renseignements généraux					
Code de la station:	CBN-70	Pk aval (km):			
Réseau d'appartenance:	BNOR	Abscisse (RGNC-91):	490 916		
Nom du cours d'eau:	Baie Nord	Ordonnée (RGNC-91):	207 768		
Affluent de:	-	Altitude (m):	0-3		
Commune:	Mont-Dore	Distance à la source (km):	6		
Lieu-dit:	-	Distance à la mer (km):	0,5		
Longueur de la station:	100	Faciès:	Step-pool		
Interventions humaines					
station canalisée (O/N):	N	Station naviguée (O/N):	N		
		Sports nautiques (O/N):	N		
Interventions sur Lit/Rives		Interventions sur hydrologie			
Curage (O/N):	N	Secteur à débit réservé (O/N):	N		
Faucardage:	N	Secteur soumis à écluse (O/N):	N		
Modif. Morphologie (O/N):	N	Soutien d'étiage (O/N):	N		
Extraction de granulats (O/N):	N	Prélèvement d'eau (O/N):	N		
Déboisement total (O/N):	N	Restitution d'eau (O/N):	N		
Entretien équilibré (O/N):	N	Observations:	RAS		
Observations: Présence d'algues vertes		Interventions sur qualité de l'eau			
		Altération de la qualité de l'eau (O/N): O			
		Observations:			
Interventions sur peuplement					
Intrusion de poissons étrangers (plan d'eau, pisciculture,...) (O/N):		N			
Observations:					
Description de la station					
Type d'écoulement	Importance relative en %	Profondeur moyenne (m)	Granulométrie (1)	Type de colmatage (2)	végétation aquatique (3)
			Dominante	Accessoire	
Courant	30%	0,2	6	7	5
Plats	60%	0,8	6	5	4 et 5
Profonds	10%	1	2	5	4 et 5
(1) granulométrie		(2) colmatage		(3) végétation aquatique	
0: Inconnue	4: Gravier	0: Inconnu	4: sédiments fins	0: Inconnu	4: Bryophytes
1: Argiles	5: Galets	1: Aucun	5: biologique	1: Bactéries - champignons	5: Phanérogames immergés
2: Limons	6: Blocs	2: Sable	6: débris végétaux	2: Microphytes	6: Phanérogames à feuilles flottantes
3: Sables	7: Roche mère	3: Vase	7: autres	3: algues filamenteuses	7: Hélophytes
					8: Aucune

Qualité de l'habitat			Observations générales à la station:																				
Sinuosité (4): 2 Ombrage (5): 1																							
Type d'abris (6)	Trou/fosse	2																					
	Sous-berge	3																					
	Abris rocheux	4																					
	Embâcle	1																					
	Végétation aquatique végétation de bordure	1																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>(4) Sinuosité</th> <th>(5) Ombrage</th> <th>(6) Type d'abris (importance)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0: Non renseignée</td> <td>0: Non renseigné</td> <td>0: Non renseigné</td> </tr> <tr> <td>1: Cours d'eau rectiligne</td> <td>1: Rivière dégagée</td> <td>1: Nul</td> </tr> <tr> <td>2: Cours d'eau sinueux</td> <td>2: Rivière assez dégagée</td> <td>2: Faible</td> </tr> <tr> <td>3: Cours d'eau très sinueux</td> <td>3: Rivière assez couverte</td> <td>3: Moyen</td> </tr> <tr> <td>4: Cours d'eau méandriformes</td> <td>4: Rivière couverte</td> <td>4: Important</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>5: Indéterminable</td> </tr> </tbody> </table>			(4) Sinuosité	(5) Ombrage	(6) Type d'abris (importance)	0: Non renseignée	0: Non renseigné	0: Non renseigné	1: Cours d'eau rectiligne	1: Rivière dégagée	1: Nul	2: Cours d'eau sinueux	2: Rivière assez dégagée	2: Faible	3: Cours d'eau très sinueux	3: Rivière assez couverte	3: Moyen	4: Cours d'eau méandriformes	4: Rivière couverte	4: Important			5: Indéterminable
(4) Sinuosité	(5) Ombrage	(6) Type d'abris (importance)																					
0: Non renseignée	0: Non renseigné	0: Non renseigné																					
1: Cours d'eau rectiligne	1: Rivière dégagée	1: Nul																					
2: Cours d'eau sinueux	2: Rivière assez dégagée	2: Faible																					
3: Cours d'eau très sinueux	3: Rivière assez couverte	3: Moyen																					
4: Cours d'eau méandriformes	4: Rivière couverte	4: Important																					
		5: Indéterminable																					

Renseignements concernant la pêche								
Directeur: YD	Heure du début de la pêche: 8h00							
Date: 19/06/2012	Type d'inventaire: 1		0: inconnu					
Nombre de passage: 1			1: Inventaire avec retrait					
Espèces cibles: 1	0: inconnu	2: une	2: Inventaire avec marquage					
	1: toutes	3: Plusieurs						
Hydrologie	Matériel							
T°C de l'eau: 24,1	<table border="1"> <tr> <td>0: Non renseigné</td> </tr> <tr> <td>1: Epme</td> </tr> <tr> <td>2: Héron</td> </tr> <tr> <td>3: Martin-pêcheur</td> </tr> <tr> <td>4: Autre</td> </tr> </table>			0: Non renseigné	1: Epme	2: Héron	3: Martin-pêcheur	4: Autre
0: Non renseigné								
1: Epme								
2: Héron								
3: Martin-pêcheur								
4: Autre								
Conductivité: 260								
pH: 8,6								
Conditions hydrologiques: 2	0: Inconnue	Matériel: 3						
	1: Basses eaux	Tension (V):	250					
	2: Eaux moyennes	Fréquence (Hz)	400					
	3: Hautes eaux							
Tendance du débit: 3	0: Inconnue	Nombre d'anode:	1					
	1: Augmentation	Nombre d'épuisettes:	2					
	2: Diminution	Maille de l'épuisette:	10 mm					
	3: stable							
Turbidité: 1	0: Inconnue							
	1: Nulle							
	2: Faible							
	3: Appréciable							

Description de la station			
Longueur de la station:	100 m	0: inconnu	4: Filet
Largeur moyenne du lit mineur:	20 m	1: Pas d'isolement	5: barrage électrique
isolement du secteur de pêche:	1	2: Seuil partiellement franchissable	6: Autres
		3: obstacle infranchissable	

Prospection		0: Non renseignée	Si prospection par EPA: Nbre de points représentatifs: Nbre de points complémentaires: Et remplir la case prospection EPA ci-dessous
Mode de prospection:	1	1: A pied 2: en bateau 3: Mixte	
Méthode de prospection:	1		Temps de pêche: Passage 1: Passage 2: Passage 3: Passage 4:
0: non renseigné 1: complète 2: Partielle sur toute la largeur 3: Partielle sur berges 4: Partielle sur faciès 5: Stratifiée par ambiance 6: Stratifiée par EPA 7: Stratifiée par traits 8: Stratifiée par placette 9: autres			

Prospection EPA		
Nombre de Points:	Représentatifs	Complémentaires
En faciès courant (rapide/radier):		
En faciès Plat:		
En faciès Profond:		
dans des annexes:		
en berge:		
dans le chenal:		
sans poisson:		
Observations sur les points complémentaires		
Indiquez notamment le nombre de points d'habitats spécifiques (ex: 1 confluence, 2 herbiers, 1 embâcle)		

Station:	CBN-AFF	Date:	21/06/2012
Renseignements généraux			

Code de la station:	CBN-AFF	Pk aval (km):			
Réseau d'appartenance:	BNOR	Abscisse (RGNC-91):	492 016		
Nom du cours d'eau:	Affluent Sud	Ordonnée (RGNC-91):	207 323		
Affluent de:	Creek Baie Nord	Altitude (m):	25		
Commune:	Mont-Dore	Distance à la source (km):	2		
Lieu-dit:	-	Distance à la mer (km):	2,1		
Longueur de la station:	100	Faciès:	Riffle-pool		
Interventions humaines					
station canalisée (O/N): N		Station naviguée (O/N): N			
Sports nautiques (O/N): N					
Interventions sur Lit/Rives		Interventions sur hydrologie			
Curage (O/N):	N	Secteur à débit réservé (O/N):	N		
Faucardage:	N	Secteur soumis à éclusée (O/N):	N		
Modif. Morphologie (O/N):	N	Soutien d'étiage (O/N):	N		
Extraction de granulats (O/N):	N	Prélèvement d'eau (O/N):	N		
Déboisement total (O/N):	N	Restitution d'eau (O/N):	N		
Entretien équilibré (O/N):	N	Observations: RAS			
Observations: Présence d'un dépôt latéritiques et de Nostocs		Interventions sur qualité de l'eau			
		Altération de la qualité de l'eau (O/N): O			
		Observations:			
Interventions sur peuplement					
Intrusion de poissons étrangers (plan d'eau, pisciculture,...) (O/N):		N			
Observations:					
Description de la station					
Type d'écoulement	Importance relative en %	Profondeur moyenne (m)	Granulométrie (1)	Type de colmatage (2)	végétation aquatique (3)
			Dominante	Accessoire	
Courant	20%	0,2	6	5	1
Plats	70%	0,8	5	6	4
Profonds	10%	1	2	7	4
(1) granulométrie		(2) colmatage		(3) végétation aquatique	
0: Inconnue	4: Gravier	0: Inconnu	4: sédiments fins	0: Inconnu	4: Bryophytes
1: Argiles	5: Galets	1: Aucun	5: biologique	1: Bactéries - champignons	5: Phanérogames immergés
2: Limons	6: Blocs	2: Sable	6: débris végétaux	2: Microphytes	6: Phanérogames à feuilles flottantes
3: Sables	7: Roche mère	3: Vase	7: autres	3: algues filamenteuses	7: Hélophytes
Qualité de l'habitat				<u>Observations générales à la station:</u>	
Sinuosité (4): 2					
Ombrage (5): 1					

Type d'abris (6)	Trou/fosse	2	
	Sous-berge	3	
	Abris rocheux	3	
	Embâcle	1	
	Végétation aquatique végétation de bordure	1	
(4) Sinuosité 0: Non renseignée 1: Cours d'eau rectiligne 2: Cours d'eau sinueux 3: Cours d'eau très sinueux 4: Cours d'eau méandriformes			
(5) Ombrage 0: Non renseigné 1: Rivière dégagée 2: Rivière assez dégagée 3: Rivière assez couverte 4: Rivière couverte			
(6) Type d'abris (importance) 0: Non renseigné 1: Nul 2: Faible 3: Moyen 4: Important 5: Indéterminable			
Renseignements concernant la pêche			
Directeur: YD		Heure du début de la pêche: 14h00	
Date: 21/06/2012		Type d'inventaire: 1	
Nombre de passage: 1		0: inconnu 1: Inventaire avec retrait 2: Inventaire avec marquage	
Espèces cibles: 1		0: inconnu 2: une 1: toutes 3: Plusieurs	
Hydrologie		Matériel	
T°C de l'eau: 23,7		Matériel: 3 0: Non renseigné 1: Epme 2: Héron 3: Martin-pêcheur 4: Autre	
Conductivité: 125			
pH: 8,3		Tension (V): 250	
Conditions hydrologiques: 2		Fréquence (Hz): 400	
		0: Inconnue 1: Basses eaux 2: Eaux moyennes 3: Hautes eaux	
Tendance du débit: 3		Nombre d'anode: 1	
Turbidité: 1		Nombre d'épuisettes: 2	
		0: Inconnue 1: Augmentation 2: Diminution 3: stable	
0: Inconnue 1: Nulle 2: Faible 3: Appréciable		Maille de l'épuisette: 10 mm	
Description de la station			
Longueur de la station: 100 m		0: inconnu 4: Filet	
Largeur moyenne du lit mineur: 4 m		1: Pas d'isolement 5: barrage électrique	

isolement du secteur de pêche: 1	2: Seuil partiellement franchissable 3: obstacle infranchissable	6: Autres
---	---	-----------

Prospection		0: Non renseignée	Si prospection par EPA: Nbre de points représentatifs: Nbre de points complémentaires: Et remplir la case prospection EPA ci-dessous
Mode de prospection: 1		1: A pied 2: en bateau 3: Mixte	
Méthode de prospection: 1			
0: non renseigné 1: complète 2: Partielle sur toute la largeur 3: Partielle sur berges 4: Partielle sur faciès 5: Stratifiée par ambiance 6: Stratifiée par EPA 7: Stratifiée par traits 8: Stratifiée par placette 9: autres			1: En min 2: En 1/100 Heure 3: inconnu
			Temps de pêche: Passage 1: Passage 2: Passage 3: Passage 4:

Prospection EPA		
Nombre de Points:	Représentatifs	Complémentaires
En faciès courant (rapide/radier):		
En faciès Plat:		
En faciès Profond:		
dans des annexes:		
en berge:		
dans le chenal:		
sans poisson:		
Observations sur les points complémentaires		
Indiquez notamment le nombre de points d'habitats spécifiques (ex: 1 confluence, 2 herbiers, 1 embâcle)		

Annexe 2 : Relevés Faunistiques

Famille	Sous famille	Genre	Espèce Sous-espèce	Type_obs	Station	Date_obs	Heure_debut	Heure_fin	X_coord (UTM WGS 84)	Y_coord (UTM WGS 84)	Localite	loc_type	Conf_coord	Nb_individus	Longueur totale	Longueur standard	Poids	Nb_ind_mal	Nb_ind_fem	Juvenile	Activite	Diffusion	Commentaire	Habitat	Observé par	Déterminé par
		Awaous	Awaous guamensis	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				13	11	25,5						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				12,5	10,5	21						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				8,1	6,5	5						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				7,5	6	4,1						Pas d'altération		YD	YD
														4												
		Anguilla	Anguilla australis	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				6		4						Pas d'altération		YD	YD
														1												
		Anguilla	Anguilla reinhardtii	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				57	7	318,8						Pas d'altération		YD	YD
		Anguilla	Anguilla reinhardtii	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				14		2,6						Pas d'altération		YD	YD
														2												
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				11	15,2							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				12,8	14,8							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				6,5	3,5							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				8	5,2							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				10,5	15,4							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				6,5	3,2							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				8	7,1							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				8,2	5,9							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				11,5	18,6							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				9	8,7							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				9,5	9,5							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				5,2	2							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				9	10,8							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				8,5	9							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				6,7	4							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				6,5	4,1							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				7,5	6,1							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				8	6,5							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				8,5	6,6							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				7,5	6,7							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				7	4,9							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				5,5	2,7							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				4,8	2,3							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				5	2,4							Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				3											
														25												
		Macrobrachium	Macrobrachium caledonicum	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				6	5							Pas d'altération		YD	YD
														1												
		Caridina	Caridina nilotica	pêche électrique		21/06/2012					CBN01				5,5	2,7							Pas d'altération		YD	YD
														1												

Famille	Sous famille	Genre	Espèce	Sous-espèce	Type_obs	Station	Date_obs	Heure_debut	Heure_fin	X_coord (UTM WGS 84)	Y_coord (UTM WGS 84)	Localite	loc_type	Conf_coord	Nb_individus	Longueur totale	Longueur standard	Poids	Nb_ind_mal	Nb_ind_fem	Juvenile	Activite	Diffusion	Commentaire	Habitat	Observé par	Déterminé par											
Kuhliidae		Kuhlia	Kuhlia	rupestris	pêche électrique		18/06/2012					CBN10				21,5	18	137,1						Pas d'altération	YD	YD												
					pêche électrique		18/06/2012					CBN10							16,2	14	72,7						Pas d'altération	YD	YD									
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						13	11	35,6							Pas d'altération	YD	YD								
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						18,5	15	84,4								Pas d'altération	YD	YD							
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						18	15,2	88,2									Pas d'altération	YD	YD						
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						13,5	11	41										Pas d'altération	YD	YD					
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						18	15	93,5											Pas d'altération	YD	YD				
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						22	19	150												Pas d'altération	YD	YD			
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						18,5	16	101,4												Pas d'altération	YD	YD			
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						16,8	14	75,4													Pas d'altération	YD	YD		
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						14,8	12	54,8													Pas d'altération	YD	YD		
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						23,5	20	pb balance													Pas d'altération	YD	YD		
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						16,5	14	pb balance													Pas d'altération	YD	YD		
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						18,5	15,5	pb balance													Pas d'altération	YD	YD		
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						13	11,3	pb balance														Pas d'altération	YD	YD	
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						14,3	12	pb balance														Pas d'altération	YD	YD	
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						20,5	17,5	pb balance														Pas d'altération	YD	YD	
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						16,8	14	pb balance														Pas d'altération	YD	YD	
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						7	5,8	pb balance														Pas d'altération	YD	YD	
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						7,5	6,4	pb balance														Pas d'altération	YD	YD	
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						6,2	5,2	pb balance														Pas d'altération	YD	YD	
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						6	5	pb balance														Pas d'altération	YD	YD	
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						7,4	6	pb balance														Pas d'altération	YD	YD	
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						7,1	6	pb balance														Pas d'altération	YD	YD	
					pêche électrique		18/06/2012						CBN10						7	6	pb balance														Pas d'altération	YD	YD	
																25																						
Kuhliidae		Kuhlia	Kuhlia	marginata	pêche électrique		18/06/2012					CBN10				15	13	42,1							Pas d'altération	YD	YD											
					pêche électrique		18/06/2012					CBN10							15,5	12,5	50,7								Pas d'altération	YD	YD							
																2																						
				Awaous	guamensis	pêche électrique		18/06/2012				CBN10				10,6	8,9	10,7							Pas d'altération	YD	YD											
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							7,4	5,9	3,2										Pas d'altération	YD	YD					
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							8,2	6,7	4												Pas d'altération	YD	YD			
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							10,7	9	12													Pas d'altération	YD	YD		
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							4,8	4	1														Pas d'altération	YD	YD	
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							6,6	5,5	2,2														Pas d'altération	YD	YD	
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							11,5	10	pb balance														Pas d'altération	YD	YD	
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							8,2	7	pb balance															Pas d'altération	YD	YD
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							12	10	pb balance															Pas d'altération	YD	YD
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							9,7	8,5	pb balance															Pas d'altération	YD	YD
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							13	11	pb balance															Pas d'altération	YD	YD
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							13	10,6	pb balance															Pas d'altération	YD	YD
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							11,7	9,8	pb balance															Pas d'altération	YD	YD
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							6,3	5,5	pb balance															Pas d'altération	YD	YD
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							10,2	8,8	pb balance															Pas d'altération	YD	YD
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							8,3	7,3	pb balance															Pas d'altération	YD	YD
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							6	5	pb balance															Pas d'altération	YD	YD
																17																						
				Sicyopterus	lagocephalus	pêche électrique		18/06/2012				CBN10				9,2	8,2	8,3								Pas d'altération	YD	YD										
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							8,7	7,5	8,4												Pas d'altération	YD	YD			
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							8	6,5	pb balance														Pas d'altération	YD	YD	
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							7,8	6,4	pb balance														Pas d'altération	YD	YD	
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							9,7	8	pb balance															Pas d'altération	YD	YD
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							10	8,5	pb balance															Pas d'altération	YD	YD
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							11,3	9,5	pb balance															Pas d'altération	YD	YD
						pêche électrique		18/06/2012				CBN10							10,2	8,5	pb balance															Pas d'altération	YD	YD
																8																						
				Macrobrachium	lar	pêche électrique		18/06/2012				CBN10			5														Pas d'altération	YD	YD							
				Macrobrachium	caledonicum	pêche électrique		18/06/2012				CBN10			20														Pas d'altération	YD	YD							

Famille	Sous famille	Genre	Espèce Sous-espèce	Type_obs	Station	Date_obs	Heure_debut	Heure_fin	X_coord (UTM WGS 84)	Y_coord (UTM WGS 84)	Localite	loc_type	Conf_coord	Nb_individus	Longueur totale	Longueur standard	Poids	Nb_ind_mal	Nb_ind_fem	Juvenile	Activite	Diffusion	Commentaire	Habitat	Observé par	Déterminé par
			Eleotris fusca	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				8,9	7	6,9						Pas d'altération		YD	YD
			Eleotris fusca	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				9,2	7,2	7,6						Pas d'altération		YD	YD
														2												
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				12	10	16,9						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				10	8	9,4						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				5	4	1,4						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				8	6,5	5,6						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				9,5	7,5	7,7						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				8,5	6,8	5,5						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				5,1	4,2	0,9						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				9,2	7,5	6,8						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				13,5	10,5	23						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				13,5	11	23,8						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				9	8	8,8						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				9,2	7,8	7,7						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				12,5	10,5	19,2						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				9,5	7,5	7,8						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				10,9	8,9	10,8						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				12,9	10,5	28						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				10	8,5	12,8						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				10,5	8,5	11,4						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				12,5	10,5	18						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				11	9	11,9						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				9,5	8	9,3						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				6,7	5,7	2,7						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				5,6	4,8	1,3						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				5	4,1	0,6						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				6,4	5	1,9						Pas d'altération		YD	YD
			Awaous guamensis	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				4,5	3,8	0,4						Pas d'altération		YD	YD
														26												
			Kuhlia rupestris	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				18,7	14,9	72,3						Pas d'altération		YD	YD
			Kuhlia rupestris	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				18,3	14,7	82,4						Pas d'altération		YD	YD
			Kuhlia rupestris	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				24,5	21,5	236						Pas d'altération		YD	YD
			Kuhlia rupestris	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				18	15	80						Pas d'altération		YD	YD
			Kuhlia rupestris	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				9	7,5	13						Pas d'altération		YD	YD
			Kuhlia rupestris	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				16	13,5	69,2						Pas d'altération		YD	YD
														6												
			Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				8,5	6,9	5,4						Pas d'altération		YD	YD
			Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				11	9	13						Pas d'altération		YD	YD
			Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				8	6,5	2,9						Pas d'altération		YD	YD
			Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				11	8,5	9						Pas d'altération		YD	YD
			Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				8,5	7	7						Pas d'altération		YD	YD
			Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				10,5	9,5	13,5						Pas d'altération		YD	YD
			Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				10,5	9	12,3						Pas d'altération		YD	YD
			Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				10,5	9	11,3						Pas d'altération		YD	YD
			Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				10,5	9	13						Pas d'altération		YD	YD
			Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				10,5	8,5	11,9						Pas d'altération		YD	YD
			Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				10,5	9	11,3						Pas d'altération		YD	YD
			Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				6,5	5,5	3,6						Pas d'altération		YD	YD
			Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				11	9	3,2						Pas d'altération		YD	YD
														13												
			Macrobrachium lar	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				7		1,5						Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				9		10						Pas d'altération		YD	YD
			Macrobrachium lar	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				9,2		8,5						Pas d'altération		YD	YD
														3												
			Anguilla marmorata	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				25	3	28,7						Pas d'altération		YD	YD
			Anguilla marmorata	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				27	3	28						Pas d'altération		YD	YD
			Anguilla marmorata	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				33								Pas d'altération		YD	YD
			Anguilla marmorata	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30				48								Pas d'altération		YD	YD
														4												
			Macrobrachium aemulum	pêche électrique		15/06/2012	10:00	10:45			CBN-30															

	Butis	Butis ambainensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS		1	6,3	5,3				Pas d'altération	YD	YD
	Stenogobius	Stenogobius yateinsis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			2,8	2,2				Pas d'altération	YD	YD
			pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS		2	7,3	5,5				Pas d'altération	YD	YD
	Microphis	Microphis brachyurus brachyurus	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS		1	9,5	9				Pas d'altération	YD	YD
	Schismatogobius	Schismatogobius fuligimentus	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			3,6	3				Pas d'altération	YD	YD
			pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS		2	3,5	3				Pas d'altération	YD	YD
Gobiidae	Awaous	Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			5,2	4,5				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			9,5	8				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			11,6	9,5				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			11	8,5				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			14	11				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			11	9				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			11	9				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			11,5	9,5				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			8,5	7				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			13,8	11,4				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			9,5	8				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			6,5	5,4				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			6,7	5,3				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			6	5				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			7,5	6				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			7,5	6,5				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			7,5	6,5				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			10,5	9				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS		19	8	6,5				Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	08/06/2012	08:45	10:30		CBN70	GPS			6,2	5,5	2,9			Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	08/06/2012	08:45	10:30		CBN70	GPS			6	5	1,9			Pas d'altération	YD	YD
		Awaous guamensis	pêche électrique	09/06/2012	08:45	10:30		CBN70	GPS		3	5,5	4,5	1,3			Pas d'altération	YD	YD
Gobiidae	Sicyopterus	Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			8,6	7,5				Pas d'altération	YD	YD
		Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			8,6	7,3				Pas d'altération	YD	YD
		Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			8	6,5				Pas d'altération	YD	YD
		Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			11	9,5				Pas d'altération	YD	YD
		Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			10,1	8,7				Pas d'altération	YD	YD
		Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS			5,5	4,5				Pas d'altération	YD	YD
		Sicyopterus lagocephalus	pêche électrique	08/06/2012	08:45	10:30		CBN70	GPS		1	11	9,5	12,5			Pas d'altération	YD	YD
Mugilidae	Liza	Liza melinoptera	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS		1	20	16,5				Pas d'altération	YD	YD
		Liza melinoptera	pêche électrique	08/06/2012	08:45	10:30		CBN70	GPS			5,1	4,6	2			Pas d'altération	YD	YD
		Liza melinoptera	pêche électrique	08/06/2012	08:45	10:30		CBN70	GPS			6,4	5,1	2,7			Pas d'altération	YD	YD
		Liza melinoptera	pêche électrique	08/06/2012	08:45	10:30		CBN70	GPS			3,9	3	0,4			Pas d'altération	YD	YD
		Liza melinoptera	pêche électrique	08/06/2012	08:45	10:30		CBN70	GPS			3,8	3	0,4			Pas d'altération	YD	YD
		Liza melinoptera	pêche électrique	08/06/2012	08:45	10:30		CBN70	GPS			3,9	3,3	0,7			Pas d'altération	YD	YD
		Liza melinoptera	pêche électrique	08/06/2012	08:45	10:30		CBN70	GPS			3,7	3,1	0,4			Pas d'altération	YD	YD
		Liza melinoptera	pêche électrique	08/06/2012	08:45	10:30		CBN70	GPS		6						Pas d'altération	YD	YD
	Macrobrachium	Macrobrachium lar	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS		1	10	10,5				Pas d'altération	YD	YD
	Macrobrachium	Macrobrachium caledonicum	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS		10						Pas d'altération	YD	YD
		Macrobrachium caledonicum	pêche électrique	08/06/2012	11:15	12:00		CBN70	GPS		1	5		1,5			Pas d'altération	YD	YD
	Macrobrachium	Macrobrachium aemulum	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS		8						Pas d'altération	YD	YD
	Macrobrachium	Macrobrachium placidulum	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS		16						Pas d'altération	YD	YD
	Caridina	Caridina nilotica	pêche électrique	19/06/2012	10:00	10:30		CBN70	GPS		2						Pas d'altération	YD	YD
Gobiidae	Glossogobius	Glossogobius celebius	pêche électrique	08/06/2012	11:15	12:00		CBN70	GPS			8,6	7,4	4,6			Pas d'altération	YD	YD
		Glossogobius celebius	pêche électrique	08/06/2012	11:15	12:00		CBN70	GPS			6,2	4,9	2,1			Pas d'altération	YD	YD
		Glossogobius celebius	pêche électrique	08/06/2012	11:15	12:00		CBN70	GPS			8,5	7	4,6			Pas d'altération	YD	YD
										3									
	Anguilla	Anguilla reinhardtii	pêche électrique	08/06/2012	11:15	12:00		CBN70	GPS			7,5	7				Pas d'altération	YD	YD
	Anguilla	Anguilla reinhardtii	pêche électrique	08/06/2012	11:15	12:00		CBN70	GPS			2,5	2				Pas d'altération	YD	YD
	Anguilla	Anguilla reinhardtii	pêche électrique	08/06/2012	11:15	12:00		CBN70	GPS			8,3	2				Pas d'altération	YD	YD
										3									
Eleotridae	Bunaka	Bunaka gyrinoides	pêche électrique	08/06/2012	11:15	12:00		CBN70	GPS		1	2					Pas d'altération	YD	YD
	Cestraeus	Cestraeus plicatilis	pêche électrique	08/06/2012	11:15	12:00		CBN70	GPS		1	17	14	53,1			Pas d'altération	YD	YD
										1									
	Caridina	Caridina nilotica	pêche électrique	08/06/2012	11:15	12:00		CBN70	GPS		1	3,5		1,2			Pas d'altération	YD	YD
										1									
	Kuhlia	Kuhlia munda	pêche électrique	08/06/2012	11:15	12:00		CBN70	GPS		20aine								

Famille	Sous famille	Genre	Espèce Sous-espèce	Type_obs	Station	Date_obs	Heure_debut	Heure_fin	X_coord (UTM WGS 84)	Y_coord (UTM WGS 84)	Localite	loc_type	Conf_coord	Nb_individus	Longueur totale	Longueur standard	Poids	Nb_ind_mal	Nb_ind_fem	Juvenile	Activite	Diffusion	Commentaire	Habitat	Observé par	Déterminé par
			Electris fusca	pêche électrique		21/06/2012					CBNAFF				6,7	5,5							Pas d'altération		YD	YD
			Electris fusca	pêche électrique		21/06/2012					CBNAFF				9	7,5	6,6						Pas d'altération		YD	YD
														2												

Annexe 3 : Concepts généraux

1- La structuration naturelle des écosystèmes lotiques

A l'échelle d'un bassin versant le linéaire fluvial est composé d'une succession de tronçons de la source à l'estuaire, chacun de ces tronçons étant, en conditions naturelles, composé de manière universelle par l'enchaînement de séquences de faciès ou unités géomorphologiques relativement stables (cf. Fig. n°1 et 2). Dans la zone amont montagneuse du bassin versant (Kryon et Crénon des continums fluviaux tempérés), les cours d'eau sont encaissés le plus souvent dans des vallées de fortes pentes et se caractérisent par un important transport de sédiment et la quasi-absence de zone de stockage de la charge alluvionnaire. Les grandes unités géomorphologiques se succédant au droit de ces zones sont des unités torrentielles ou cascades de type « marche-trou » également appelée « step-pool » (cf. Fig. n°1A). Plus en aval dans la zone intermédiaire du bassin versant les rivières rectilignes ou à méandres, caractéristiques des vallées étroites à larges, sont de faible pente et présentent un chenal alluvial (Cosandey *et al.*, 2003). Elles se caractérisent de manière universelle par leur profil en long sinusoïdal où alternent des faciès lotiques (seuil ou radier selon les auteurs) et des faciès lenticques (mouille)(cf. Fig. n°1B et Fig. n°2). Entre ces faciès s'intercalent le plus souvent une zone de transition ou plat. Enfin dans la partie basse du bassin versant caractérisée par une plaine alluviale bien développée et une forte diminution de la pente, des unités géomorphologiques lenticques dominent. Ces unités à charges de fond sableuses transitent sous forme de champs de dunes, sont généralement profondes (Rosgen, 1996).

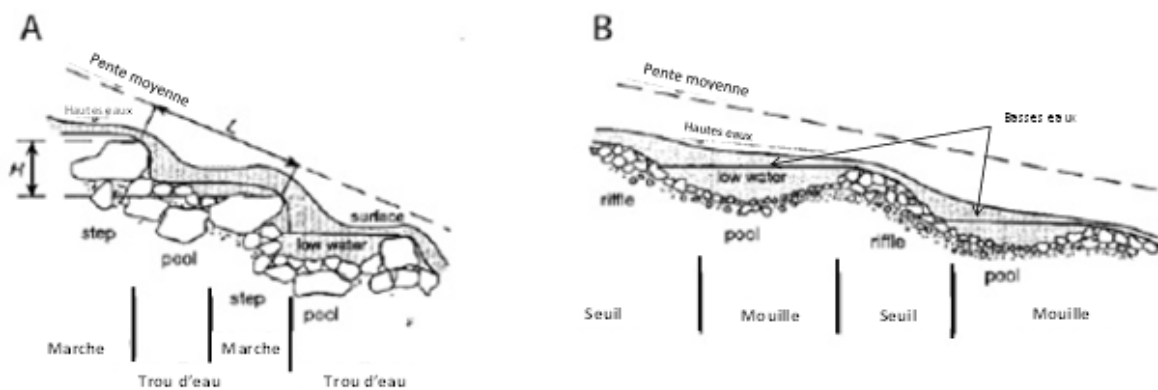
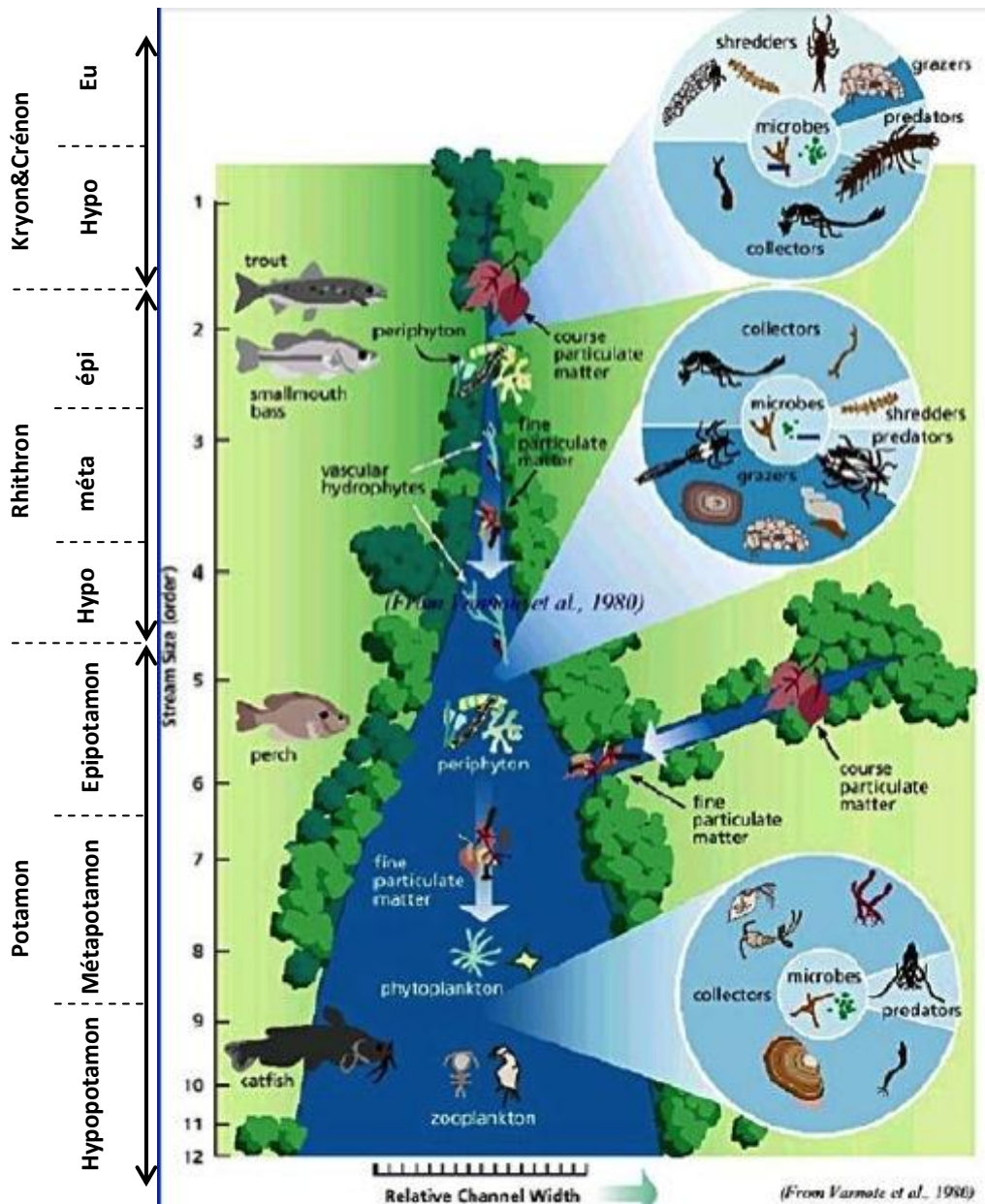


Fig. n°8.1 : Illustration de la succession des séquences de faciès ou grandes unités géomorphologiques pour des cours d'eau évoluant (A) en tête de bassin (Kryon et Crénon) : type « step-pool » et (B) des zones plus aval (épirhithron à épipotamon) : type seuil-mouille (d'après Knighton, 1998).

Complément méthodologique 1: Structuration de l'habitat et répartition de la faune le long du gradient amont-aval des cours d'eau (Varnote *et al.*, 1980, modifié)



Kryon et Crénon : zone de source généralement peu étendue. La séquence de faciès rencontrée est de type « step »-« pool ». Les conditions abiotiques y varient faiblement ce qui permet à des espèces peu tolérantes vis-à-vis des modifications naturelles du milieu de s'y installer (perles, tritons,...). Les poissons sont absents de cette zone.

Rhithron : correspond aux petits ruisseaux et petites rivières présentant des eaux bien oxygénées. Cette zone correspond à la zone salmonicole des cours d'eau tempérés. Localisée en tête de bassin cette zone présente en amont une séquence de faciès de type « step »-« pool » à laquelle succède, avec l'affaiblissement de la pente, une séquence de type « riffle »-« pool ». La diversification des habitats y permet l'installation d'un plus grand nombre d'espèce.

Potamon : Correspond à la partie basse des cours d'eau s'écoulant au droit des zones de plaine. Le cours d'eau y présente une section plus importante et surtout une plus forte profondeur. Les vitesses de courant y sont faibles

entraînant une uniformisation des faciès rencontrés, de type lentiques. Les espèces rencontrées sont des espèces capables de supporter des fortes variations de température et d'oxygénation.

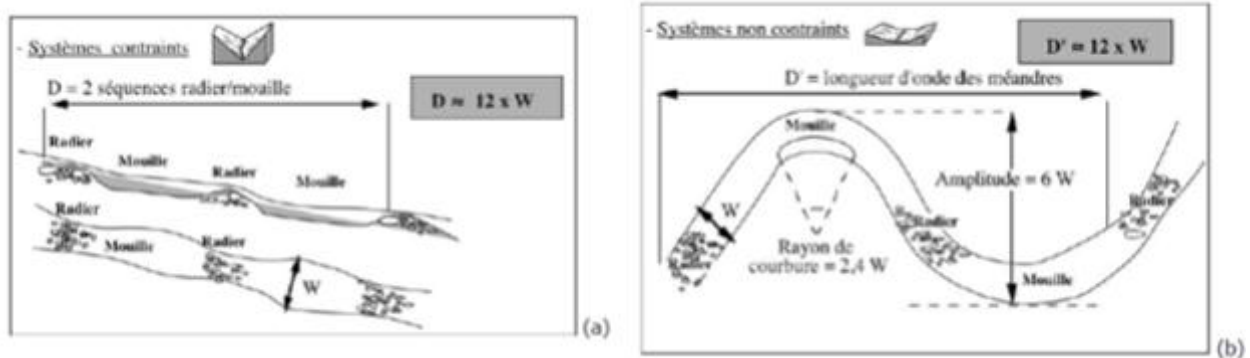


Fig. n°8.2 : Illustration de la succession des séquences de faciès ou grandes unités géomorphologiques pour des cours d'eau évoluant dans la zone intermédiaire (épirhithron à épipotamon) dans (a) les lits contraints par la roche mère, et (b) des vallées alluviales à substrat meuble (Cirulaire DCE 2007/22 du 11 avril 2007).

Le relief impose également plus ou moins de contraintes à l'écoulement du cours d'eau. Dans les vallées en « V » fortement encaissées, la nature même du relief contraint fortement l'écoulement et les cours d'eau présentent un profil plus ou moins rectiligne suivant la ligne de plus forte pente. Dans les vallées en « U », cette contrainte étant plus faible, une plus grande liberté d'écoulement est laissée au cours d'eau qui serpente alors à travers le substrat meuble recouvrant le fond de la vallée (cf. Fig. n°2).

Cette succession longitudinale des unités géomorphologiques sous-entend la présence d'une zonation longitudinale des faciès d'écoulement, appelés également habitats physiques ou biotopes (radiers, plats, mouilles, cascades,...). Ces faciès sont eux même composés de ce que les hydrobiologistes nomment micro ou méso-habitats ou habitats physiques fonctionnels, qui décrivent l'environnement local au sens « habitat biologique » (galets, sable, macrophytes,...), en relation avec la hauteur d'eau et la vitesse d'écoulement qui sont mesurés au niveau du substrat (Malavoi, 1989).

En amont du bassin versant, nous retrouvons donc des faciès essentiellement torrentiels (lotiques et cascades), soumis à un régime hydrologique contrasté. Les habitats physiques sont essentiellement des cascades, des mouilles ou fosses de dissipation et des plats. Le substrat est composé de blocs hétérométriques, voire d'affleurement de roche mère (bedrock). Plus en aval, au niveau du rhithron (zone seuil-mouille), coexistent un grand nombre de micro-habitats. En effet, les conditions hydrologiques locales sont très variées (large gamme de vitesse d'écoulement et de hauteur d'eau) et associées à différents types de substrat (blocs à sable). Le tableau n°1 ci-dessous résume les différents types de micro-habitats susceptibles d'être représentés au sein de la zone intermédiaire des bassins versants. Au niveau de l'épipotamon, la largeur du cours d'eau augmente encore et la pente s'affaiblie. La succession

seuil-mouille disparaît et à tendance à être remplacée par une uniformisation des conditions (dominance du chenal). Les habitats sont caractérisés par des substrats grossiers à fins.

Enfin au niveau du méta et hypopotamon, la pente très faible implique une nette dominance des biotopes lenticques. Les habitats sont donc dominés par des substrats fins (sable et limons). Les techniques classiques d'échantillonnage (du macrobenthos et dans le cas des grands cours d'eau, des poissons) ne peuvent d'ailleurs être mises en œuvre dans ces milieux.

Unité géomorphologique	Biotope	Critères d'identification	Type d'écoulement
SEUIL RIFFLE	Plat courant <i>Run</i>	Peu profond vitesse élevée > 30 cm.s ⁻¹ souvent en amont du seuil	Surface de l'eau présentant des vortex.
	Radier <i>Riffle</i>	Peu profond vitesse élevée, > 30 cm.s ⁻¹	Vaguelettes visibles liées à la présence du substrat à proximité de la surface.
	Rapide <i>Boil</i>	Peu profond vitesse élevée > 30 cm.s ⁻¹ situé dans des zones d'incisions des sédiments.	Turbulence très importante avec vaguelettes et parfois des vortex.
MOUILLE POOL	Chenal lotique <i>Lotic channel</i>	Profond vitesse > 30 cm.s ⁻¹ occupe la majeure partie du lit de la rivière. Il est situé entre les seuils.	Écoulement laminaire
	Chenal lentique <i>Lentic channel</i>	Profond vitesse faible < 30 cm.s ⁻¹ souvent situé en bordure du lit.	Pas de turbulence ; écoulement à peine perceptible.
	Fosse d'affouillement <i>Dammed pool</i>	Profond vitesse faible < 30 cm.s ⁻¹ le long d'un obstacle à l'écoulement.	Écoulement à peine perceptible.
	Mouille de concavité <i>Boil</i>	Profond vitesse < 30 cm.s ⁻¹ localisée en bordure du lit dans la concavité d'un méandre	Présence de vortex horizontaux et verticaux.
	Plat lentique <i>Glide</i>	Peu profond vitesse moyenne souvent en amont d'un radier.	Écoulement laminaire.
	Plat courant <i>Run</i>	Peu profond vitesse élevée > 30 cm.s ⁻¹	Surface de l'eau présentant des vortex.
	Radier <i>Riffle</i>	Peu profond, à vitesse élevée > 30 cm.s ⁻¹ .	Vaguelettes visibles liées à la présence du substrat à proximité de la surface.

Tableau n°8.1 : Liste des biotopes observables sur une rivière à alternance seuils – mouilles (d'après Bauger, 2008 ; Padmore, 1998 ; Padmore et al., 1998 ; Malavoi & Souchon, 2002).

2- L'habitat facteur de structuration des peuplements

2.a- Synthèse des connaissances

Cette répartition longitudinale des micro-habitats et faciès ou habitats physiques au sein des bassins versant, laisse entrevoir l'existence d'une zonation longitudinale de la faune aquatique. De nombreux travaux se sont attachés à décrire l'évolution longitudinale des communautés dulçaquicoles le long du continuum fluvial. Pour la zone tempérée Nord, plusieurs travaux développés depuis la fin des années 1960 ont mis en évidence une évolution des peuplements d'invertébrés aquatiques en fonction de la position de la station le long du

continuum fluvial (Cumins & Lauff, 1969 ; Minshall&Minshall,1977 ; Malmqvist *et al.*,1999 ; Crosa&Buffagni,2002). Du krypton au potamon, s'observent d'abord une augmentation de la biodiversité des peuplements benthiques ; aux communautés de faible biodiversité du krypton (conditions naturelles contraignantes), succèdent les communautés de plus en plus riches et diversifiées de l'Eucréon (ajout notamment des *taxa* racleurs-brouteurs avec l'apparition du périphyton), puis de l'hypocréon et rhithron (ajouts notamment des *taxa* peuplant les zones lenticques) ; qui, suite au passage dans l'hyporhithron qui constitue une zone de transition pour la macrofaune benthique, entament une mutation vers des peuplements plus lenticques. Très peu de *taxa* considérés comme polluosensibles persistent au sein de ces zones (seules quelques larves de Plécoptères adaptées aux conditions liées à la chenalisation sont encore présentes – Bacchi, 2000), alors que les communautés de Coléoptères, de Mollusques et de Diptères *Chironomidae*, se diversifient (Statzner&Higler,1985;Ivol-Rigaut,1998). Cette structuration des communautés le long du continuum a également été mise en évidence pour le modèle poisson, pour lequel une zonation des populations peut-être observée :

- à grande échelle (succession d'amont en aval de 4 zones (zones à truites, à ombres, à barbeau et à brème) qui peuvent être regroupées en deux grands ensembles : zones à *Salmonidae* et à *Cyprinidae*⁷ (Huet, 1949 ; Verneaux, 1973). Cette zonation issue de la classification de Huet (1949) fondée sur la pente et la largeur et nuancée par Verneaux (1973) qui introduisit d'autres paramètres comme la température et la profondeur, a également été mise en évidence aux Etats-Unis (Rahel et Hubert, 1991).
- à plus petite échelle, plusieurs auteurs rapportent une augmentation de la diversité des têtes de bassin aux plaines d'inondations aval (Sheldon, 1968; Jenkins &Freeman, 1972; Evans & Noble, 1979 ; Rahel & Hubert, 1991).

Plusieurs modèles relatifs à la structuration de la diversité biologique ont été adaptés aux écosystèmes lotiques dulçaquicoles afin de modéliser les processus responsables de l'augmentation amont-aval de diversité observée entre les têtes de bassin et l'hyporhithron. Ces principaux modèles sont :

- le modèle de Schlosser (1987), qui décrit l'évolution de l'ichthyocénose selon un gradient amont-aval le long duquel l'augmentation du degré d'hétérogénéité des micro-habitats et la stabilisation de l'habitat physique induit une augmentation de la diversité biologique. Ce modèle repose sur le passage de peuplements répondant à un modèle stochastique en tête de bassin, à des peuplements régis selon un modèle déterministe au niveau des zones avales. En d'autres termes cela revient à dire que lorsque le milieu physique est très variable et contraignant (tête de bassin),

⁷ Le domaine des Salmonidés s'étend du créon au rhithron où les conditions hydrologiques (fort courant) et de température, ainsi que la faible variation naturelle saisonnière de la qualité physico-chimique des eaux permettent le maintien des *Salmonidae* (espèces sensibles). Le domaine des Cyprinidés s'étend quant à lui sur les zones plus calmes du potamon et de la zone estuarienne.

la qualité de l'habitat physique est alors le facteur prépondérant dans la structuration des communautés, les mécanismes biotiques (prédation, compétition) ne pouvant se mettre en place (hypothèse stochastique). Au droit des milieux plus stables et moins contraignant (hyporhithron et potamon), les interactions biotiques peuvent se mettre en place et expliquer la structure spécifique du système (hypothèse déterministe).

- Les modèles des perturbations intermédiaires (Intermediate Disturbances Hypothesis ou IDH) et modèle de Peckarsky selon lequel la diversité maximale d'une communauté est atteinte dans un milieu subissant un niveau moyen de perturbation. En effet, comme nous l'avons vu ci-dessus, un niveau fort de perturbation réduit la diversité d'espèces présentes (modèle stochastique), à contrario un trop faible niveau de perturbation permet à une population d'atteindre son état climacique, état où seules les espèces hautement spécialisées persistent (trop fortes contraintes biotiques (prédation et compétition)), entraînant ainsi la disparition de nombreuses espèces non adaptées (modèle déterministe). Dans les deux derniers cas nous pouvons donc constater que la diversité biologique est réduite.

A ce jour les avancées des travaux scientifiques ne permettent pas de trancher sur le type de modèle idoine à adopter pour caractériser l'évolution du degré de structuration de la diversité biologique le long d'un continuum fluvial, néanmoins il ressort un dénominateur commun de l'ensemble de ces modèles : **l'habitat est le cadre physique sur lequel l'évolution forge les traits de vies des différentes espèces**. L'habitat physique apparaît donc comme facteur important de structuration de l'ichthyocoénose et à plus large échelle des communautés aquatiques composant les différents maillons de consommateurs des réseaux trophiques aquatiques (Hastings, 1990 ; Li & Reynolds, 1995 ; Copper *et al.*, 1997). L'hétérogénéité amont-aval de l'habitat décrite ci-dessus est donc responsable du gradient de structuration de la biodiversité des espèces dulçaquicoles.

2.b- Les milieux tropicaux insulaires

En milieu tropical insulaire, les ichthyocoénoses sont essentiellement composées, pour ce qui concerne les peuplements indigènes, d'espèces diadromes, c'est-à-dire effectuant leur cycle biologique entre le milieu dulçaquicole et marin (cf. Fig. n°3), avec une forte proportion d'espèces amphidromes⁸.

⁸ Amphidrome : poissons vivant en eau douce et dont les larves gagnent le milieu marin pour s'y développer. Les jeunes alevins retournent ensuite en eau douce pour y grandir. La migration n'a pas pour objet la reproduction.

En Nouvelle-Calédonie la composition des ichthyocoénoses répond à ce principe. Elles se composent de quelques espèces vicariantes⁹ (*K. marginata*, *K. rupestris*, *C. plicatilis* et *C. oxyrhynchus*) qui se reproduisent en milieu marin côtier, d'espèces catadromes¹⁰ appartenant toutes à la famille des *Anguillidae* et de nombreuses espèces amphidromes (60% des 101 espèces recensées) des familles des *Eleotridae* et des *Gobiidae*. A leurs côtés, sur la partie inférieures des cours d'eau des espèces marines peuvent être sporadiquement observées (Marquet *et al.*, 2003). Les seuls poissons primaires (strictement inféodés aux eaux douces) ou secondaires (plutôt inféodés aux eaux douces, mais capables de passer des barrières salées étroites) observés, ne sont pas indigènes au territoire (poisson rouge et carpe commune, black bass, tilapia, guppy, xipho et gourami perlé).

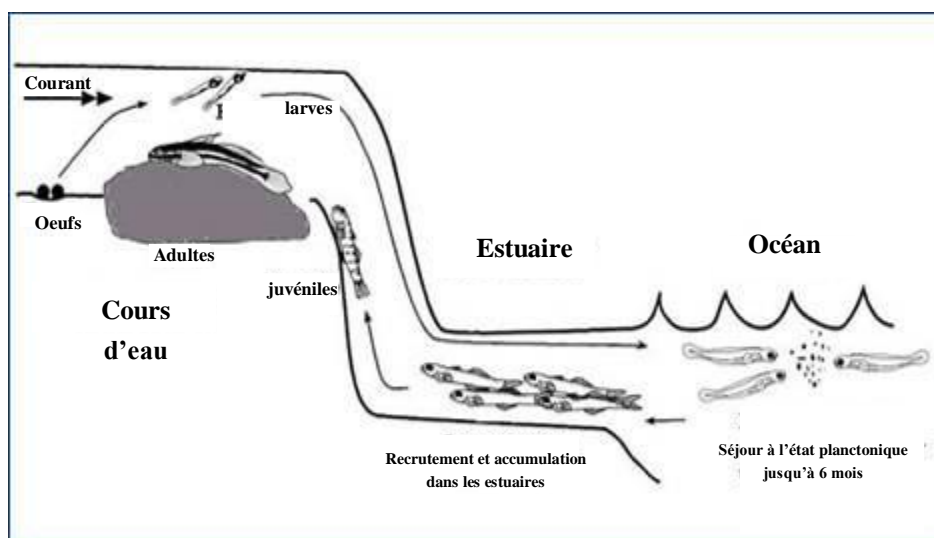


Fig. n°8.3 : Cycle biologique des poissons amphidromes (source : Atlas of Hawaiian watershed and their ressources).

Cette particularité de l'ichthyofaune peut être perçue comme une adaptation à l'habitat physique contraignant des cours d'eau insulaires tropicaux selon un modèle stochastique (Thuesen, 2011). En effet, ces écosystèmes sont marqués par de fluctuations extrêmes de leur hydrologie : sur une même année se succèdent de forts débits (généralement en saison humide) et des conditions d'étiages sévères pouvant aller jusqu'à un assec complet du cours d'eau. L'amphidromie permet alors à l'ensemble des espèces de revenir coloniser un milieu après des fluctuations extrêmes de l'habitat. Nous verrons ultérieurement au sein de ce

⁹ Poisson vicariant : représentant dulçaquicole d'une famille d'origine marine.

¹⁰ Poisson catadrome : passe la majeure partie de leur cycle biologique en eau douce et migre vers le milieu marin pour s'y reproduire.

document que ce caractère particulier a joué un rôle important dans le processus de recolonisation du creek de la Baie Nord suite à l'accident de 2009.

A l'instar des hydrosystèmes tempérés où une zonation longitudinale des communautés piscicoles est observée du fait de l'agencement amont-aval des différentes unités hydrogéomorphologiques ou séquences de faciès composant les cours d'eau, une répartition amont-aval des ichthyocoenoses tropicales insulaires existe. Dans ces milieux, cette répartition va en premier lieu, étroitement dépendre de la capacité de franchissement des différentes espèces, c'est-à-dire de leur capacité à remonter les cours d'eau dont les pentes sont parfois importantes et sur lesquels des obstacles naturels sont souvent présents (cascades). En Nouvelle-Calédonie, la zone amont des cours d'eau est peuplée par le genre *Lentipes* dont les différentes espèces sont capables de franchir à l'aide de leur ventouse pelvienne, des chutes de plusieurs centaines de mètres de hauteur (Evenhuis & Fitzsimons, 2007). Un peu plus bas nous pouvons observer les individus du genre *Sicyopterus* et *Awaous guamensis* (Evenhuis & Fitzsimons, 2007 ; Keith *et al.*, 2000 ; Keith *et al.*, 2002). Le genre *Syciopus* remonte également assez haut le long des cours d'eau, mais son incapacité à franchir des obstacles présentant une ampleur aussi importante que ceux franchis par les *Lentipes*, les *Sicyopterus* et *Awaous guamensis* limite son aire de répartition à des zones plus basses. De la même façon, les représentants du genre *Stiphodon* sont limités dans leur montaison par la présence de cascades supérieures à 5 à 10 m. La plupart des autres *Gobiidae* présentent des capacités de franchissement moindres et se retrouvent cantonnés à l'aval des premières chutes (*Glossobius*, *Stenogobius*, *Eleotris*).

D'autre part, la phase de dévalaison des larves suivant l'éclosion des œufs est également primordiale et peut s'avérer être un facteur explicatif de la zonation longitudinale des espèces voire être un facteur limitant la présence de certaines espèces dans certains types de cours d'eau. En effet, la durée de vie en eau douce de ces larves est limitée à quelques jours, durée au-delà de laquelle elles meurent, si elles n'ont pas atteint le milieu marin. Un accès direct à la mer est donc nécessaire. Ce dernier point est un des facteurs explicatifs du fait que les grandes rivières tropicales présentant un cours inférieur large et à faible courant s'accompagnant d'un delta estuarien bien développé, représentant un obstacle à la dévalaison des larves, ne sont pas colonisées par certaines espèces (Evenhuis & Fitzsimons, 2007 ; McDowall, 2009).

A large échelle, la pente et les ruptures de pente, apparaissent donc comme des facteurs structurant de la répartition des différentes espèces le long du continuum fluvial. En Nouvelle-Calédonie une zonation longitudinale fonctionnelle reposant sur ces principes a été établie par Marquet et coll. (2003), pour expliquer la structuration de l'ichthyocœnose. Cette classification basée en premier lieu sur les métriques « altitude » et « vitesse du courant », se compose de 5 zones :

- Les têtes de bassin : au-delà de 800 m d'altitude ;
- Le cours supérieur entre 450 et 800 m d'altitude ;

- Le cours moyen entre 150 et 450 m d'altitude ;
- La partie basse des cours d'eau entre 50 m et 150 m d'altitude ;
- Le cours inférieur en dessous de 50 m d'altitude.

Les quatre dernières zones incluant une même sous-zonation : zones calmes (0 à 30 cm/s), courant moyen (30 à 75 cm/s) et courant rapide (75 à > 100 m/s).

Ces 5 zones ont été regroupées par les mêmes auteurs en 3 grands ensembles fonctionnels se différenciant en fonction de la pente et donc de la vitesse du courant et de la granulométrie :

- **Le cours supérieur**, caractérisé par une forte pente (> 10%) et donc un courant élevé. Le substrat est essentiellement composé de gros blocs issus de la roche mère et de dalle de « bedrock » apparentes. La distance séparant cette zone à l'embouchure est très variable et dépend des caractéristiques du bassin versant. La séquence de faciès ou habitats physiques présents est de type « step-pool ». Cette zone peut être assimilée au crénon défini pour les cours d'eau tempérés ;
- **Le cours moyen** à une pente moyenne générale inférieure à 10% le fond est formé de galets et de blocs, ainsi que de fonds sableux dans les portions à faible courant. La séquence de faciès rencontrée est de type « riffle-pool » ou « seuil-mouille ». Cette zone peut s'apparenter au rhithron des zones tempérées ;
- **Le cours inférieur** correspond à la partie du cours d'eau situé sur la plaine littorale. Cette partie peut donc être absente sur certaines zones de la côte Est et est à l'opposé bien développée sur la côte Ouest. La pente et la vitesse du courant y sont faibles et le substrat est plutôt fin (sable, limons) dans la partie aval et encore grossier (galets, graviers et blocs) dans la partie amont. La séquence de faciès est à dominante lentique dans la zone aval alors que la séquence « seuil-mouille » est encore visible en amont.

Au sein de ces différentes zones, les micro-habitats classiquement observés au droit des différentes séquences de faciès composant les différentes zones des cours d'eau (Kryon, crénon, rhithron et potamon) sont présents. La répartition de ces micro-habitats va, au niveau du tronçon, régir la répartition des différentes espèces. Au niveau des mouilles vont être préférentiellement observés les individus appartenant aux espèces *K. rupestris* et à la famille des *Anguillidae*. Pour les *Gobiidae*, Keith et al. (2002), ont mis en évidence que leur présence était positivement corrélée à la présence de substrat dur. En effet, ces espèces ont des habitudes trophiques de type « grazer », c'est-à-dire qu'elles se nourrissent des micro-algues (diatomées) ou algues qui se développent sur les galets et blocs. Un autre facteur important selon ce même auteur, est la présence d'une couverture végétale importante sur les berges et recouvrant une partie de la rivière tout en laissant des placettes ensoleillées. Ce dernier point s'expliquerait par (i) : le fait que l'ensoleillement augmente la production primaire au droit de

ces milieux pauvres en nutriments et/ou (ii) : que les mâles de certaines espèces auraient besoin de la lumière du soleil lors de leur parade nuptiale pour propager leurs couleurs irisées (Keith, 2002).

Aux regards de ces connaissances sur la structuration de l'ichthyobiocoénose néo-calédonienne il apparaît donc qu'il existe un gradient longitudinal le long duquel une augmentation de la biodiversité est observée des têtes de bassin aux zones estuariennes. L'habitat physique et son caractère contraignant apparaissant comme une variable structurante d'ensemble, mais également structurante à l'échelle du tronçon, où une répartition des différentes espèces va se faire en fonction des différents faciès présents (Marquet et al., 2003), se doit donc d'être considéré avec attention lors de l'interprétation de tout résultat de suivi des populations piscicoles.

Annexe 4 : Analyses

ACP : Matrice des abondances absolues des différentes espèces inventoriées au droit des stations CBN-10 et CBN-70 lors des différentes campagnes s'étant déroulées en automne/hivers austral.

(Les données sont transformées selon le modèle : $Y = \text{Log}(X+1)$).

	<i>Anguilla marmorata</i>	<i>Anguilla australis</i>	<i>Anguilla megastoma</i>	<i>Anguilla obscura</i>	<i>Anguilla reinhardtii</i>	<i>Awaous guamensis</i>	<i>Cestraeus sp.</i>	<i>Crenimugil crenilabis</i>	<i>Eleotris sp.</i>	<i>Glossogobius celebius</i>	<i>Kuhlia marginata</i>	<i>Kuhlia rupestris</i>	<i>Liza tade</i>	<i>Protogobius attiti</i>	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	<i>Sicyopterus sarasini</i>
Total 04	0,47712125	0	0	0	0,60205999	0,47712125	1,07918125	0,77815125	1,32221929	0	0,30103	1,47712125	0,77815125	0	0,30103	0
Total 07	1,04139269	0,30103	0,30103	0,30103	1,07918125	1,64345268	1,51851394	1,14612804	1,76342799	0	1,25527251	1,81291336	0	1,43136376	0,30103	0,47712125
Total 06-09	1	0	0	0	1,11394335	0	0	0	1,25527251	0,47712125	1,76342799	2,16731733	0	0	1	0,60205999
Total 05-10	1,04139269	0	0	0	1,23044892	1,78532984	0	0,30103	1,462398	1,2787536	1,11394335	1,41497335	0,30103	0,30103	0,60205999	0
Total 06-11	1,2787536	0	0	0	1,54406804	1,92427929	0	0	2,32633586	1,61278386	2,09342169	2,12385164	0	0	1,79934055	0
Total 06-12	0,30103	0	0	0	0	1,56820172	0,30103	1,25527251	1,462398	1,14612804	1,14612804	1,65321251	0,30103	0	1,23044892	0

Résultats du test de Shapiro-Wilk (test de normalité)

Seuil de confiance retenue = 0.95

Hypothèses testées :

H_0 : les données proviennent d'une population dont la distribution est normale

H_1 : les données ne proviennent pas d'une population dont la distribution est normale

En rouge sont identifiées les populations pour lesquelles H_0 est rejetée.

	<i>Anguilla marmorata</i>	<i>Anguilla australis</i>	<i>Anguilla megastoma</i>	<i>Anguilla obscura</i>	<i>Anguilla reinhardtii</i>	<i>Awaous guamensis</i>	<i>Cestraeus sp.</i>	<i>Crenimugil crenilabis</i>	<i>Eleotris sp.</i>	<i>Glossogobius celebius</i>	<i>Kuhlia marginata</i>	<i>Kuhlia rupestris</i>	<i>Liza tade</i>	<i>Protogobius attiti</i>	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	<i>Sicyopterus sarasini</i>
Valeur du test (w)	0,869	0,496	0,496	0,496	0,919	0,823	0,789	0,875	0,838	0,889	0,951	0,904	0,796	0,616	0,917	0,686
P-value	0,216	0,0001	0,0001	0,0001	0,487	0,086	0,044	0,242	0,116	0,308	0,769	0,385	0,051	0,0001	0,469	0,003

AFC : Matrice des abondances absolues des différentes espèces inventoriées au droit des stations CBN-10 et CBN-70 lors des différentes campagnes s'étant déroulées en automne/hiver austral.

	saison 2004	saison 2007	saison 2009	saison 2010	saison 2011	saison 2012
<i>Anguilla marmorata</i>	2	10	9	10	18	1
<i>Anguilla australis</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Anguilla megastoma</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Anguilla obscura</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Anguilla reinhardtii</i>	3	11	12	16	34	0
<i>Awaous guamensis</i>	2	43	0	60	83	36
<i>Cestraeus sp.</i>	11	32	0	0	0	1
<i>Crenimugil crenilabis</i>	5	13	0	1	0	17
<i>Eleotris sp.</i>	20	57	17	28	211	28
<i>Glossogobius celebius</i>	0	0	2	18	40	13
<i>Kuhlia marginata</i>	1	17	57	12	123	13
<i>Kuhlia rupestris</i>	29	64	146	25	132	44
<i>Liza tade</i>	5	0	0	1	0	1
<i>Protogobius attiti</i>	0	26	0	1	0	0
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	1	1	9	3	62	16
<i>Sicyopterus sarasini</i>	0	2	3	0	0	0