



ÉTUDE DES ESPÈCES DULÇAQUICOLES (POISSONS ET CRUSTACÉS
DÉCAPODES) DES RIVIÈRES NI ET POURINA
(CÔTE OUBLIÉE, PROVINCE SUD, NOUVELLE-CALÉDONIE)



P. KEITH, C. LORD, G. SEGURA, P. GAUCHER



Janvier 2009

TABLE DES MATIÈRES

A- OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

B- RAPPEL PHYSIQUE ET ÉCOLOGIQUE : CONTEXTE GÉNÉRAL

1- Caractéristiques du milieu

1.1- Le réseau hydrographique

1.2 - La zonation des cours d'eau

2 - Les peuplements aquatiques

2.1- Biogéographie et biodiversité

2.2- Tolérance à la salinité et zonation longitudinale

C- SYNTHÈSE SUR L'ÉCOLOGIE ET LA BIOLOGIE DES GOBIIDAE AMPHIDROMES DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE

1- La reproduction

1.1- Nidification, ponte et vie larvaire

1.2- Système d'accouplement et Sexualité

2- Recrutement, distribution et microhabitats

2.1- Le recrutement dans les rivières

2.2- La nage en bancs

2.3- Migration vers l'amont

2.4- Habitats préférentiels et zonation

D- ÉCHANTILLONNAGE DES PEUPLEMENTS DE POISSONS ET DE CRUSTACÉS: METHODES

1- Mesures in situ

2- Échantillonnage des poissons et des macrocrustacés

2.1- Méthodes

2.2- Collecte des données de pêche

2.3- Collecte des données d'habitats et typologie des rivières

2.4- Traitement des données d'échantillonnages

E- RÉSULTATS

1- Caractérisation des rivières Ni et Pourina

2- Inventaire des espèces dulçaquicoles (poissons et décapodes) de la Ni et de la Pourina

2.1- Espèces rencontrées et biodiversité

2.2- Captures par unité d'effort (CUE) : apprécier « l'abondance » des espèces

3- Profil écologique des espèces, préférences d'habitats

3.1- Rappel conceptuel

3.2- Profils écologiques des espèces

F- CONCLUSION

Perspectives en matière de gestion et conservation

Perspectives de travail

G- BIBLIOGRAPHIE



Pourina

ÉTUDE DES ESPÈCES DULÇAQUICOLES (POISSONS ET CRUSTACÉS DÉCAPODES) DES RIVIÈRES NI ET POURINA (CÔTE OUBLIÉE, PROVINCE SUD, NOUVELLE-CALÉDONIE)

A- OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Il s'agissait de recenser sur les bassins des rivières Ni et Pourina de la « Côte oubliée » toutes les espèces de poissons endémiques existants et, pour les deux espèces les plus menacées d'extinction (*Protogobius*, *Sicyopterus sarasini*), d'évaluer l'état des populations, leur répartition en rivière, de déterminer les préférences d'habitats (vitesse de courant, substrat, faciès) et de donner des éléments de gestion et de conservation aux autorités provinciales.

L'étude des espèces dulçaquicoles, coordonnée par le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), a été réalisée du 10 au 14 novembre 2008.

B- RAPPEL PHYSIQUE ET ÉCOLOGIQUE

1- Caractéristiques du milieu

1.1- Le réseau hydrographique

Les cours d'eau de la zone des bassins versants dépendants des Massifs de la Ni et de la Pourina, sont en général orientés perpendiculairement à la côte.

Les écoulements d'eau sont caractérisés par de profondes variations en fonction des caractéristiques orographiques, des localités, des saisons, du couvert végétal et des épisodes particuliers tels que les crues cycloniques ou au contraire les phénomènes de sécheresse. Nous avons pu constater, en particulier sur la Ni que les variations de niveau pouvaient être très grandes et les nombreuses résurgences observées laissent à penser que la nappe doit être particulièrement importantes.

1.2 - La zonation des cours d'eau

Les cours d'eau des bassins versants de la Ni et de la Pourina peuvent être découpés en 5 zones selon l'altitude et la vitesse du courant :

- zone des sources au delà de 800 mètres d'altitude,
- cours supérieur entre 450 et 800 mètres d'altitude,
- cours moyen entre 150 et 450 mètres d'altitude,
- partie basse des cours d'eau entre 50 et 150 mètres d'altitude,
- cours inférieur en dessous de 50 mètres d'altitude.

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

Ces 5 zones peuvent être regroupées fonctionnellement en trois zones plus grandes définies en fonction de la pente, de la vitesse moyenne du courant et de la granulométrie du substrat : le *cours supérieur*, le *cours moyen*, le *cours inférieur* (Keith *et al.*, 2002 ; Marquet *et al.*, 2003) :

Ces trois grandes zones sont définies par quelques critères spécifiques :

- * le *cours supérieur* est caractérisé par une pente forte (généralement plus de 10 %) et donc un courant élevé. Le substrat est le plus souvent composé de très gros blocs issus de la roche mère. La délimitation avec le cours moyen correspond généralement à un accident topographique de type cascade ou rapide. La distance séparant ce tronçon de l'embouchure est très variable, elle dépend largement des caractéristiques géologiques du bassin versant.

- * le *cours moyen* a une pente moyenne général inférieure à 10 %. Le fond est formé de galets et de blocs. On peut y rencontrer des fonds sableux dans les portions à faible courant. La longueur de cette zone est fonction de l'origine géologique du bassin versant.

- * le *cours inférieur* correspond à la partie du cours d'eau située dans la plaine littorale, sa longueur est donc le plus souvent réduite. On distingue pour cette zone, deux parties bien distinctes : l'estuaire directement soumis aux influences marines et la partie amont où les eaux sont faiblement conductrices. Dans certains cas, les estuaires peuvent être très larges et l'intrusion saline peut remonter assez haut dans le bassin. La pente et la vitesse du courant sont nulles ou très faibles, c'est une zone de fortes accumulations. Au sein de l'estuaire, les sédiments sont essentiellement sablo-vaseux tandis que dans la partie amont la granulométrie est plus grossière (graviers, galets, blocs). Cette dernière zone n'est pas présente dans tous les cours d'eau. Pour certains, elle s'apparente au cours moyen concernant les vitesses du courant et la granulométrie. Les influences marines y sont alors plus limitées (Keith *et al.*, 2002 ; Marquet *et al.*, 2003).

Au sein de chacune des zones, il existe des relations entre le faciès d'écoulement et les espèces. La majorité des espèces sont présentes dans les faciès où la vitesse de l'écoulement n'est pas trop rapide. A l'inverse, les peuplements des faciès caractérisés par un fort courant, de type rapide ou escalier, ne comptent souvent que des espèces présentant des adaptations spécifiques (cas des *Sicyopterus* qui, grâce à leur ventouse ventrale, sont capables de résister aux forts courants).

Il est important de noter que cette zonation n'est qu'un outil de caractérisation des unités d'écoulement d'une portion de rivière à un instant donné. La variabilité de l'écoulement des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie et leur caractère torrentiel ont pour conséquence de transformer très rapidement un faciès en un autre, en particulier sur ces massifs où la pluviosité est importante.



2 - Les peuplements aquatiques, quelques rappels

2.1- *Biogéographie et biodiversité*

La faune aquatique de la Nouvelle-Calédonie est un mélange d'éléments anciens aux affinités australiennes et même circum-Antarctique, d'éléments asiatico-indonésiens et d'intrus Indo-Pacifiques récents d'origine marine (Keith, 2002). En effet, les milieux aquatiques de la Nouvelle-Calédonie ont été essentiellement colonisés à l'origine par des espèces marines remontant dans les estuaires ou par des espèces migratrices amphihalines réalisant une partie de leur cycle biologique en eau douce (anguilles, Gobiidae, Eleotridae) (Voir chapitre sur « l'écologie et la biologie des Gobiidae amphidromes », ce document). L'isolement et l'adaptation de certaines populations ont ensuite favorisé le développement d'un certain endémisme tant chez les poissons que chez les crustacés décapodes. Certaines espèces sont ainsi limitées à quelques bassins versants.

Les rivières du sud sur substrat ultramafique et avec de nombreux secteurs à pente forte ont un taux d'endémisme parfois supérieur à 40% et possèdent des espèces que l'on ne trouve nulle part ailleurs en Nouvelle-Calédonie.

2.2- *Tolérance à la salinité et zonation longitudinale*

La compréhension de la répartition biogéographique et de l'écologie des espèces nécessite de classer celles-ci en fonction de leur tolérance à la salinité, critère majeur d'adaptation en milieu insulaire. A partir des travaux de Myers (1949) adaptés par Banareescu (1990) puis par Mc Dowall (1997) et Keith (1998, 2002), on peut proposer la classification suivante :

- 1- Les poissons Primaires sont strictement intolérants aux eaux salées.
- 2- Les poissons Secondaires sont plutôt inféodés aux eaux douces, mais sont capables de passer des barrières salées étroites.

3- Les poissons Diadromes migrent alternativement entre l'eau salée et l'eau douce selon la période de leur vie. Ils comprennent trois sous catégories :

3.1- Les poissons Anadromes (ils passent la majorité de leur vie dans l'eau de mer et ils migrent dans l'eau douce pour s'y reproduire).

3.2- Les poissons Catadromes (ils passent la majorité de leur vie dans l'eau douce et ils migrent dans l'eau de mer pour s'y reproduire).

3.3- Les poissons Amphidromes (les femelles pondent dans l'eau douce de très nombreux ovules fertilisés ensuite par les mâles. Après leur éclosion, les larves, entraînées par le courant, gagnent la mer où la durée de leur séjour est variable. Les jeunes alevins retournent ensuite dans l'eau douce pour y poursuivre leur croissance. La migration n'a pas pour objectif la reproduction, comme c'est le cas dans les deux catégories précédentes).

4- Les poissons Vicariants sont présumés non diadromes et sont des représentants d'eau douce d'une famille d'origine marine.

5- Les poissons Complémentaires sont des poissons d'eau douce souvent ou habituellement diadromes et appartenant à des groupes marins. Ils deviennent dominants en eau douce si les catégories 1, 2 et 4 ne sont pas présentes.

6- Les poissons Sporadiques sont des poissons vivant indifféremment en eau douce ou salée ou qui rentrent en eau douce sporadiquement sans vraie migration.

Les espèces d'eau douce vraies se répartissent, en réalité, en deux groupes : les poissons primaires, appartenant à des familles de poissons strictement inféodés aux eaux douces, et les poissons secondaires, appartenant à des familles capables de franchir de courtes barrières océanes salées pour rejoindre un autre bassin. Cette capacité plus ou moins grande de dispersion et de colonisation selon les espèces est à la base de la compréhension des variations de peuplements ichthyologiques selon les milieux et les époques.

Comme la plupart des "îles" du Pacifique, la Nouvelle-Calédonie bien que d'origine continentale, se caractérise par l'absence de poissons primaires ainsi d'ailleurs que de poissons secondaires indigènes, en effet : les tilapias *Oreochromis mossambicus* et *Sarotherodon occidentalis*, le guppy *Poecilia reticulata*, le xipho *Xiphophorus hellerii* et le gourami perlé *Trichogaster pectoralis*, seuls poissons primaires présents sur le territoire, ont été introduits.

En Province sud, les poissons vicariants sont essentiellement représentés par les carpes ou doules (*Kuhlia marginata* et *K. rupestris*). Elles fréquentent uniquement les eaux courantes, de l'estuaire jusqu'au cours moyen.

Les poissons diadromes catadromes sont représentés par les espèces d'anguilles, bien que parfois rares sur substrat ultramafique. *Anguilla marmorata* est l'espèce la plus fréquente, du cours inférieur au cours supérieur.

Par suite de l'absence de poissons primaires et de poissons secondaires indigènes, les rivières sont donc surtout colonisées par des poissons **diadromes amphidromes**. Ils comprennent essentiellement deux familles, les **Gobiidae** et les Eleotridae et leur répartition dépend essentiellement de deux facteurs étroitement liés : l'altitude et la force du courant. *Awaous guamensis*, *Stenogobius* et les *Glossogobius* sont cantonnés au cours inférieur des rivières et aux eaux stagnantes littorales. *Sicyopterus sarazini* et *Sicyopterus lagocephalus* sont capables de franchir les cascades. Les Eleotridae se rencontrent aussi bien dans les eaux courantes, là où le courant est faible, de l'estuaire au cours moyen, que dans les eaux stagnantes.

En ce qui concerne les crustacés, les espèces inventoriées sont essentiellement diadromes amphidromes ou vicariantes.

*La faune des eaux intérieures de la Province sud ne peut donc pas être considérée comme une faune d'eau douce classique, puisque la majorité des espèces possède des stades larvaires marins ou au moins d'eaux saumâtres. Le fait que les conditions écologiques deviennent de plus en plus contraignantes avec l'altitude (fort courant, rareté, indisponibilité de la nourriture) explique que près des trois quarts des espèces soit cantonnées à une seule zone (le cours inférieur), tandis que seulement quelques-unes (*Anguilla marmorata*, *Sicyopterus lagocephalus*, *Macrobrachium lar*,...) peuvent être trouvées depuis le cours inférieur jusqu'au cours supérieur de la rivière et que très peu vivent seulement (à l'état adulte) dans le cours supérieur. Le nombre d'espèces de poissons d'eau douce diminue progressivement de l'embouchure vers l'amont des rivières. Cette diminution est brutale après le franchissement d'une cascade. En revanche, elle est moins nette pour les crustacés, plus aptes à franchir ce type d'obstacle.*

Dans les cas de la Ni et de la Pourina, toutes les espèces ont été systématiquement recherchées.

C- SYNTHÈSE SUR L'ÉCOLOGIE ET LA BIOLOGIE DES GOBIIDAE AMPHIDROMES DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE

Afin de mieux appréhender les problèmes de gestion et de conservation des amphidromes, nous avons résumé ci-dessous les principales données connues concernant leur écologie et leur biologie.

Les milieux insulaires de la région Indo-Pacifique possèdent des espèces dulçaquicoles tout à fait originales. Les rivières sont en effet colonisées par des espèces dont le cycle vital s'est adapté aux caractéristiques particulières de ces milieux jeunes, pauvres en éléments nutritifs et soumis à de fortes variations saisonnières climatiques et hydrologiques. Ces espèces pondent en eau douce, les larves dévalent vers la mer où elles vivent une phase planctonique puis retournent vers les rivières où elles grossissent et se reproduisent.

Ces espèces sont parfois au bord de l'extinction en raison de la complexité de leur cycle biologique et des particularités hydrologiques des îles.

La Nouvelle-Calédonie abrite 102 espèces dulçaquicoles (65 poissons et 37 crustacés). Parmi celles-ci, le mode de vie amphidrome est présent chez 60% des espèces. Chez les poissons ce sont les Eleotridae mais surtout les Gobiidae qui ont le plus développé ce mode de vie (Keith *et al*, sous presse).

Nous connaissons peu les modalités qui ont régi la mise en place d'un tel cycle biologique et les paramètres qui ont conduit à l'évolution de ce groupe, mais ces Gobiidae constituent souvent la biodiversité la plus importante dans les rivières des systèmes insulaires Indo-Pacifiques ainsi que le taux d'endémisme le plus grand. C'est le cas en Nouvelle-Calédonie.

1. La reproduction

1.1- Nidification, ponte et vie larvaire

Les travaux sur la biologie de la reproduction des gobioides dulçaquicoles sont peu nombreux, surtout en milieu naturel. Les espèces qui ont été étudiées viennent d'habitats divers assez représentatifs de l'éventail des habitats utilisés par ces poissons (Keith, 2003).

Certaines espèces de gobies amphidromes sont semelpares ou font une ponte par saison tandis que d'autres espèces ont des pontes répétées (Keith, 2003). La fécondité est connue pour peu d'espèces amphidromes. On connaît celle de *Sicyopterus lagocephalus* (espèce présente dans toute la région Indo-Pacifique dont la Calédonie (Keith *et al.*, 2005)) dont la femelle pond 50.000 à 70.000 ovules (Delacroix, 1987 ; Keith *et al.*, 1999).

En général, les œufs sont pondus sur le fond, souvent sur le dessous des supports, mais parfois sur ou dans la végétation. Chez les *Lentipes* (comme le nez rouge calédonien), les nids sont situés plutôt sous un gros rocher à l'écart du chenal principal, près des berges. Le nombre d'ovules dans les ovaires varie de 12.000 à 14.000. Après une parade nuptiale, le mâle conduit la femelle sur le site de ponte. Normalement, les femelles quittent le nid ou en sont chassées immédiatement après la ponte et ce sont les mâles qui prennent en charge tous les soins et les activités de surveillance des œufs.

Les femelles pondent donc leurs œufs en eau douce où ils éclosent après 24 à 70 heures (Lindstrom et Brown, 1994). Les larves vésiculées sont transportées vers la mer par les courants où elles mènent une vie planctonique de durée variable selon les espèces. Le recrutement des post-larves à l'embouchure des rivières se déroulerait tout au long de l'année, mais serait plus intense à certaines périodes (Keith, 2003).

Lorsqu'elles arrivent à l'embouchure, les post-larves sont transparentes ou légèrement pigmentées et elles atteignent 13 à 25 mm de longueur standard selon l'espèce (Keith *et al.*, 2006).

Peu de temps après leur entrée en eau douce, les juvéniles vont subir plusieurs changements dans leur coloration et les formes de nageoires. Les nageoires pectorales et la caudale se développent, ainsi que le disque pelvien nécessaire pour remonter la rivière. Il y a aussi des changements sur la bouche et la structure de la mâchoire ainsi que sur l'appareil digestif (Tomihama, 1972). Les juvéniles doivent passer d'un mode d'alimentation planctonique à un mode benthique où ils "broutent" le substrat.

1.2- Système d'accouplement et Sexualité

Il y a peu de données disponibles sur ce sujet. En ce qui concerne les quelques espèces de gobies étudiées, le schéma le plus courant semble être la polygamie, les mâles gardant les nids qui contiennent des œufs provenant de plusieurs femelles (Daoulas *et al.*, 1993).

2- Recrutement, distribution et microhabitats

2.1- Le recrutement dans les rivières

Pour des îles océaniques comme la Nouvelle-Calédonie, à plusieurs centaines ou milliers de kilomètres de tout autre habitat d'eau douce, l'amphidromie requiert des capacités migratoires particulières pour les larves et les juvéniles. Les larves doivent être capables de trouver les eaux douces après plusieurs mois passés en mer à l'état larvaire (Keith, 2003 ; Keith *et al.*, 2006).

Le recrutement des gobies est souvent associé à des périodes de fortes pluies. Le flux d'eau douce des rivières est fortement attractif, pour leur migration vers l'intérieur. Même les rivières intermittentes, qui ne coulent qu'après les gros orages attirent les post-larves. Le mouvement de ces jeunes poissons de l'océan vers les rivières (mais aussi pour les macro-

invertébrés en particulier les *Macrobrachium*) est le lien essentiel qui permet de boucler leur cycle amphidrome. Le maintien de l'intégrité de ce système est essentiel pour le maintien durable des ressources dans les eaux douces des systèmes insulaires.

Les juvéniles migrent ensuite vers l'amont, vers l'habitat de l'adulte. Le timing et les mécanismes d'orientation qui permettent la réussite de cette migration sont encore relativement inconnus.

Pour entrer en rivière, les post-larves sélectionnent la plupart du temps un trajet près de la ligne de rivage où le courant est faible et peu s'inverser (contre courant) durant la houle ou la marée.

Les post-larves se rassemblent d'abord près du rivage, puis commencent leur migration dans l'estuaire dès les premières lueurs du jour et à différentes périodes de la journée selon les espèces. Ainsi les post-larves de *Lentipes* entrent en rivière principalement le jour avec les vagues de la marée montante et migrent directement vers l'amont. Aucune espèce de gobie amphidrome (adulte ou non) ne semble développer d'activité nocturne, ce qui implique que les individus qui pénètrent le matin ont un double avantage : ils peuvent aller plus haut et ils augmentent rapidement la distance qui les sépare des prédateurs dont la concentration est importante en estuaire.

Les post-larves des *Sicyopterus lagocephalus* sont de puissantes nageuses avec des nageoires bien développées et une ventouse pelvienne puissante qui leur permet de monter rapidement et très haut (Keith *et al.*, 1999 ; Keith *et al.*, 2002 ; Keith *et al.*, 2006) sur le bassin versant. *Awaous guamensis* est un grimpeur plus lent et il compte sur la marée pour se déplacer vers l'amont (Keith *et al.*, 2000).

2.2- La nage en bancs

Les fonctions anti-prédateurs et acquisition de nourriture sont les facteurs premiers régissant le comportement de nage en bancs (Pitcher et Parrish, 1993). En raison du parcours que les post-larves ont à réaliser de la mer à la rivière et les inévitables rencontres avec les prédateurs (*Kuhlia* sp, chassant en pleine eau, *Eleotris* sp chassant à l'affût...) certaines espèces de gobies amphidromes ont développé une stratégie de migration en banc. Cette nage en banc n'existe que chez les post-larves, mais jamais ni chez les juvéniles, ni chez les adultes.

Nos travaux dans la région Indo-pacifique ont montré que les post-larves de *Sicyopterus lagocephalus* se déplaçaient seules ou en petits bancs simples ou mixtes d'une trentaine à plusieurs centaines d'individus, variables selon les îles : remontées massives de bancs de bichiques à la Réunion (Delacroix, 1987 ; Keith *et al.*, 1999), mais plus faibles à Tahiti (Keith *et al.*, 2002) et encore plus faibles en Nouvelle-Calédonie (Marquet *et al.*, 2003 ; Keith *et al.*, 2006).

2.3- Migration vers l'amont

Les juvéniles doivent migrer vers les habitats qu'ils occuperont à l'état adulte. Des trois genres qui vivent le plus haut (*Lentipes*, *Sicyopus*, *Sicyopterus*), seul *Lentipes* va directement vers l'amont, tandis que les autres prennent plus de temps pour leurs migrations. Les post-larves de *Lentipes* par exemple ne restent pas plus d'une journée dans l'estuaire et migrent directement vers l'amont. Au-dessus de la première chute importante, qui agit comme barrière

pour les prédateurs, la nage en banc et les comportements d'échappement sont remplacés par des interactions agonistiques entre juvéniles qui concourent pour l'espace et la nourriture.

Les adultes de *Lentipes* sont territoriaux (surtout les mâles). Les mâles établissent un territoire sur des sites toujours situés dans des zones avec un courant assez important et une bonne visibilité. Leur taille varie de 0,1 à 4 m² ; ils sont plus grands dans les zones calmes et plus petits dans les radiers (Keith, 2003).

En-dehors de la période de reproduction, le mâle se fixe sur un ou plusieurs postes d'observation situés près du centre de son territoire, ce qui permet de détecter les autres mâles et la nourriture qui dérive.

Les femelles se déplacent entre les territoires de différents mâles et si elles sont gravides, elles sont courtisées.

Au-dessus de la "barrière" des premières chutes, la plupart des juvéniles des espèces amphidromes vont développer des colorations foncées et défendre un territoire provisoire d'alimentation et de repos. Des congénères sont alors obligés de migrer vers l'amont. Chez certaines espèces la descente des adultes vers l'aval au moment de la reproduction (Ego, 1956) redistribue la population adulte et libère des places en amont pour les juvéniles.

2.4- Habitats préférentiels et zonation

D'une façon assez générale, la première chute d'eau importante constitue un facteur déterminant pour la zonation des espèces dans la rivière.

Les gobies amphidromes et les crustacés décapodes ont une distribution longitudinale spécifique. Les *Lentipes* sont souvent les espèces qui montent le plus haut. Les *Eleotris*, les *Awaous* et les *Stenogobius* ne dépassent pas, en général, le cours inférieur et la première chute d'eau (Keith *et al.*, 2002) ; Les *Stiphodons* ne dépassent pas les grandes chutes de 5 à 10 m et les *Sicyopus* montent un peu plus haut; les *Sicyopterus* franchissent de grosses chutes et peuvent monter jusqu'au cours supérieur où ils côtoient les *Lentipes* (Keith *et al.*, 2000 ; Keith *et al.*, 2002 ; Keith *et al.*, 2006).

Les gobies, les crustacés Palaemonidés du genre *Macrobrachium* ou les Atyidés sont souvent plus abondants dans les zones situées au-dessus des cascades où les prédateurs sont moins nombreux.

En général, le type d'habitat (radier, plat...) et le type de substrat déterminent la distribution des espèces et leur abondance. La corrélation positive entre la densité des gobies et le pourcentage de substrat dur sur les stations est le résultat du régime alimentaire herbivore de ces espèces. Ces gobies se nourrissent en raclant les diatomées ou les algues qui poussent sur les surfaces dures dans la rivière (Keith *et al.*, sous presse).

Un autre facteur important pour l'habitat des gobies est celui du pourcentage de la couverture végétale sur les berges. La densité de poissons est la plus importante là où la couverture végétale est grande sur les berges mais ne couvrant pas, avec son port, la totalité de la rivière et laissant ainsi des secteurs ensoleillés. Ceci, probablement parce que les secteurs ensoleillés permettent un plus grand développement de la productivité primaire sur les rochers et donc des algues dont se nourrissent les gobies. Mais cela n'est peut-être pas la seule raison ; on peut aussi émettre l'hypothèse d'un rôle de la lumière dans la propagation des couleurs irisées des mâles en parade (Keith, 2002). C'est en tout cas un facteur qui contribue à la distribution.

La connaissance de ces 2 facteurs (densité/couvert végétal et densité/substrat dur) est une première étape pour déterminer les facteurs d'habitat prépondérants pour les gobies amphidromes et pour prédire les effets écologiques de toute perturbation ou toute modification de milieu (Keith *et al.*, sous presse).

D- ECHANTILLONNAGE DES PEUPLEMENTS DE POISSONS ET DE CRUSTACÉS: METHODES

1- Mesures *in situ*

Les stations de pêche choisies sur les bassins de la Ni et de la Pourina ont toutes fait l'objet de mesure des paramètres physico-chimiques de base *in situ* (pH, conductivité (en micro-siemens) et température (en degré Celsius)) ainsi que d'une prise des coordonnées GPS (X,Y).

2-Échantillonnage des poissons et des macrocrustacés

2.1- Méthodes

Les investigations du milieu sont réalisés par Échantillonnage Ponctuel d'Abondance (EPA). Il s'agit d'échantillonner en pêche électrique un grand nombre de points répartis de façon aléatoire dans le cours d'eau. L'emplacement des points doit respecter la proportion et la diversité des faciès d'écoulement. La surface prospectée à chaque point correspond au champ électrique de l'anode. Il faut veiller à limiter les perturbations du milieu par une approche la plus discrète possible, afin de "surprendre" la faune.

Pour la pêche électrique un générateur de courant de type Martin-pêcheur a été utilisé. Le Martin-pêcheur est un appareil portable à batterie, d'une puissance utile de 180 W. Il fournit des impulsions rectangulaires à fréquence fixe, 100 Hz ou 400 Hz, à rapport cyclique réglable de 5 à 25%. Il comprend trois tensions de sortie : 150, 200 et 300 V.

La pêche électrique se pratique à pied, en remontant la rivière de façon à ce que l'eau reste claire devant le pêcheur. La pêche consiste à approcher des abris dans lesquels se tiennent les animaux, une électrode de pêche créant autour d'elle un champ électrique dit "attractif". Le rayon actif de ce champ est de l'ordre du mètre dans des conditions moyennes. Un poisson ou un crustacé, lorsqu'il parvient à proximité de cette électrode, s'immobilise ou continue à nager faiblement et peut ainsi être pêché avec l'aide d'une épuisette.

Cette méthodologie standardisée permet d'échantillonner, au sens statistique, une population répartie en agrégats (cas des populations piscicoles) par l'échantillonnage d'une unité de base aussi petite que possible. De plus, l'appréciation des structures spatiales est assuré par la couverture fractionnée du terrain. Les techniques d'analyse des données classiques permettent de synthétiser l'information acquise par un grand nombre de points.



Cette méthodologie semble la plus appropriée à cette étude par ces nombreux avantages :

- elle permet la prospection efficace d'un plus grand nombre d'habitats sur un même site ;
- cette technique semble la moins sélective vis-à-vis des différentes espèces et des caractéristiques des individus ;
- un échantillon restreint peut être associé aux descripteurs physiques du milieu caractérisant le point de pêche ;
- la mise en œuvre de ce type d'échantillonnage est optimale avec un nombre restreint de personnes mobilisées et permet un échantillonnage efficace de nombreux sites en un temps réduit.

Les espèces ont en général été directement déterminées sur le terrain puis relâchées. Les échantillons non déterminés ont été conservés dans de l'alcool. Des prélèvements de nageoires ont été effectués chez certaines espèces en vue d'analyse de l'ADN pour des études phylogéographiques.

2.2. Collecte des données de pêche

L'ensemble des espèces de poissons et de macrocrustacés d'eau douce a été inventorié. Certaines ont fait l'objet de mesures biométriques (taille), du stade (adulte, juvénile...) et de la détermination du sexe.

2.3 Collecte des données d'habitats et typologie des rivières

Les données d'habitats relevées sur chaque station sont les suivantes :

- La hauteur d'eau – mesurée à l'aide d'une perche graduée au cm près,
- les vitesses hydrauliques au fond, premier tiers et deuxième tiers de la colonne d'eau – mesurées à l'aide d'un courantmètre Flomate Marsh McBirney,
- l'estimation de la granulométrie du substrat selon l'échelle de Cailleux.

L'échelle de Cailleux distingue 8 classes de granulométrie :

Codes	Granulométrie	Caractéristiques
V	Vase	< 50 µm
S	Sable	50 µm à 2 mm
GR	Gravier	2 mm à 2 cm
PG	Petit galet	2 à 10 cm
GG	Gros galet	10 à 20 cm
PB	Petit bloc	20 à 60 cm
GB	Gros bloc	> 60 cm
D	Dalle	> 60 cm - non protubérant

- les abris hydrauliques et les caches.
- Les faciès d'écoulement selon Malavoi (1998, adaptée) (rapide, cascade, radier varié, plat, plat courant, plat profond...).

Une analyse des relations espèces / habitats (voir plus loin) permet ensuite de définir les habitats préférentiels et la distribution longitudinale pour certaines espèces.

2.4- Traitement des données d'échantillonnages

Après validation, les données de pêche ont été traitées en vue d'obtenir les indicateurs classiques de l'état des peuplements : biodiversité des rivières (richesse spécifique), captures par unité d'effort, distribution par faciès d'écoulement, profils écologiques des espèces pour les vitesses de courant, le substrat... à l'aide du logiciel ProCurve d'Ichtyosys.

Pour faciliter la lecture, la description de la méthode employée pour les profils écologiques figurent dans la partie résultats (E-3.- profils écologiques).

E- RÉSULTATS

Les prospections ont permis de réaliser 221 EPA répartis sur les deux bassins Ni et Pourina (17 stations) (Tableau 1).

RIVIERES	STATIONS	X	Y
Ni	1	S21.88195	E166.54987
	2	S21.88195	E166.54987
	3	S21.88195	E166.54987
	4	S21.88508	E166.53833
	5	S21.88210	E166.53421
	6	S21.88510	E166.55277
	7	S21.88623	E166.55345
	8	S21.88123	E166.55092
Pourina	9	S22.02852	E166.73321
	10	S22.02760	E166.73219
	11	S22.02722	E166.72885
	12	S22.02618	E166.73006
	13	S22.02629	E166.72986
	14	S22.02603	E166.73073
	15	S22.02817	E166.72796
	16	S22.02876	E166.72707
	17	S22.02915	E166.72637

Tableau 1 : Coordonnées des stations prospectées

1- Caractérisation des rivières Ni et Pourina

En raison de la structure topographique de la Nouvelle Calédonie avec une chaîne montagneuse occupant toute la partie centrale de l'île du nord-ouest au sud-est, la répartition des précipitations et la configuration des bassins versants présentent de grandes hétérogénéités. Les rivières calédoniennes sont en général classées en 4 grands ensembles :

1- les rivières de la côte sud-est (Prony à Thio) – roches ultrabasiques et précipitations élevées de 2500 à 4000 mm/an (dûes à l'exposition aux vents dominants) - pente forte, chenal étroit, dépressions et lacs permanents sur le plateau à partir de Yaté.

2- les rivières du sud de la côte ouest – massif de péridotites bordé d'un bassin sédimentaire à partir du Mont-Dore – s'achevant dans des baies larges – les précipitations décroissent très rapidement de 4000 mm (Mt Humboldt – Montagne des Sources) à moins de 1000 mm (Boulouparis).

3- les rivières de la côte est : très nombreuses, prennent naissance dans la chaîne centrale à une altitude voisine de 1000 m – chenal étroit puis aboutit parfois à des embouchures très larges où la marée remonte profondément – certains cours d'eau descendent en chutes d'eau vers la mer (cascades de Ba, Tao) – pluviométrie de 1500 à 4000 mm/an.



Pourina

4- les rivières de la côte ouest : regroupement des rivières en éventail qui convergent vers de grandes baies – pluviométrie de 1500 à moins de 1000 mm/an.

Les rivières Ni et Pourina se situent dans le premier ensemble. Chacun des deux bassins possède une sectorisation marquée, avec, au sein d'un même bassin, un panachage important de zones à biodiversité intéressante et d'autres à secteurs plus pauvres selon la pente, le couvert végétal et le degré d'antropisation.

On distingue ainsi :

A- les portions de cours d'eau sous couvert forestier :

Les portions fluvial de ce type sont caractérisés par des débits moyens, très variables et situés dans des zones à couvert forestier souvent dense et à relief accentué. La pente est moyenne à forte. Le substrat est principalement constitué de blocs et de galets, voire de dalles rocheuses : Haute pourina, Haute Ni. La biodiversité y est faible, mais les espèces sont souvent à forte valeur patrimoniale.

B- Les portions de cours d'eau sur versant déboisé et/ou anthropisé :

Les portions de cours d'eau de ce type sont essentiellement constitués de petits cours d'eau. Ceux-ci sont caractérisés par des débits faibles, variables et situés dans des zones bassins partiellement ou totalement déboisés (feux ou anciennes exploitations minières) à végétation basse. Les reliefs sont en général peu élevés, la pente moyenne. La biodiversité est variable et souvent faible.

C- Les portions de cours d'eau des zones basses (estuaire, cours inférieur):

Les portions de cours d'eau de ce type sont souvent larges et profondes. Ceux-ci sont caractérisés par des débits variables, liés à la pluviométrie et au balancement des marées. La végétation est variable, parfois constituée de plantes alluviales. Les reliefs sont en général comme la pente, moyennes. La biodiversité est variable mais souvent importante, en raison du mélange des eaux.

C- Les zones de résurgence :

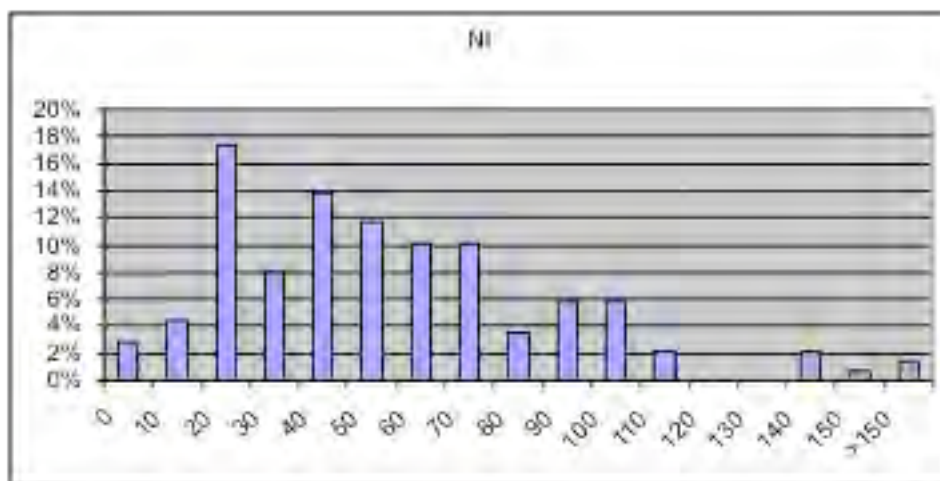
De nombreuses zones de résurgence, en particulier sur la Ni ont été mises en évidence : l'eau, de plusieurs degrés inférieurs à celle de la rivière, sort au milieu des roches alluvionnaires, forme un bras de rivière et finit par rejoindre le cours principal. La pente est faible. La biodiversité est extrêmement riche au niveau de la confluence et de la rencontre des eaux fraîches de la résurgence et plus chaudes de la rivière. De fortes populations de *S. sarazini* ont été découvertes exclusivement dans ces zones.



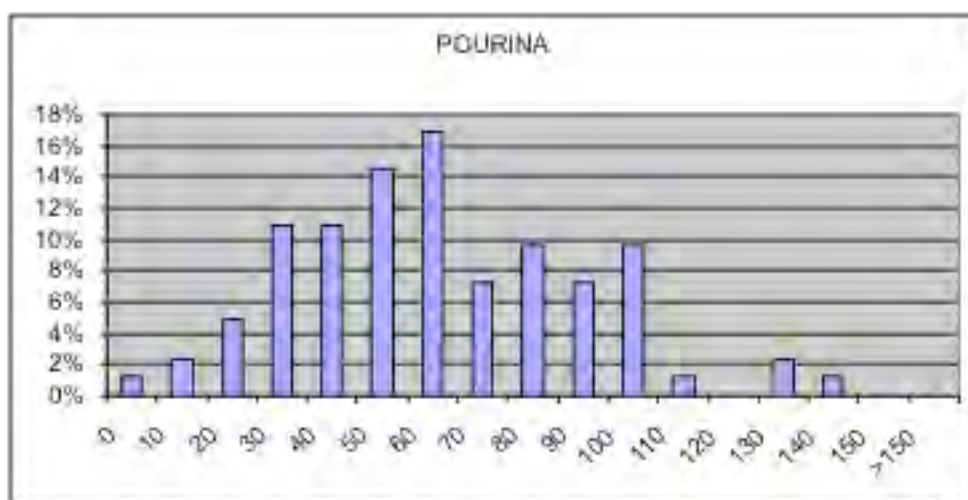
Confluence Ni-résurgence

Classe de vitesses rencontrées sur la Ni et la Pourina :

Les classes de vitesse de courant rencontrées permettent de dresser le profil courantologique de la rivière et donc des espèces susceptibles de la coloniser.

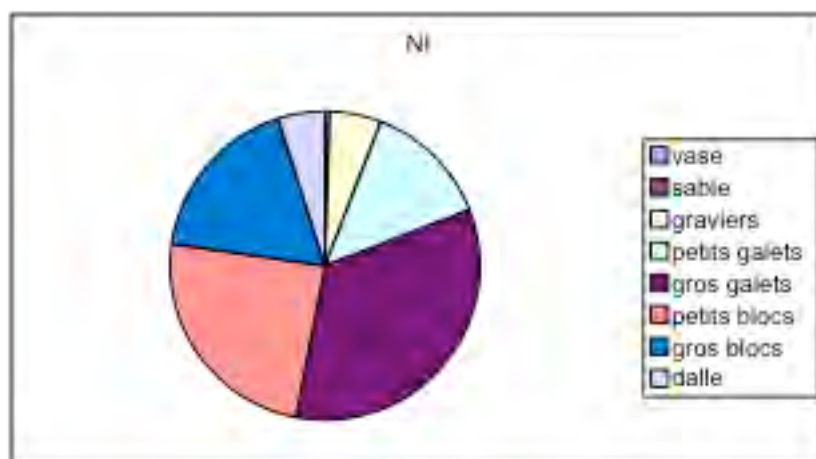


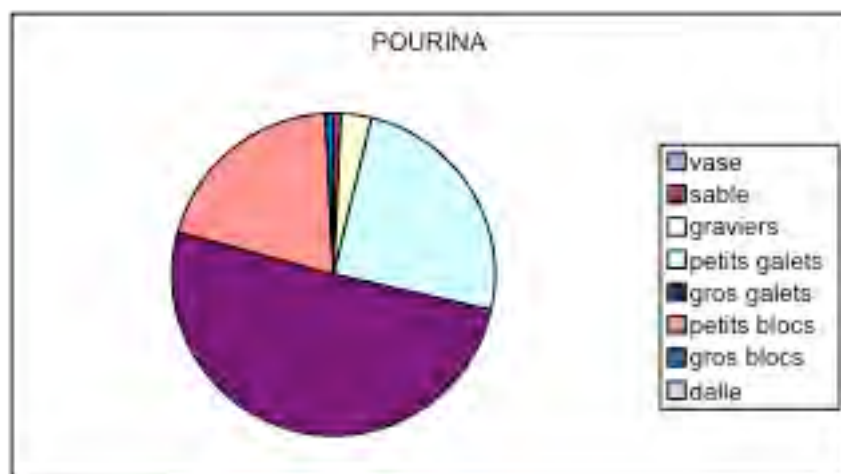
Sur la Ni les vitesses s'échelonnent de 0 à plus de 150 cm/s, avec une prédominance de zones comprises entre 30 et 80 cm/s.



Sur la Pourina les vitesses s'échelonnent de 0 à 150 cm/s, avec une prédominance de zones comprises entre 40 et 110 cm/s.

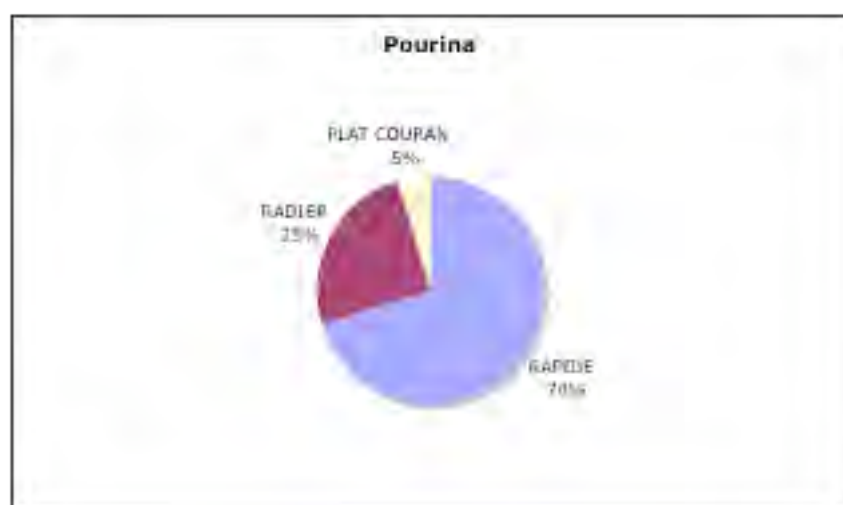
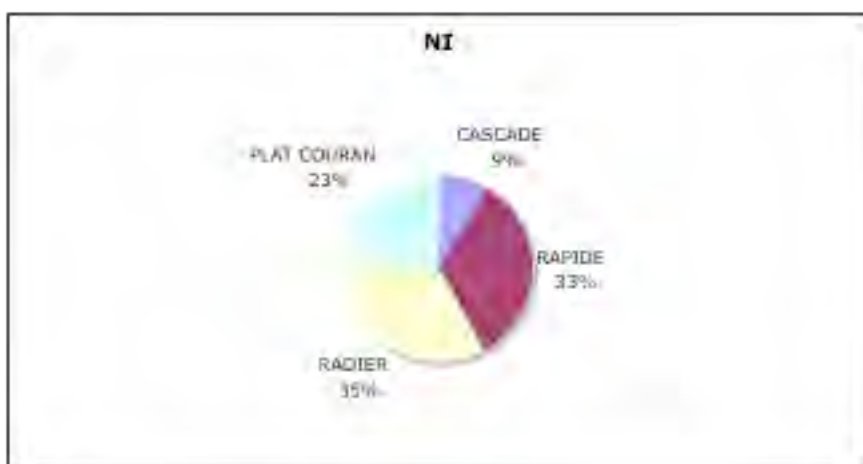
Classes de substrat rencontrées sur la Ni et la Pourina :





Les substrats rencontrés sur la Ni et la Pourina sont majoritairement composés de galets et blocs. Les substrats à faible granulométrie sont peu présents.

Classes par faciès rencontrées sur la Ni et la Pourina :



Les faciès rencontrés sur la Ni et la Pourina sont principalement des rapides et des radiers.

L'ensemble des profils (vitesse, substrat, faciès) nous indiquent que dans les deux cas (Ni et Pourina), nous avons des rivières à secteurs rhéophiles prédominants. La faune dulçaquicole sera en conséquence adaptée à ce type de rivière, notamment à la force du courant.

2- Inventaire des espèces dulçaquicoles (poissons et décapodes) de la Ni et de la Pourina

2.1- Espèces rencontrées et biodiversité

Le tableau 2 donne l'ensemble des espèces capturées : 17 espèces, 6 de crustacés, 11 de poissons) et les espèces endémiques.

Il n'y a pas d'espèces introduites. Ceci est particulièrement intéressant à souligner.

La diversité spécifique de la Ni et de la Pourina ne s'est pas avérée être très grande. Les rivières sont sur substrat ultramafique. Le nickel étant une substance en général toxique pour les êtres vivants, la diversité est tout naturellement plus faible sur ce type de substrat.

En revanche, les espèces présentes sont à forte valeur patrimoniale et souvent endémiques avec des densités que l'on ne trouve nulle part ailleurs en Calédonie.

Les zones les plus riches en nombre d'endémiques et en espèces sont celles qui courent sous couvert forestier naturel avec des débits non modifiés ou qui résultent de la confluence avec des eaux de résurgence. Ce résultat peut s'expliquer facilement en fonction des connaissances actuelles sur les espèces amphidromes et le fonctionnement du système rivière-forêt.

En effet, le couvert forestier permet de maintenir un certain débit dans la rivière, de maintenir des températures fraîches, donc des eaux bien oxygénées et il produit des apports exogènes de nourriture pour les espèces aquatiques (les rivières insulaires sont en général des milieux pauvres en éléments nutritifs et le couvert forestier permet d'augmenter leur potentialité trophique), tout en favorisant la diversité des habitats et une filtration des eaux.

D'autre part, les espèces amphidromes qui colonisent ces rivières se répartissent de l'embouchure aux parties hautes selon leur écologie. Certaines, en particulier parmi les gobies endémiques, ne se trouvent donc qu'à une certaine altitude en fonction de la température de l'eau, de sa physico-chimie et de son hydraulique. La majorité des espèces rencontrées est rhéophile (apprécie le courant), il est donc nécessaire, pour maintenir une biodiversité importante d'avoir un débit important avec une variabilité saisonnière favorisant l'appel d'eau douce en estuaire pour la remonter des post-larves de la mer vers les rivières (voir paragraphe biologie des espèces amphidromes).

Tableau 2 : Liste des espèces présentes sur la Ni et la Pourina

<u>CRUSTACÉS</u>		
Familles	Noms des espèces	Distribution
Atyidae	<i>Paratya bouvieri</i> *	PN, PS
	<i>Paratya intermedia</i> *	PN, PS
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>	Indo-Pacifique
	<i>Macrobrachium australe</i>	Indo-Pacifique
	<i>Macrobrachium caledonicum</i> *	PN, PS
Hymenosomatidae	<i>Odiomarus pilosus</i> *	PN, PS
<u>POISSONS</u>		
Familles	Noms des espèces	Distribution
Anguillidae	<i>Anguilla marmorata</i>	Indo-Pacifique
Mugilidae	<i>Cestraeus plicatilis</i>	Pacifique
Kuhliidae	<i>Kuhlia marginata</i>	Pacifique
	<i>Kuhlia munda</i>	Pacifique
	<i>Kuhlia rupestris</i>	Indo-Pacifique
Gobiidae	<i>Awaous guamensis</i>	Pacifique
	<i>Glossogobius cf celebius</i>	Pacifique
	<i>Schismatogobius fuligimentus</i> *	PN, PS
	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	Indo-Pacifique
	<i>Sicyopterus sarasini</i> *	PN, PS
	<i>Stenogobius yateiensis</i> *	PN, PS
Rhyacichthyidae	<i>Protogobius attiti</i> *	PS

(* : endémique ; Distribution : PN : Province Nord, PS : Province Sud)

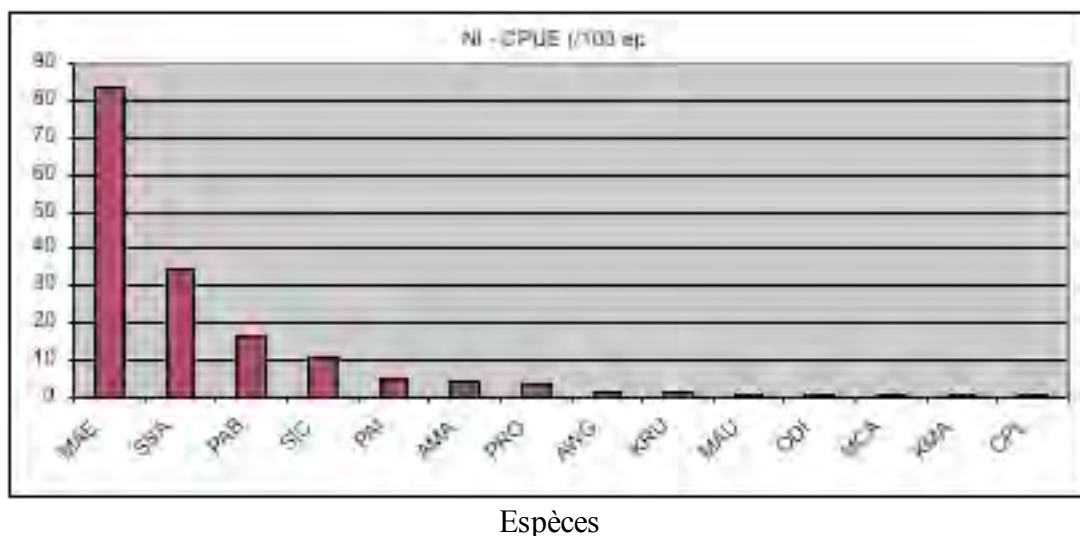
2.2- Captures par unité d'effort (CUE) : apprécier « l'abondance » des espèces

L'ensemble des espèces capturées a été codé de façon à alléger les traitements (Tableau 3).

La capture par unité d'effort (CPUE) ramené à 100 EPA permet de rendre compte de la « densité » des espèces dans les rivières échantillonnées. Les figures ci-dessous nous montre ainsi quelles sont les espèces les plus couramment rencontrées lors des prospections.

Pour la Ni : c'est la crevette *Macrobrachium aemulum* (MAE), qui est de loin l'espèce la plus courante, suivi de *Sicyopterus sarasini* (SSA) (poisson endémique des zones à péridotite), de *Paratya bouvieri* (PAB) (crevette endémique), de *Sicyopterus lagocephalus*

(gobie), de *Paratya intermedia* (PAI) (crevette endémique), et de *Protogobius attiti* (PRO) (poisson endémique des zones à périodite).



Pour la Pourina, c'est la crevette *Macrobrachium aemulum* (MAE), qui est de loin l'espèce la plus courante, suivi de *Paratya bouvieri* (PAB) (crevette endémique), de *Sicyopterus sarazini* (SSA) (poisson endémique des zones à périodite) et de *Protogobius attiti* (PRO) (poisson endémique des zones à périodite).

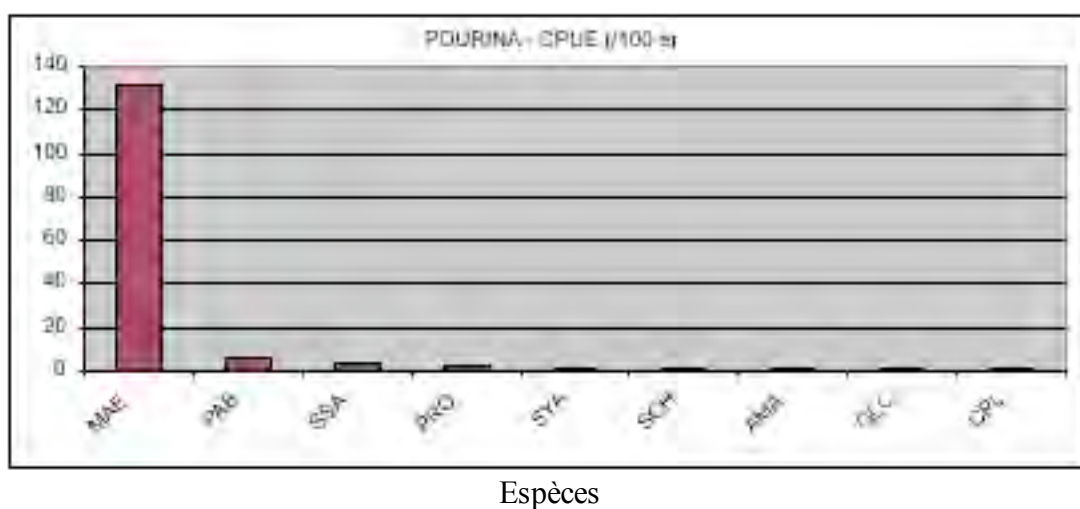


Tableau 3 : Codes des espèces rencontrées

CODE_ESPECE	NOM_SCIENTIFIQUE
AMA	<i>Anguilla marmorata</i>
AWG	<i>Awaous guamensis</i>
CPL	<i>Cestraeus plicatilis</i>
GLC	<i>Glossogobius celebius</i>
KMA	<i>Kuhlia marginata</i>
KRU	<i>Kuhlia rupestris</i>
MAE	<i>Macrobrachium aemulum</i>
MAU	<i>Macrobrachium australe</i>
MCA	<i>Macrobrachium caledonicum*</i>
ODI	<i>Odiomarus pilosus*</i>
PAB	<i>Paratya bouvieri*</i>
PAI	<i>Paratya intermedia*</i>
PRO	<i>Protogobius attiti*</i>
SCH	<i>Schismatogobius fuligimentus*</i>
SIC	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>
SSA	<i>Sicyopterus sarasini*</i>
SYA	<i>Stenogobius yateiensis**</i>

* endémique NC ; **endémique NC-Vanuatu

17 espèces ont été rencontrées sur la Ni et la Pourina, 7 sont endémiques à la Calédonie et quasi exclusivement aux rivières sur péridotite, 1 est endémique à la région Calédonie-Vanuatu. Les endémiques représentent 46 à 47% des espèces capturées sur chacune des rivières, ce qui est considérable.

3- Profil écologique des espèces, préférences d'habitats

Pour les espèces dont le statut est critique, il est intéressant de pouvoir cerner leur profils écologiques, voire leurs préférences d'habitats, afin d'assurer une gestion durable de ces espèces. La connaissance de ces préférences permettra, par exemple en cas d'aménagement du milieu, de les prendre en compte pour assurer la survie des populations.

3.1- Généralités

Les facteurs écologiques agissant à l'échelle «ponctuelle» sont prépondérants pour expliquer la présence de l'espèce par rapport à d'autres éléments. Le microhabitat constitue donc l'unité d'habitat élémentaire et correspond à l'emplacement que peut occuper l'individu si les conditions lui conviennent. Les courbes de préférences d'habitats et les profils écologiques représentent les modèles biologiques les plus fréquemment utilisés pour l'étude de ces facteurs écologiques (Mengin *et al.*, 2002). Les profils écologiques sont considérés comme un indice de sélection et d'utilisation de l'habitat pour l'espèce et le stade étudiés. En revanche, les courbes de préférence renseignent sur les préférences intrinsèques des individus vis-à-vis des facteurs physiques de l'environnement.

La méthode de l'Échantillonnage Ponctuel d'Abondance (EPA) par pêche électrique est adaptée à l'étude des préférences d'habitats des poissons. Elle permet l'exploration d'un grand nombre d'habitats ainsi que la standardisation des échantillons. Cette méthode, où chaque point d'échantillonnage est considéré comme l'unité spatio-temporelle de base,

répond parfaitement aux impératifs de création des modèles biologiques car elle permet d'obtenir une image réelle et instantanée de l'occupation de l'habitat par le poisson (Mengin *et al.*, 2002).

A partir des données ainsi récoltées, les relations entre l'organisme aquatique échantillonné, pour un stade donné, et son habitat, défini par les variables environnementales prises en compte, peuvent être traduites sous la forme de profils écologiques et/ou de courbes de préférence d'habitat.

Les profils écologiques sont définis par la combinaison d'un ensemble de paramètres essentiellement physiques qui déterminent en chaque point d'un cours d'eau l'espace de vie des poissons. Les principaux éléments de cet espace sont les variables descriptives de l'hydromorphologie. Les profils écologiques sont basés sur la présence ou l'absence du poisson selon les variables du milieu. Ils apportent principalement une information sur l'utilisation de l'habitat pour un stade de l'espèce considérée. En d'autres termes, ils définissent les exigences écologiques d'une espèce pour un facteur donné. La valeur d'un profil pour un facteur (ou variable) est calculée à partir de la relation suivante :

$$V_i = F_i - F_{tot}$$

- V_i : valeur du profil pour la modalité i du paramètre,
- F_i : fréquence de l'espèce dans la modalité i ,
- F_{tot} : fréquence de l'espèce sur l'ensemble des relevés.

Le profil écologique est présenté graphiquement sous forme d'histogramme (les valeurs positives indiquent une utilisation de la modalité par les poissons alors que les valeurs négatives signalent au contraire un évitement).

Les profils de plusieurs espèces sont présentés dans les pages suivantes.

La gestion des données a été assurée par le logiciel ProCurve. Celui-ci intègre une base de données qui permet la gestion complète des données d'habitat récoltées sur le terrain. Celles-ci peuvent provenir d'une acquisition par le biais d'un masque de saisie ou bien être exploitées à partir d'autres bases de données environnementales telles que CAFCA[®] ou WINFISH[®] (Ichthyo Sys 1993, 1995) ou tout autre logiciel compatible SANDRE (Secrétariat d'Administration Nationale des Données Relatives à l'Eau).

Les informations issues d'un échantillonnage sont intégrées à la base de données ProCURVE par l'intermédiaire d'onglets définissant deux jeux de données complémentaires. Le jeu des informations physiques comprend les variables physiques mesurées, soit, par défaut : granulométrie, vitesses de courant, profondeur. Le jeu de données biologiques comprend par défaut les paramètres : espèce, longueur totale et sexe des individus capturés (Mengin *et al.*, 2002).

Compte tenu du nombre d'informations nécessaires à l'élaboration des préférandas d'habitats, nombre encore insuffisant à l'heure actuelle pour les espèces de Nouvelle-Calédonie, priorité est donnée à l'élaboration des profils écologiques. Vont suivre donc des séries d'histogrammes selon les modalités choisies (vitesse, substrat) pour certaines espèces.

3.2- Les profils écologiques des espèces

Les profils ont été calculés sur les variables « vitesse du courant » et « substrat » du fond de la rivière. Les classes utilisées pour la réalisation des histogrammes sont les suivants :

* Classes de vitesses de courant utilisées :

Classes	Correspondance
1	vitesse moyenne < 10 cm/s
2	10 < vitesse moyenne < 20 cm/s
3	20 < vitesse moyenne < 30 cm/s
4	30 < vitesse moyenne < 40 cm/s
5	40 < vitesse moyenne < 60 cm/s
6	60 < vitesse moyenne < 80 cm/s
7	vitesse moyenne > 80 cm/s

* Classes de Substrats utilisées :

Classes	Substrat
1	Vase- V
2	Sable- S
3	Graviers- g2
4	petits galets- g1
5	gros galets- g
6	petit blocs- b1
7	gros blocs- b
8	Dalle- d

L'ensemble des données recoltées et représentant près de 221 points de pêche (138 pour la Ni et 83 pour la Pourina) a été utilisé pour les traitements afin d'affiner au mieux les profils écologiques.

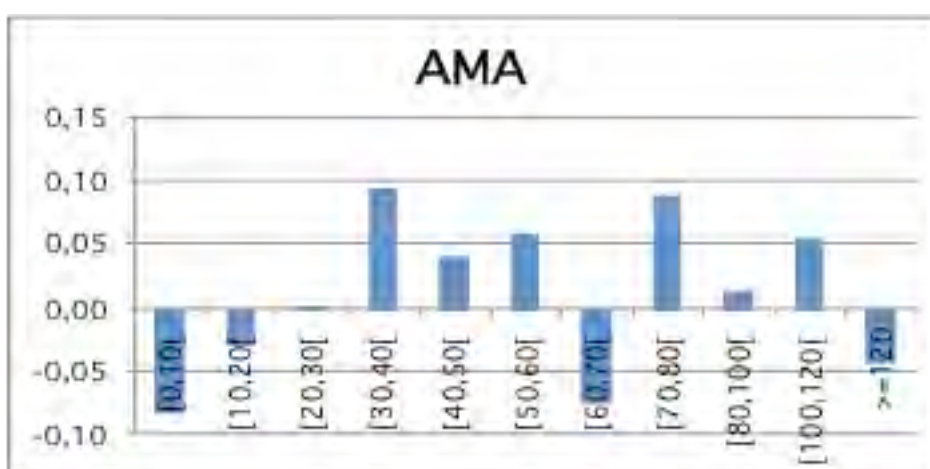
Les profils écologiques présentés ci-après concerne les espèces pour lesquelles suffisamment de données a été récolté (permettant ainsi d'établir des profils fiables). Certaines espèces ont un statut critique, d'autres sont communes.

Rappel : Le profil écologique est présenté graphiquement sous forme d'histogramme (valeur du profil (Vi) pour la modalité i du paramètre (ici vitesse ou substrat)).

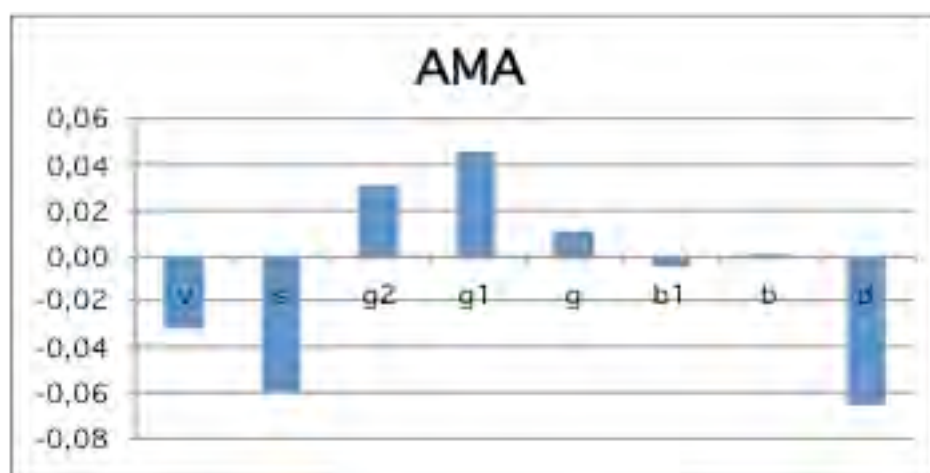
Les valeurs positives indiquent une utilisation de la modalité par les poissons alors que les valeurs négatives signalent au contraire un évitement.

LES PROFILS ÉCOLOGIQUES DES POISSONS

L'anguille, *A. marmorata* : Vitesse du courant



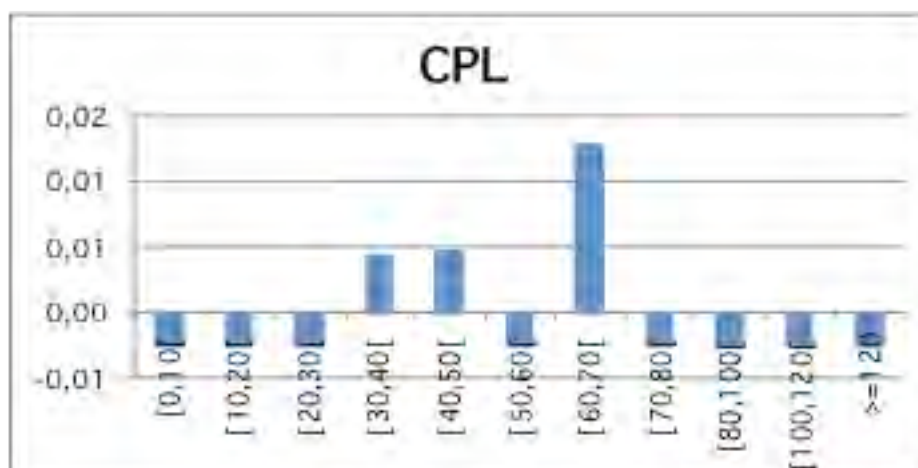
Substrat :



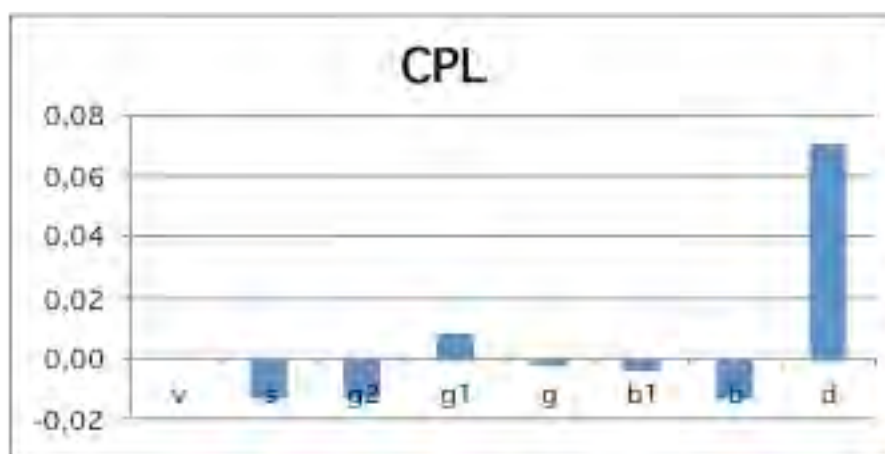
L'anguille, *A. marmorata*, se trouve dans les secteurs où les vitesses sont $>$ à 30 cm/s et jusqu'à 120 cm/s et occupe des substrats variables dans la rivière, à partir du moment où ceux-ci offrent des caches, mais préfère les galets et blocs (g2 à g).

Le mulot noir, *C. plicatilis* :

Vitesse du courant



Substrat :

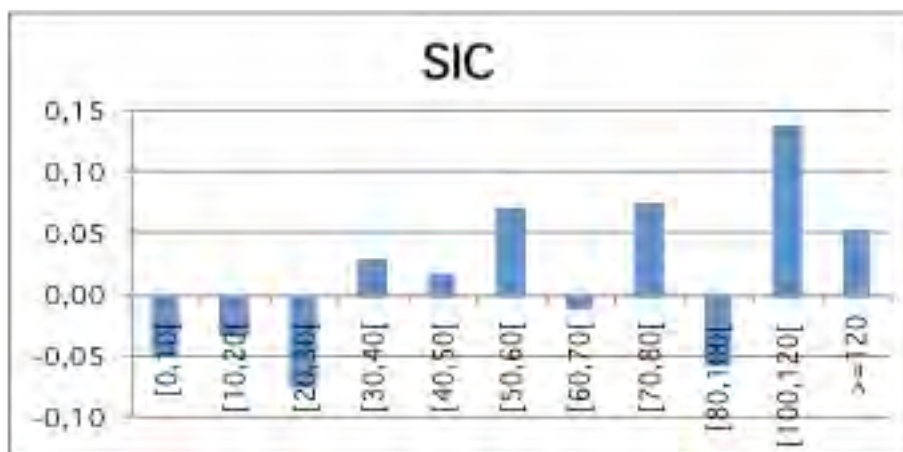


Le mulot noir se trouve dans les secteurs où les vitesses sont comprises entre 30 et 70 cm/s et occupe des substrats variables dans la rivière.

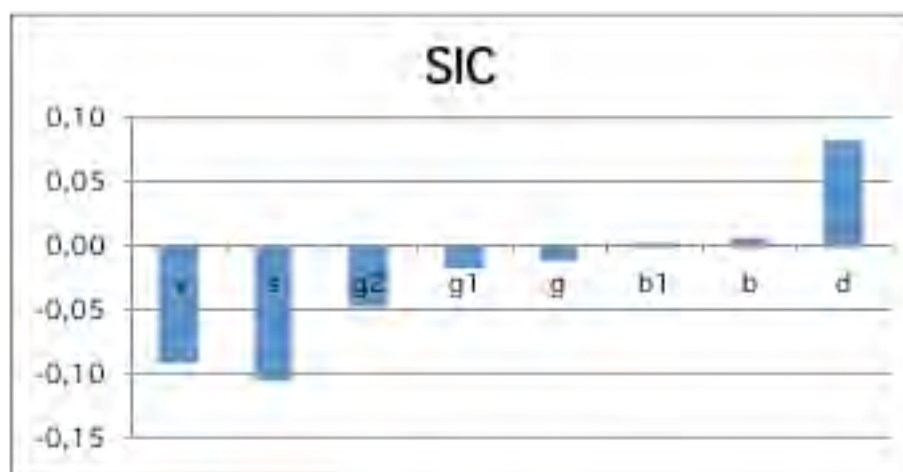
Le lochon *Sicyopterus lagocephalus* :



Vitesse du courant :



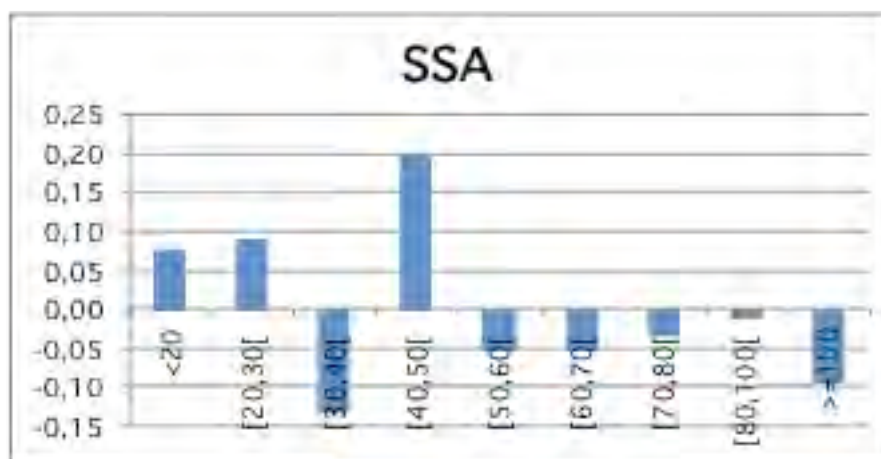
Substrat :



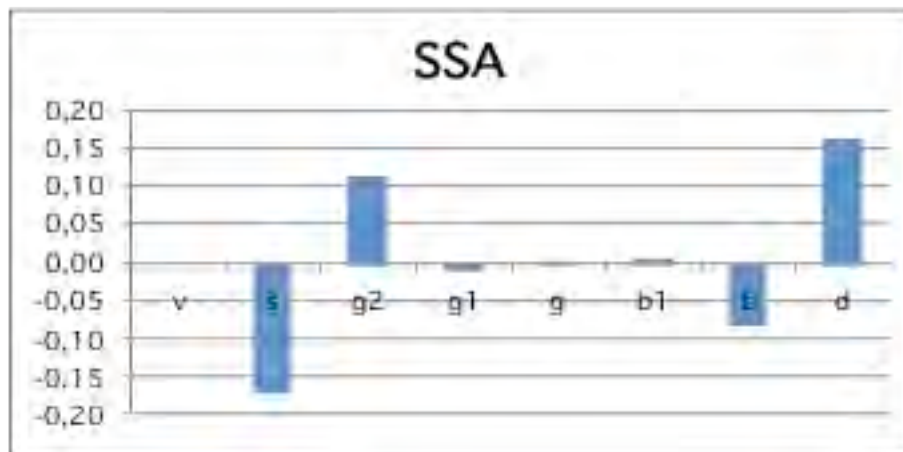
Le lochon *Sicyopterus lagocephalus*, espèce rhéophile, utilise les zones où le courant est compris entre 30 et 80 cm/s, sur des substrats de gros galets et de blocs, voire de dalles sur lesquels ils se fixent grâce à sa ventouse ventrale et où il broute les algues.

Le lochon *Sicyopterus sarasini*:

Vitesse du courant :



Substrat :

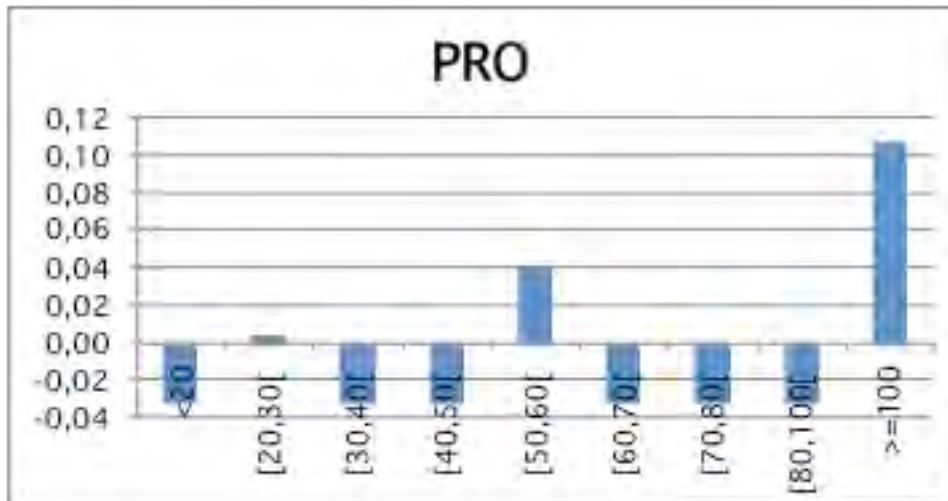


Le lochon *Sicyopterus sarasini*, espèce endémique, utilise les zones où le courant est compris entre 20 et 50 cm/s, sur des substrats de gros galets et de blocs, voire de dalles sur lesquels ils se fixent grâce à sa ventouse ventrale et où il broute les algues.

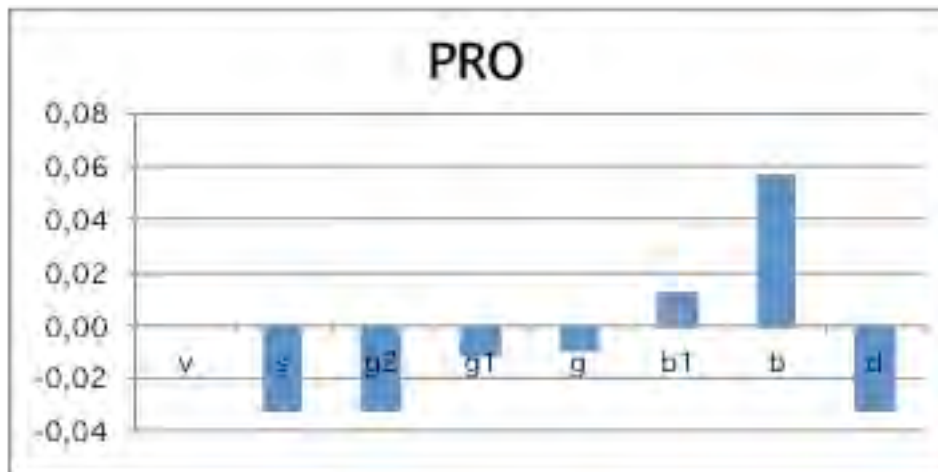
Le lochon *Protogobius attiti*:



Vitesse du courant :



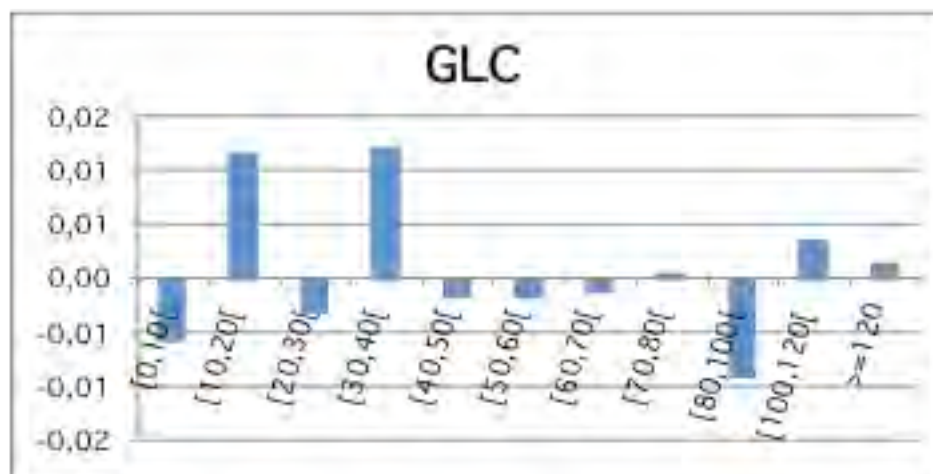
Substrat :



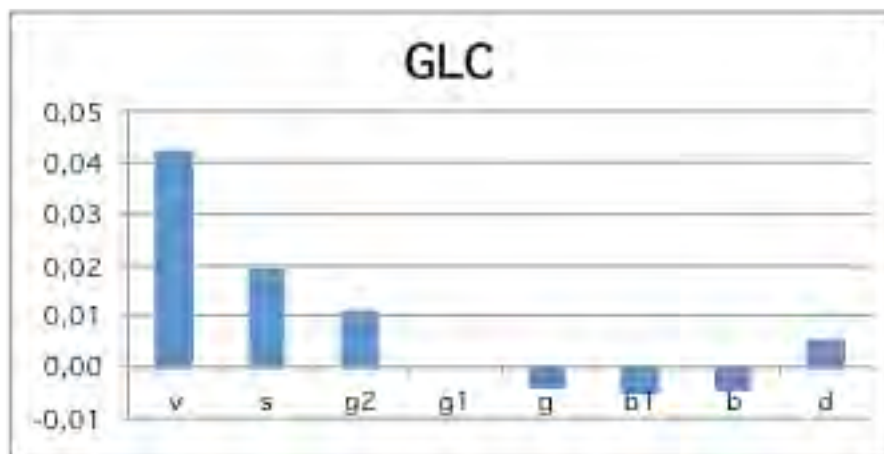
Le lochon *Protogobius attiti*, espèce endémique, utilise des zones de courant assez variables en fonction de ses stades de vie, sur des substrats de gros galets et de blocs (b1-b).

Le lochon *Glossogobius celebius*

Vitesse du courant :



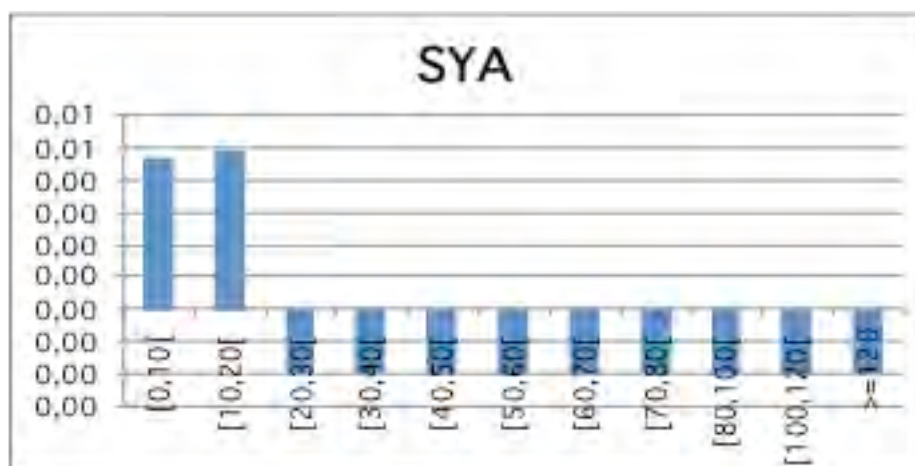
Substrat :



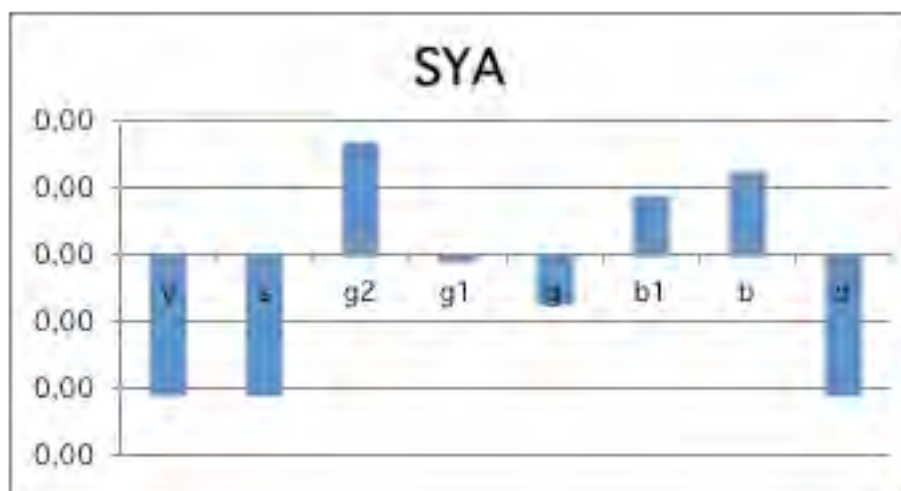
Ce *lochon* est trouvé dans des secteurs de rivière à vitesses comprises entre 10 et 40 cm/s principalement sur vase, sable et graviers (v, s, g2). Il vit dans le cours inférieur.

Le lochon *Stenogobius yateiensis*

Vitesse du courant :



Substrat :

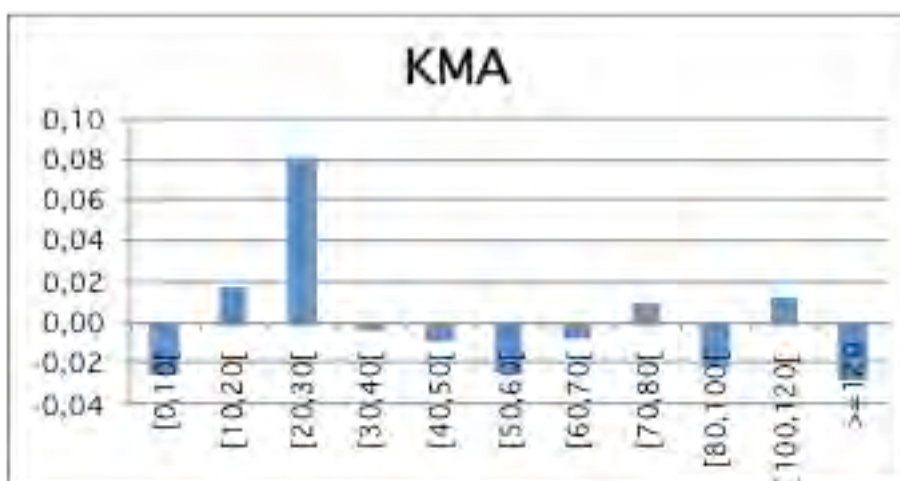


Ce lochon est trouvé dans des secteurs de rivière à vitesses comprises entre 0 et 20 cm/s principalement sur graviers et galet. Il vit dans le cours inférieur.

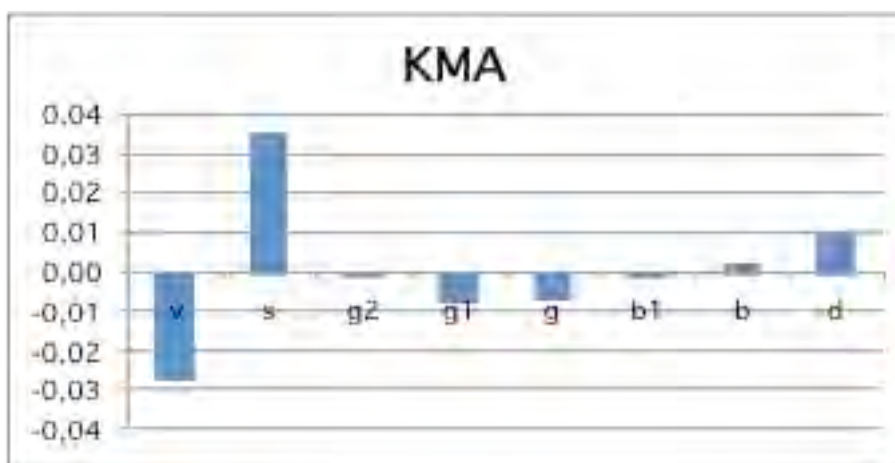
La « carpe », *Kuhlia marginata*



Vitesse du courant :



Substrat :

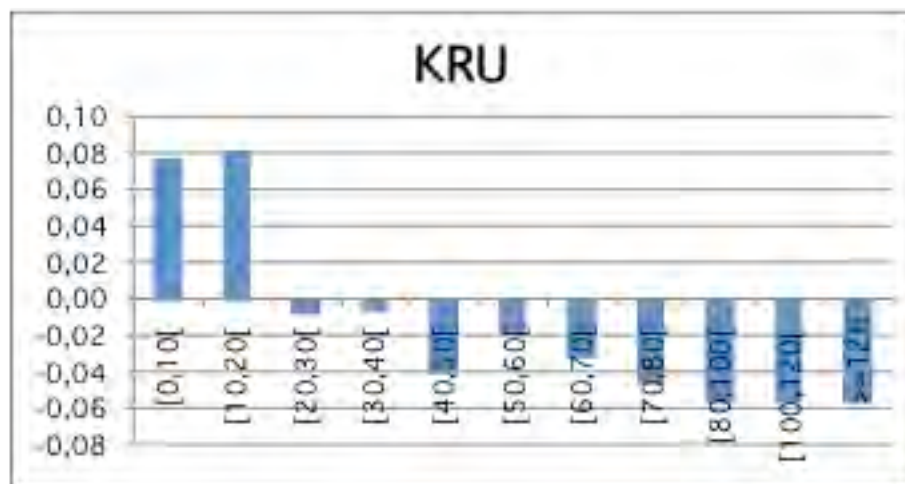


La gamme de vitesse utilisée par la carpe, *Kuhlia marginata*, se situe principalement entre 10 et 30 cm/s. Elle semble fréquenter des substrats variables mais évite la vase.

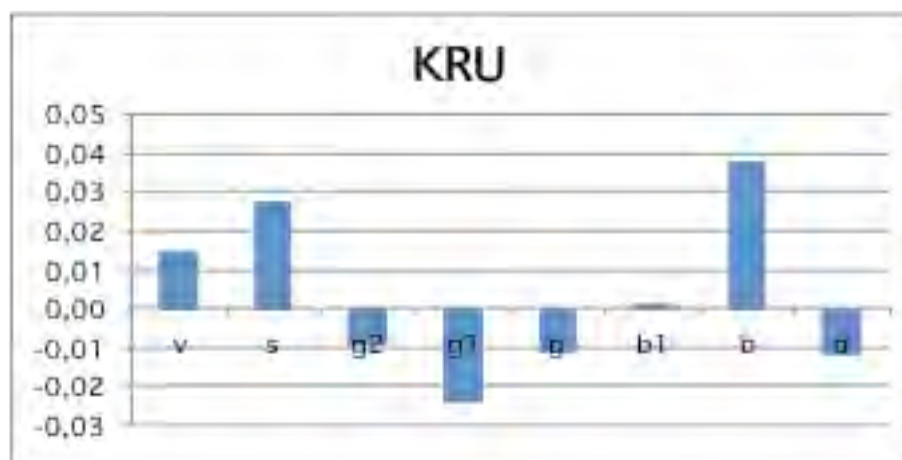
La « carpe », *Kuhlia rupestris*



Vitesse du courant :



Substrat :

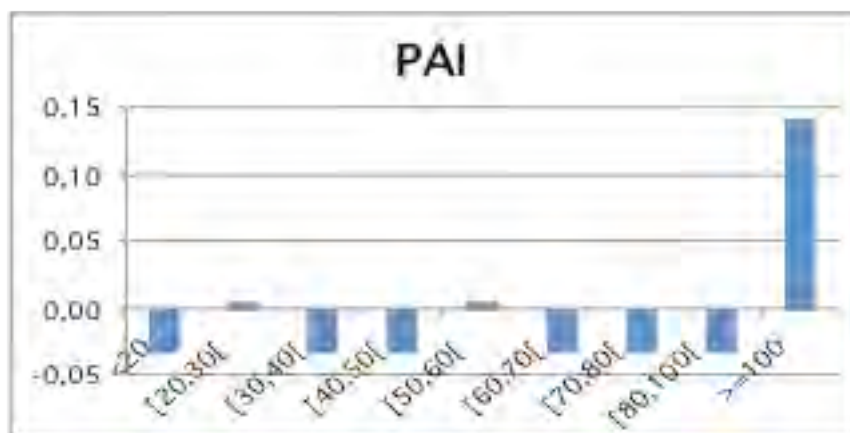


La gamme de vitesse utilisée par la carpe, *Kuhlia rupestris* se situe entre 0 et 20 cm/s sur substrats variables.

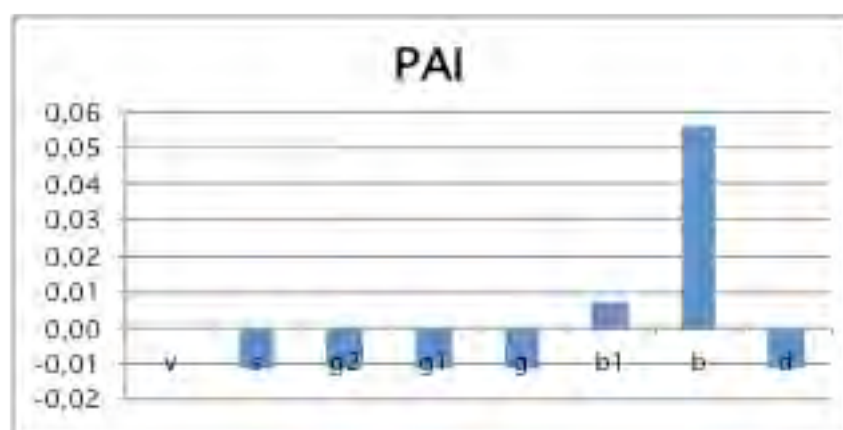
LES PROFILS ÉCOLOGIQUES DES CRUSTACÉS

La caridine *Paratya intermedia*

Vitesse du courant :



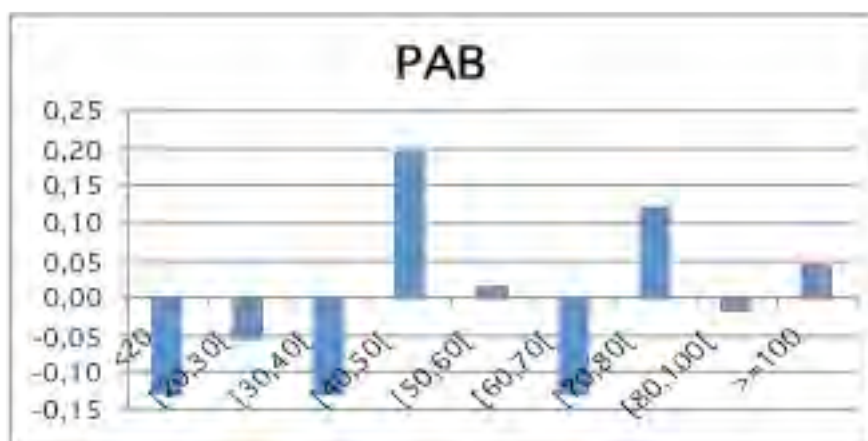
Substrat :



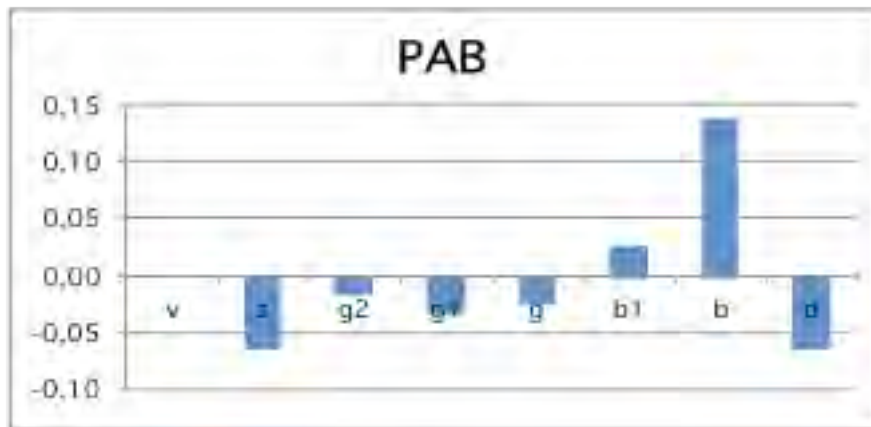
La caridine *Paratya intermedia* fréquente des zones à blocs et les secteurs à fort courant.

La caridine *Paratya bouvieri*

Vitesse du courant :



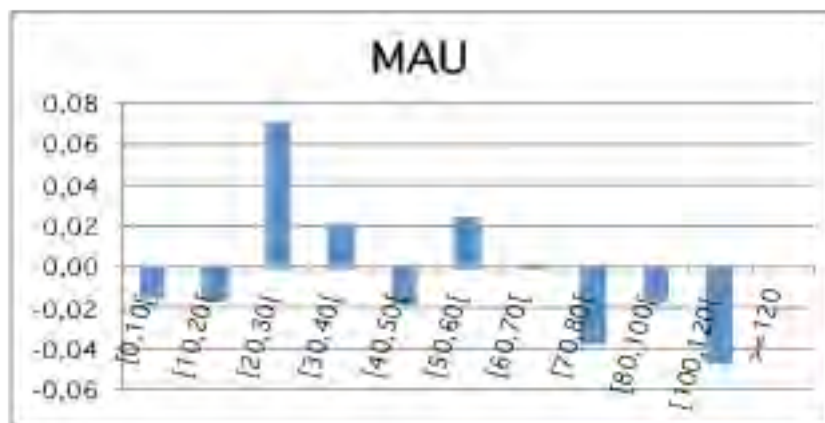
Substrat :



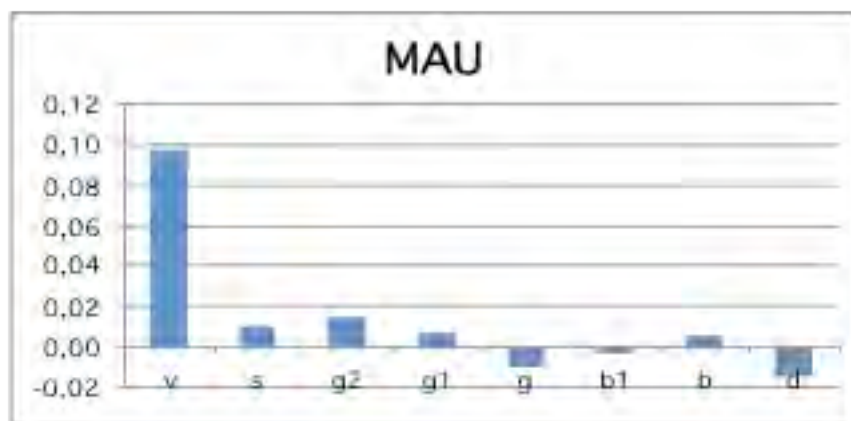
La caridine *Paratya bouvieri* fréquente des zones où le courant est supérieur à 50 cm/s et à blocs.

La chevrette *M. australe*

Vitesse du courant :



Substrat :



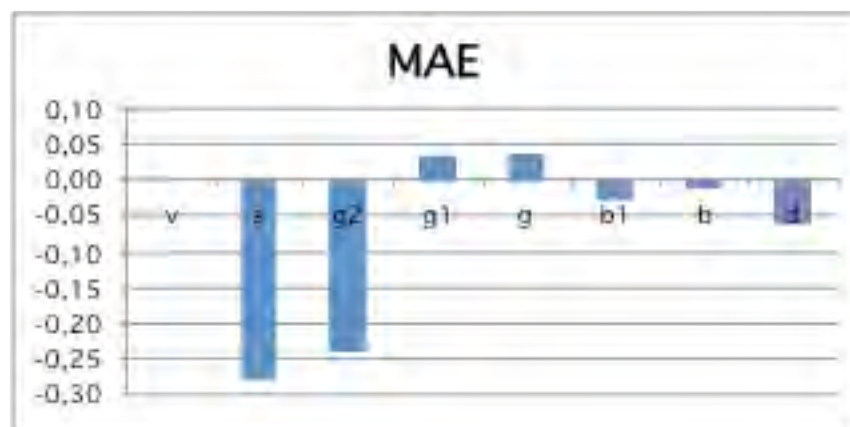
La chevrette *M. australe* vit dans les secteurs où la vitesse varie de 20 à 60 cm/s principalement sur sédiment sablo-vaseux, graviers et petits galets.

La chevrette *M. aemulum*

Vitesse du courant :



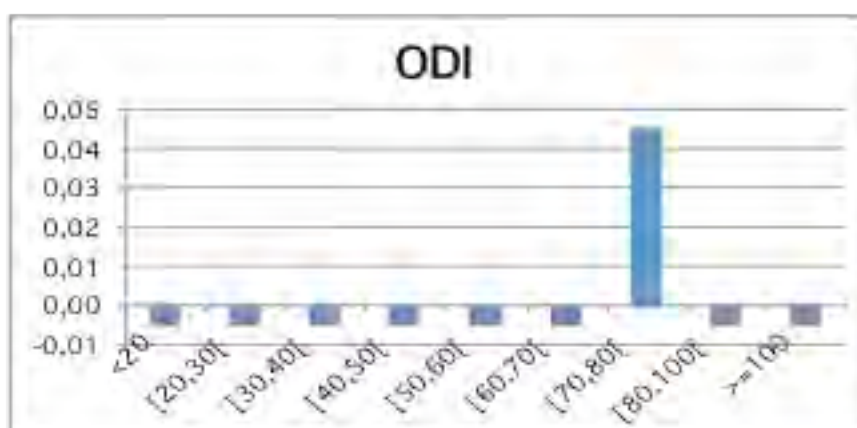
Substrat :



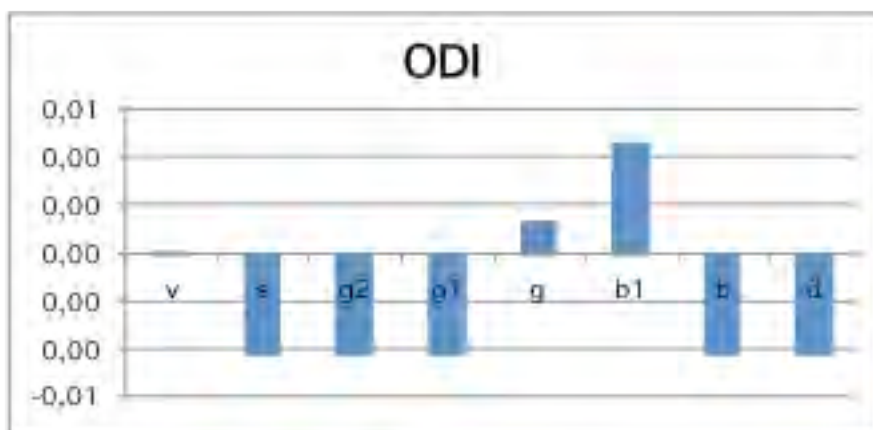
La chevrette *M. aemulum*, espèce rhéophile, fréquente des secteurs à vitesses comprises entre 40 et 80 cm/s principalement sur galets et blocs. Elle évite tous les substrats fins et moyens.

Le crabe *Odiomarus pilosus*

Vitesse du courant :



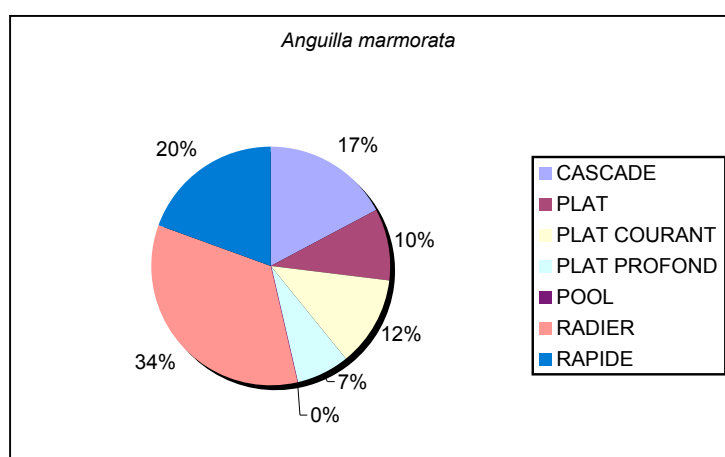
Substrat :



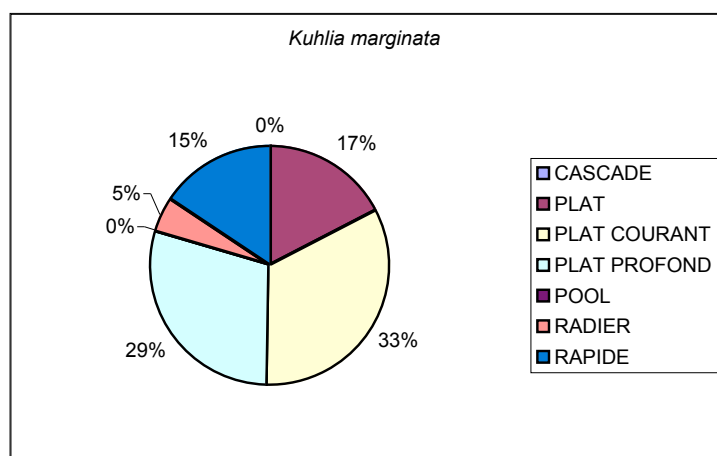
Le crabe *Odiomarus pilosus*, endémique, vit dans les zones rhéophiles (>60 cm/s) dans les secteurs à gros galets et blocs où il s'abrite. Il évite sable, vase et graviers.

Quelques exemples en terme de faciès d'écoulement :

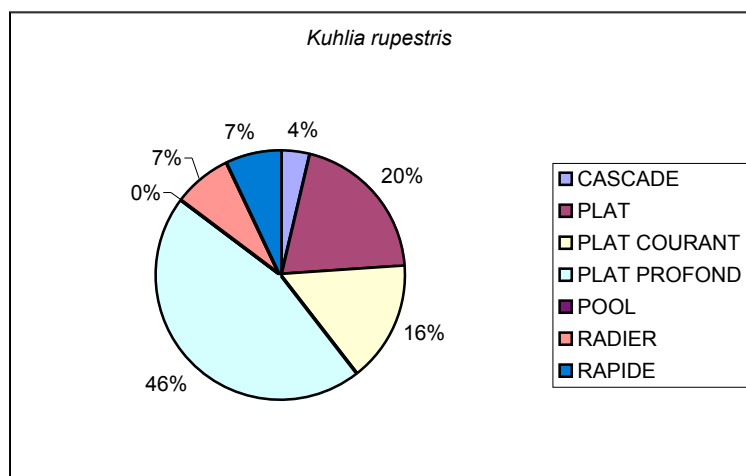
Pour quelques espèces dont les résultats sont significatifs, la répartition par faciès d'écoulement est donnée ci-après.



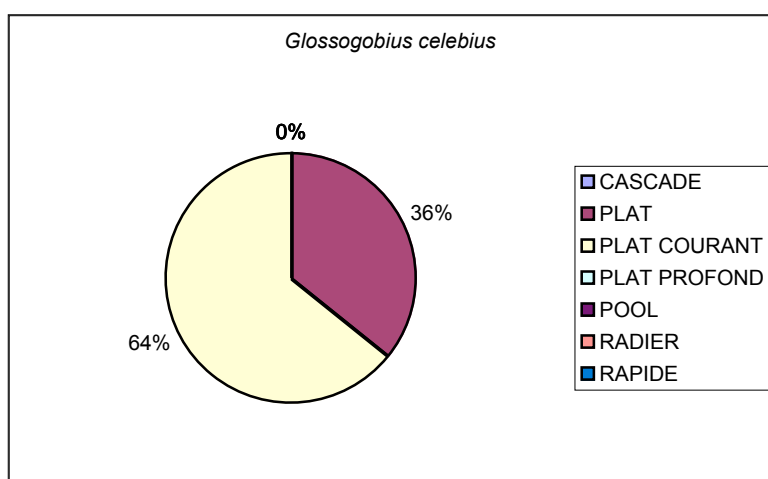
Anguilla marmorata (AMA) : les anguillettes fréquentent principalement les faciès de type rapide (20%) et radier (34%), tandis que les adultes préfèrent les faciès de type plat courant (12%) et plat (10%).



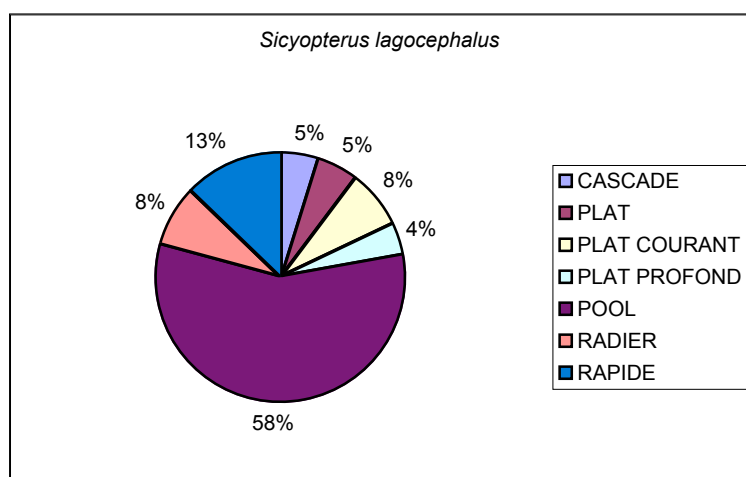
Kuhlia marginata (KMA) fréquente principalement les faciès de type plat profond (29%), et les plat courant (33%).



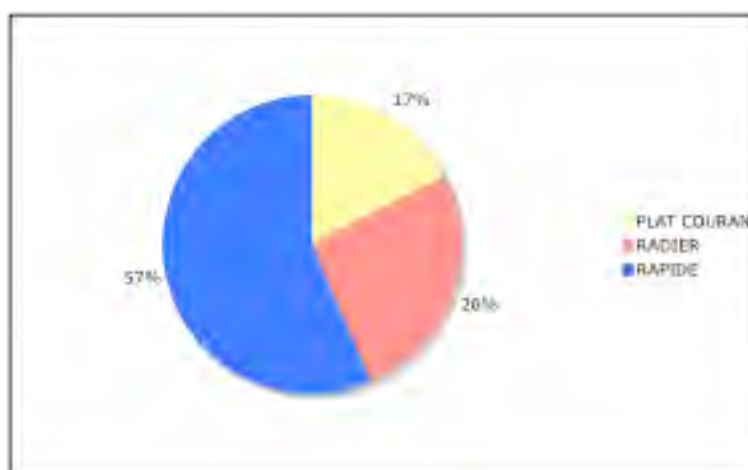
Kuhlia rupestris (KRU) fréquente principalement les faciès de type plat profond (46%) et les plat (20%).



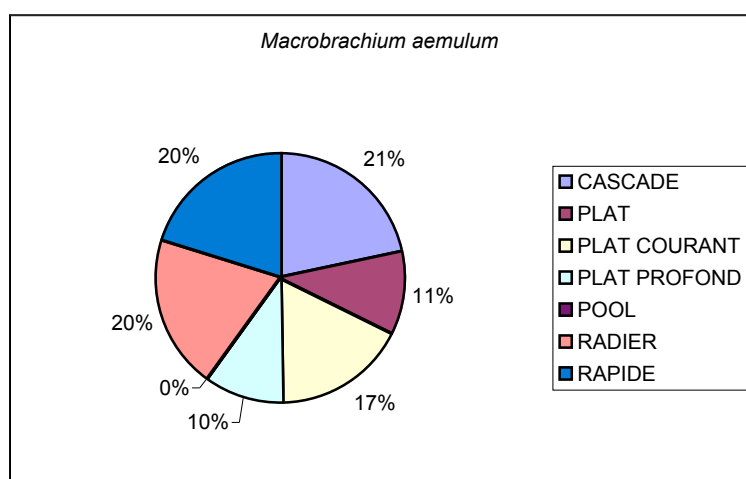
G. celebius (GLC) fréquente principalement les faciès de type plat courant (64%) et plat (36%).



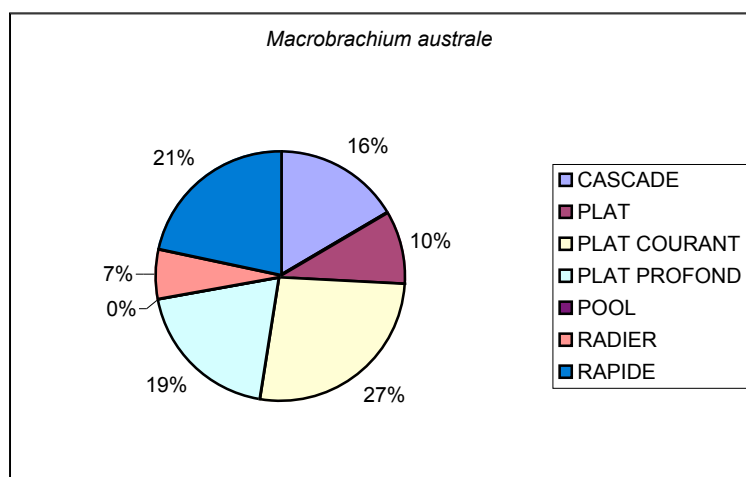
Le *Sicyopterus lagocephalus* (SIC), espèce rhéophile, fréquente principalement les faciès de type pool (58%) et rapide (13%).



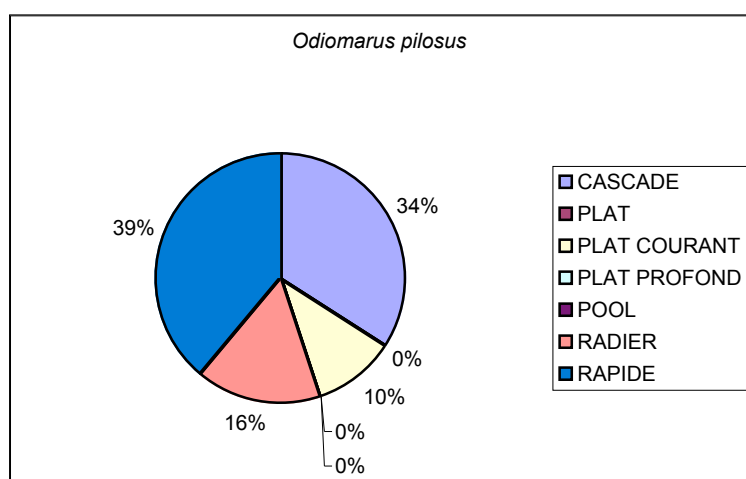
Le *Sicyopterus sarasini* (SSA), fréquente principalement les faciès de type rapide (57%) et radier (26%).



La chevrette *Macrobrachium aemulum* (MAE) fréquente principalement les faciès de type cascade (21%), rapide (20%) et radier (20%).



La chevrette *Macrobrachium australe* (MAU) fréquente principalement les faciès de type plat courant (27%) et plat profond (19%).



Le crabe *O. pilosus* (ODI) fréquente principalement les faciès de type cascade (34%) et rapide (39%).

CONCLUSION SUR LES PROFILS ÉCOLOGIQUES :

Les données recueillies lors de la mission ont permis, pour une quinzaine d'espèces, de réaliser des profils écologiques fiables en fonction de la vitesse du courant et du substrat. Même si certains profils doivent être encore affinés avec plus de données, ceux-ci donnent déjà les préférences majeures pour ces espèces en terme d'utilisation des habitats de la rivière. **Ceci sera particulièrement utile pour évaluer l'impact des aménagements et des activités anthropiques sur la biodiversité aquatique.**

D'une façon générale, l'ensemble des profils réalisés montre que les secteurs où la vitesse est supérieure à 30 cm/s et les substrats composés de galets et de blocs sont privilégiés par les espèces, en particulier celles dont le statut est critique.

Enfin, la zone basse de la rivière, l'estuaire, avec en général un substrat sablo-vaseux et des vitesses lentes, constitue une zone de transit importante pour de nombreuses espèces, notamment les amphidromes. Il convient donc de maintenir son intégrité et son fonctionnement. En effet, si le bassin versant est préservé mais que l'estuaire est perturbé (aménagement portuaire, extraction de granulats, barrage, seuil...), aucune larve ne pourra coloniser la rivière.

F- CONCLUSION

Perspectives en matière de gestion et conservation

L'étude réalisée a confirmé les suppositions qui ont conduit à l'organisation de cette mission quant à l'importance potentiel de la « côte oubliée » pour la conservation des espèces « patrimoniales ». Cette région recèle des populations florissantes d'espèces amphidromes emblématiques comme *Sicyopterus sarasini* ou *Protogobius attiti*, toutes deux confinées au substrat ultramafique.

Les variables saisonnières (pluie, sécheresse, inondation, cyclone..) ont une influence considérable sur la survie des populations : les événements biologiques, comme la reproduction, la ponte, la dispersion des larves en dépendent et y sont synchronisés. Les habitats aquatiques, des sources à l'embouchure sont d'une grande importance pour les espèces amphidromes. Celles-ci doivent en effet effectuer deux migrations entre l'eau douce et la mer. Le succès de ce type de cycle vital afin d'assurer la production de larves et le repeuplement des rivières est dépendant du maintien du corridor montagne-océan qui permet le mouvement entre les deux milieux.

Plusieurs actions, sont donc essentielles à mettre en œuvre dans le sud :

1- Il est **primordial d'assurer la libre circulation** des espèces dans la rivière tant **amont-aval**, pour les migrations trophiques, gamiques ou la dévalaison des larves, mais aussi **aval-amont** pour la colonisation des rivières par les post-larves et juvéniles. Assurer la libre circulation signifie, soit de ne pas barrer la rivière soit d'en assurer le franchissement par des ouvrages qui permettent de passer dans les deux sens (nécessité de bien étudier les caractéristiques écologiques et biologiques de tous les amphidromes). Il convient de ne pas oublier que les passes ne sont efficaces que si elles sont vraiment adaptées au contexte, aux espèces et qu'elles sont peu nombreuses sur le parcours de migration.

2- Les différents profils écologiques réalisés nous montrent qu'il est nécessaire de maintenir un **débit minimum** permettant de maintenir les zones rhéophiles (à courant fort et forte oxygénation de l'eau) dans les rivières, afin que les espèces inféodées à ces milieux puissent boucler leur cycle biologique. Les débits doivent être importants **et suivre les variations saisonnières** : le flot d'eau douce arrivant en mer « appelle » les post-larves pour la colonisation des rivières. La disparition des zones rhéophiles, entraînerait rapidement celle des espèces endémiques.

3- Il faut **maintenir ou restaurer le couvert forestier** sur les bassins versants car il permet d'avoir une eau de qualité, à température fraîche et oxygénée, il garantit une pluviosité régulière et donc l'alimentation en eau du bassin. Le couvert favorise la diversité des habitats et donc des espèces, il apporte aussi des éléments exogènes favorisant l'alimentation de certaines espèces. Enfin, il retient les éléments provenant de l'érosion et susceptible de colmater les fonds.

4- Il faut **éviter** l'installation sur ses cours d'eau de **structures modifiant le débit**, dégradant les habitats ou polluantes. Une eutrophisation des rivières du massif entraîneraient la disparition des endémiques, rares et /ou menacés par modification de la physico-chimie de l'eau et prolifération d'algues filamenteuses ne permettant pas le développement des espèces amphidromes (en général brouteuses d'algues rases sur galets et blocs (voir les profils)). Il en est de même pour les activités qui mettent d'énormes quantités de sédiment en suspension, transformant le fond de la rivière en couches de boues, empêchant le développement du périphyton, nécessaire aux espèces.

5- Enfin, **les estuaires, zones de passages** de différentes espèces et zones d'entrées et sorties des larves et juvéniles assurant la colonisation des bassins **doivent être préservés**. Il faut éviter leur artificialisation, la multiplication de conduites forcées, longues et obscures (les espèces aquatiques ne franchissent pas les zones sombres si elles sont trop importantes) sous les routes côtières et préférer les ponts classiques. Il faut aussi éviter la multiplication des seuils ou de tout aménagement modifiant l'hydraulique de la rivière.

Pour mémoire quelques perspectives de travail

Pour arriver à une vraie gestion durable, et en raison de l'existence d'une phase larvaire planctonique marine chez les espèces permettant la dispersion/colonisation de nouveaux milieux, il est nécessaire d'orienter les travaux futurs vers 3 thématiques principales :

1- L'étude de la répartition des espèces endémiques rares et/ou menacées sur l'ensemble de la Province sud afin d'évaluer le nombre de bassins versants abritant ces espèces, l'état des populations au niveau global et le degré de menace. Le recueil de données « habitat » sur ces secteurs permettrait de compléter celles obtenues sur la Ni et la Pourina et de préciser les profils écologiques des espèces majeures de la Province, en particulier des espèces « patrimoniales » et d'évaluer la capacité larvaire de ces secteurs afin de les replacer dans l'ensemble de la Province sud et de la Nouvelle-Calédonie.

2- L'étude de la phase larvaire et des processus de colonisation des rivières par les post-larves (appel d'eau douce, débit, capacité d'accueil du milieu...). Cela est réalisé pour les *Sicyopterus* dans le cadre de la thèse de C. Lord. Des travaux seraient à entreprendre sur d'autres espèces comme le *Protogobius*.

3- L'acquisition de données génétiques. Des prélèvements réalisés durant la campagne compléteront les prélèvements réalisés dans la région Indo-pacifique et permettront de statuer sur les échanges entre les populations. Une phase de génétique des populations est en effet en cours certaines espèces. Les prélèvements réalisés en Calédonie permettront de comparer par exemple certains lochons de cette région avec le reste de l'Indo-Pacifique.

Compte tenu de l'état des connaissances sur le cycle biologique des gobies amphidromes, de la durée de la phase larvaire et de son rôle dans la dispersion des larves, les résultats acquis et ceux qui seront obtenus auront donc des applications directes en matière de gestion et de conservation.

La gestion et la conservation des espèces amphidromes endémiques doivent prendre en compte la dépendance des populations adultes vis à vis du pool larvaire et réciproquement. La durée de la phase marine conditionne la capacité de l'espèce à trouver une rivière en bon état susceptible d'être colonisée. La survie des espèces dépend de la capacité des populations existantes à fournir assez de larves pour maintenir le niveau d'adultes. Il faut donc maintenir suffisamment de rivières en conditions naturelles, sans aucune perturbation, pour maintenir les populations, car celles-ci sont déjà naturellement rares sur ces milieux ultramafiques pauvres en éléments nutritifs et souvent toxiques.

Compte tenu des travaux antérieurs réalisés par les auteurs, l'étude confirme les bassins de la Ni et de la Pourina constituent probablement les plus importants « réservoirs » qui alimentent la province sud, en espèces endémiques et/ou à statut critique (telles que *Sicyopterus sarasini* ou *Protogobius attiti*) par le biais de la phase de dispersion marine des larves.

La dégradation des rivières (tout ou partie) de ces massifs pourrait entraîner de façon irréversible l'éradication totale de Calédonie de certaines espèces, en raison de la surface géographique limitée qu'occupent une grande partie de ces endémiques. Le *Protogobius* possède dans ces bassins ses plus belles populations de toute la Nouvelle-Calédonie.

C'est pourquoi, il semble primordial que la province et/ou le gouvernement mettent en place des mesures de protection sur les bassins des rivières Ni et Pourina. Ce dernier bassin pourrait utilement compléter le parc de la rivière bleue en lui offrant un accès à la mer. Ce parc, via ce bassin constituerait alors le site majeur de la conservation des espèces dulçaquicoles du sud de la Nouvelle Calédonie.

Enfin, compte tenu des recommandations qui précèdent, il est nécessaire de réhabiliter et restaurer d'autres bassins de rivières du sud pour garantir la pérennité des espèces endémiques.

BIBLIOGRAPHIE PRINCIPALE

- Banarescu P., 1990. *Zoogeography of freshwaters*, Aula-Verlag, Wiesbaden.
- Daoulas C.H., Economou A.N., Psarras Th. & R. Barbieri-Tseliki, 1993. Reproductive strategies and early development of three freshwater gobies. *Journal of Fish Biology*, 42 : 749-776.
- Delacroix P., 1987. Etude des bichiques, juvéniles de *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas), poisson Gobiidae, migrateur des rivières de La Réunion (Océan Indien) : exploitation, répartition, biologie de la reproduction et de la croissance. Thèse 3ème cycle, Univ. Réunion, 144 p.
- Ego K., 1956. Life history of freshwater gobies. Project No. 4-4-R, Freshwater Games Fish Management Research, Department of Land and Natural Ressources, State of Hawaii, Honolulu, 23 p.
- Ichthyo Sys 1993. – CAFCA version 1.1, application informatique de la méthode des microhabitats, manuel d'utilisation, Drémil-Lafage, ICHTHYO SYS Environnement : 43 p.
- Ichthyo Sys 1995. – WINFISH version 2.7, progiciel de traitement des données de pêche, manuel d'utilisation, Drémil-Lafage, ICHTHYO SYS Environnement : 85 p.
- Keith P., 1998. Evolution des peuplements ichtyologiques de France et stratégies de conservation. Thèse Université de Rennes I, 236p.
- Keith P., 2002. Les Gobiidae amphidromes des systèmes insulaires Indo-Pacifiques : endémisme et dispersion. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches (HDR), ENSAT, 63p.
- Keith P., 2002. Threatened fishes of the world: *Galaxias neocaledonicus* (Weber and de Beaufort, 1913) (Galaxiidae). *Environnemental Biology of Fishes*, 63 : 26.
- Keith P., 2002. Threatened fishes of the world: *Rhyacichthys guilberti* Dingerkus and Séret, 1992 (Rhyacichthyidae). *Environnemental Biology of Fishes*, 63 : 40.
- Keith P., 2003. Biology and ecology of amphidromous Gobiidae in the Indo-Pacific and the Caribbean regions. *Journal of Fish Biology*, 63(4): 831-847.
- Keith P. et L. Marion, 2002. Methodology for drawing up a Red List of threatened freshwater fish in France. *Aquatic conservation*, 12 : 169-179.
- Keith, P., Galewski T., Cattaneo-Berrebi, G., Hoareau, T., et Berrebi P. 2005. Ubiquity of *Sicyopterus lagocephalus* (Teleostei: Gobiidae) and phylogeography of the genus *Sicyopterus* in the Indo-Pacific area inferred from mitochondrial cytochrome *b* gene. *Mol. Phyl. Evol.*, 37(2005) : 721-732.
- Keith P., Lord C. & E. Vigneux, 2006. In vivo observations on postlarval development of freshwater gobies and eleotrids from French Polynesia and New Caledonia. *Ichthyological exploration of freshwater*, 17(2): 187-191.
- Keith P., Vigneux E. & P. Bosc, 1999. Atlas des poissons et crustacés d'eau douce de la Réunion. *Patrimoines naturels*, MNHN, 39 : 1-136.
- Keith P., Lord C., Marquet G. & D. Kalfatak, (sous presse). Biodiversity and biogeography of amphidromous fishes from New Caledonia, a comparison to Vanuatu. *Mémoires du MNHN*.
- Keith P., Vigneux E. et G. Marquet, 2002. *Atlas des poissons et crustacés d'eau douce de la Polynésie française. Patrimoines naturels*, MNHN, 55 :1-175.

- Keith P., Watson R.E. & G. Marquet, 2000. Découverte d'*Awaous ocellaris* (Broussonet, 1782) (Perciformes, Gobiidae) en Nouvelle-Calédonie et au Vanuatu et conséquences biogéographiques. *Cybium*, 24(4) : 350-400.
- Keith P., Watson R.E. & G. Marquet, 2002. *Stenogobius (insularigobius) yateiensis*, a new species of freshwater goby from New Caledonia (Teleostei: Gobioidae). *Bull. Fr. pêche Piscic.*, 364 : 187-196.
- Lindstrom D.P. & C.L. Brown, 1994. Early development and biology of the amphidromous Hawaiian stream goby *Lentipes concolor*. In Proceedings of the Fourth Indo-Pacific Fish Conference, Bangkok, Thailand. Systematics and evolution of Indo-Pacific fishes. Faculty of Fisheries, Kasetsart University Bangkok, pp. 397-409.
- Malavoi J.R., 1998, Typologie et sectorisation des cours d'eau de l'île de La Réunion, DIREN CEMA Réunion, Rapport final, 22p,
- Marquet G., Keith P. & E. Vigneux, 2001. Inventaire des poissons et des crustacés d'eau douce de la Province nord de la Nouvelle-Calédonie, MNHN/Province nord, 82p.
- Marquet G., Keith P., et E.Vigneux, 2003. *Atlas des poissons et crustacés d'eau douce de la Nouvelle-Calédonie. Patrimoines naturels*, MNHN, 58 :1-282.
- Mengin M., Thorel A., Liebig H., Segura G., 2002. ProCurve, logiciel de calcul des préférences d'habitat pour les organismes aquatiques. *Ann. Limnol.*, 38(4):329-338.
- Mc Dowall R.M., 1997. Is there such a thing as amphidromy ? *Micronesica*, 30(1) : 3-14.
- Myers G.S., 1949. Usage of anadromous, catadromous and allied terms for migratory fishes. *Copeia*, 1949: 89-97.
- Pitcher T.J. & J.K. Parrish, 1993. Functions of shoaling behavior in Teleosts. In T.J. Pitcher (ed.) Behavior of teleost fishes, 2nd ed. Chapman and Hall, London, pp. 363-439.
- Tomihama M.T., 1972. The biology of *Sicydium stimpsoni* : freshwater goby endemic to Hawaii. B.S. (Honors) Thesis, Department of Zoology, University of Hawaii, Honolulu.
- Watson R.E., 1992. A review of the gobiid fish genus *Awaous* from the insular streams of the Pacific Plate. *Ichthyological Explorations of Freshwaters*, 3 : 161-176.
- Watson R.E., Keith P. & G. Marquet, 2001. *Sicyopus (Smilosicyopus) chloe*, a new species of freshwater goby from New Caledonia (Teleostei: Gobioidae: Sicydiinae). *Cybium*, 25(1) : 41-52.
- Watson R. E., Keith P. et G. Marquet, 2002. *Lentipes kaaea*, a new species of freshwater goby from New Caledonia (Teleostei: Gobioidae: Sicydiinae). *Bull. Fr. pêche Piscic.*, 364 : 173-185.
- Watson R. E., Keith P. et G. Marquet, 2005. *Stiphodon sapphirinus*, a new species of freshwater goby from New Caledonia (Teleostei: Gobioidae: Sicydiinae). *Cybium*, 29(4) : 339-345.