



Atelier sur les indicateurs environnementaux en eau douce

du lundi 12 au vendredi 16 mars 2010



IIB, Indice d'intégrité biotique

**Les poissons, indicateurs d'état des milieux aquatiques de
Nouvelle-Calédonie**

Christine Pöllabauer

Dr ès Sciences

Romain ALLIOD

Ingénieur halieute

ERBIO, Etudes et Recherches biologiques

1bis, rue Soenne, VDC

98800 Nouméa

Nouvelle-Calédonie

Tél. (687)275007

erbio-pm@lagoon.nc

Sommaire

Préambule: Rappel bibliographique

- 1873, premier recensement de la faune piscicole des eaux douces de la Nouvelle-Calédonie par De Castelnau, description de 14 espèces de poissons.
- En 1897, Ogilby citait 6 espèces de poissons.
- 1915, Weber M. et Beaufort L.F., signalent 30 espèces d'eau douce et d'eau saumâtre. Les auteurs constatent qu'à l'exception du *Nesogalaxias*, - un reliquat d'une faune plus ancienne - elles appartiennent toutes à des espèces bien connues de la région Indo-Pacifique.
- En 1949, Catala a mené une étude concernant les cours moyens des rivières calédoniennes et les espèces d'intérêt halieutique. En indiquant 12 à 15 espèces de poissons, il juge les rivières calédoniennes pauvres en espèces mais riches en densité de poissons.
- En 1953, Weber et de Beaufort éditent un ouvrage complexe concernant les poissons de l'archipel indo-australien dont la Nouvelle-Calédonie.
- 1981-1984, Pöllabauer, Thèse de doctorat sur les invertébrés (gastéropodes) d'eau douce, proposition d'un programme de recherche sur les cours d'eau de Nouvelle-Calédonie.
- Juin 1991 à août 1992: Pöllabauer/ Province Sud: Etude de Gestion rationnelle de la faune aquacole.
- Septembre-octobre 1991: mission PEDCAL du MNHN (Muséum national d'histoire naturelle).
- Mai 1994 – 1997: Pöllabauer/ Province Sud: Etudes ichtyologique et carcinologique de Nouvelle-Calédonie (collection de 78 espèces de poissons)
- Janvier 1996: Première étude impact T_0 pour le projet Goro-Nickel.
- 1998: Le WWF demande la protection des écosystème d'eau douce de Nouvelle-Calédonie (Global 200).
- 2009: Le constat s'inverse : les cours d'eau sont riche en terme de biodiversité (104 espèces de poissons), mais pauvre en densité.

I. Introduction

Etudier la qualité de l'eau

Les bases de données sur la faune aquacole de Nouvelle-Calédonie sont récentes. Depuis 1999, l'IBNC, l'indice conçu pour la détection des pollutions organiques en milieu lotique (Mary 1999) est appliqué pour suivre la qualité de l'eau. Le résultat étant un code couleur indiquant 5 classes de qualité (Excellent- Bonne- Passable- Médiocre- Mauvaise).

Cependant l'IBNC, employé comme une méthode d'évaluation de la qualité générale d'un cours d'eau, ne répondait pas à des dégradations du milieu dû à des pollutions minérales ou autres dégradations de l'habitats. La conséquence était parfois un effondrement de l'écosystème alors que le code couleur indiquait une qualité de l'eau satisfaisante.

Répondre à une demande face aux grands projets industriels

Les études d'impacts piscicoles (pour Goro-Nickel) débutaient en 1996, il s'agissait d'inventaires qualitatives, un recensement des espèces présentes. Les données ainsi récoltées étaient insuffisantes pour mesurer des variations spatio-temporelles.

Jusqu'en 2004 (?) il n'y avait aucune obligation lors de la mise en place de grands projets industriels d'étudier la faune piscicole, il n'y avait ni lignes directrices pour la conservation et la protection de l'habitat des poissons ou des écosystèmes aquatiques.

Développer un outil de gestion complémentaire

En absence de toute réglementation, la première démarche consistait à pouvoir réaliser des études quantitatives (donc à un coût plus élevé)

La deuxième étape était d'élaborer une méthode standard d'échantillonnage, permettant l'obtention de données comparables (sur la base du Cahier des Charges techniques du Réseau Hydrobiologique et Piscicole (R.H.P.) élaboré en France par Porcher en 1998).

Pour maintenir l'intégrité écologique de l'écosystème aquatique, il était nécessaire d'élaborer un indice complémentaire à l'IBNC.

I.1. Comment définir un indicateur biologique?

Pour s'assurer de la préservation des écosystèmes aquatiques, le contrôle permanent de leur état de santé général, tant au niveau de la qualité de leurs eaux qu'à celui de la diversité des organismes qui y vivent et de la qualité de leurs habitats, est un élément crucial.

Les indicateurs biologiques sont très variés :

- au niveau individuel**, ce sont des indicateurs physiologiques (taux de croissance, taux de fécondité, maladies), de comportement, et biochimiques (modifications enzymatiques, carcinogénèse).
- au niveau de la population**, sont utilisés principalement des indicateurs démographiques (structures en âge et en taille, taux de natalité et de mortalité, sex -ratio),
- au niveau de la communauté**, les indicateurs concernent la présence ou l'absence de certaines espèces indicatrices,
- au niveau de l'écosystème**, peuvent être examinés la structure des communautés (richesse spécifique, abondance, biomasse, indicateurs de structure), les processus (production primaire, production secondaire, cycles des éléments nutritifs), les structures (niveaux trophiques, chaîne alimentaire), ou le paysage (hétérogénéité, fragmentation), qui sont des indicateurs dits écologiques.

I.2. Pourquoi privilégier les poissons ?

- Les poissons sont des excellents indicateurs à long terme de l'intégrité de l'écosystème entier (sensibilité à la qualité de l'eau et à l'intégrité physique de l'habitat) et à différentes échelles spatiales.
- Ils se situent au sommet de la chaîne alimentaire.
- Ils sont présents dans tous les cours d'eau (petits ou gros), à l'exception des plus pollués.
- Ils sont relativement facile à capturer par les méthodes usuelles d'échantillonnage.
- L'identification est relativement aisée, même pour un non-spécialiste.
- Le nombre d'espèces est relativement faible.
- C'est un indicateur de dégradation environnementale compréhensible et observable par la population.
- Importance socio-économique (les poissons sont consommés par l'homme, ce qui les rend intéressant pour l'étude des pollutions ou des contaminants).
- Importance culturelle (ex: vallée de la Témala chaque clan a une espèce de poisson fétiche / totem différente)
- En France et dans les autres pays, un autre critère privilégie les poissons : celui que leur biologie et écologie soit relativement bien connues (en Nouvelle-Calédonie des lacunes dans ces domaines sont cependant importantes).

I.3. Base de données

Une richesse en termes de biodiversité

- 206 rivières ont été inventoriées jusqu'en 2009 (compilation de toutes les données disponibles).
- Cette base de données est fondée sur des méthodes d'échantillonnage différentes, mais offre cependant une image assez complète du nombre d'espèces.
- Les **cours d'eau et zones humides hébergent 104 espèces de poissons**, appartenant à 42 familles et 72 genres (Pöllabauer, 1999 ; Marquet et *al.*, 2003, Watson et *al.* 2005, Ivantsoff & Ivantsoff, 2009).
 - 12 espèces sont endémiques (soit 11.5%),
 - 83 autochtones (soit 79,5%),
 - 9 espèces introduites.

24% des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie ont 10 à 50 espèces.

76% des cours sont pauvres en termes de biodiversité (moins de 10 espèces).

- Les zones humides subissent depuis des décennies d'importants impacts du fait des activités anthropiques directes ou indirectes. Ainsi, seules 24% des cours d'eau (sur 206 inventoriés et 278 au total) possèdent une biodiversité moyenne (hébergeant 8-15 espèces de poisson) à excellente (avec 33-41 espèces de poisson/ rivière).

I.4. Définitions d'un indice de l'état écologique

- La capacité des cours d'eau à produire des biens et des services de qualité pour les usages humains est étroitement liée à leur état écologique. Pour évaluer la qualité biologique des écosystèmes aquatiques, les gestionnaires ont besoin d'outils fiables et économiquement efficaces. Dans ce contexte, les poissons s'avèrent de très bons indicateurs.
- L'intégrité biotique: Capacité de maintenir une communauté d'organismes équilibrée, bien intégrée, adaptable, et ayant, pour une région donnée, une composition spécifique, une diversité et une organisation fonctionnelle comparables à celles d'un écosystème naturel (Karr et Dudley, 1981)
- L'indice d'intégrité biotique est un outil permettant d'évaluer quantitativement l'impact de l'activité humaine sur la santé des écosystèmes aquatiques.
- Remarque: Plus la qualité d'un habitat aquatique est intègre, plus la composition de sa communauté de poisson se rapprochera de celle d'un milieu non-perturbé.

I.5. Indice Poisson (IPR)

- En France, deux méthodes basées sur l'étude des peuplements piscicoles sont utilisées : l'Indice poisson et la méthode des contextes.
- L'indice poisson rivière (IPR, 2004 NF T90-344) désigne un indice calculé à partir d'inventaires de poissons réalisés par pêche électrique. La mise en œuvre de l'IPR consiste globalement à mesurer l'écart entre la composition du peuplement sur une station donnée, et la composition du peuplement attendue en situation de référence, c'est-à-dire dans des conditions pas ou très peu modifiées par l'homme.
- La mise au point de l'IPR s'inspire d'outils multiparamétriques (IBI: Index of Biotic Integrity) développés initialement aux Etats Unis. Ces indices consistent à évaluer le niveau d'altération des peuplements de poissons à partir de différentes caractéristiques des peuplements (ou métriques) sensibles à l'intensité des perturbations anthropiques et qui rendent compte notamment de la composition taxonomique, de la structure trophique et de l'abondance des espèces.
- Les modèles de références ont été établis à partir d'un jeu de 650 stations pas ou faiblement impactées par les activités humaines et réparties sur l'ensemble du territoire métropolitain (base de données consistante réseau hydrographique français).
- L'Indice poisson est un indice multi-paramétrique intégrant sept métriques descriptives des peuplements piscicoles. Il se base sur la comparaison entre une situation théorique de référence, modélisée à partir de paramètres environnementaux, et la situation réellement observée. La mesure de l'écart permet d'évaluer le niveau de dégradation du milieu. Cet écart (appelé déviation) est évalué non pas de manière brute mais en terme probabiliste.
- La méthode des contextes, plus pragmatique, ne s'intéresse qu'à une seule métrique : la population d'une espèce de poisson indicatrice représentative d'un type de peuplement. Elle s'applique sur des unités hydro-écologiques homogènes, appelées contextes, correspondant à l'aire d'extension d'une population de l'espèce repère choisie. Elle aboutit à un diagnostic global et opérationnel de l'état fonctionnel d'un milieu et des principales causes de sa dégradation.

I.6. L'indice d'intégrité biotique (Karr, 1981)

- Permet d'évaluer les effets des perturbations anthropiques en milieu aquatique sur des petits cours d'eau en combinant plusieurs caractéristiques des communautés ichthyologiques.
- Compare douze caractéristiques (métriques) d'une communauté de poissons avec celles attendues pour une rivière sous influence humaine minimale.
- Ces différentes métriques sont regroupées en trois catégories: composition et richesse spécifique, organisation trophique ainsi que abondance et condition.
- Une cote 5, 3 ou 1 est assignée à chaque métrique selon que la valeur se compare (5), s'écarte légèrement (3) ou s'écarte largement (1) de la valeur aux sites de référence.
- La somme des cotes des différentes métriques, pouvant prendre une valeur entre 12 (mauvaise condition), et 60 (excellente condition), définit alors le niveau d'intégrité biotique de l'écosystème au site échantillonné.
- Initialement développé pour des petits cours d'eau du Midwest, IBI (index of biotic integrity) est très adaptable pour une diversité de régions géographiques.

I.7. Adaptation de l'indice d'intégrité biotique

- Une variété d'indices quantitatifs sont utilisés, mais l'IIB a été plus largement appliqué aux données poissons (Karr 1981; Karr, Fausch, Angermeier, Yant & Schlosser 1986) pour évaluer la qualité environnemental des habitats aquatiques.
- Il existe plusieurs versions de l'IBI (Hughes & Oberdorff 1999),
- Ses caractéristiques changent par région et par type d'habitat, mais ils restent tous **des indices multi métriques** (MMI; Angermeier, Smogor & Stauffer 2000).
- Son utilisations à l'extérieur du Midwest nécessite la modification, l'élimination et/ou le remplacement de certaines métriques et le développement de nouveaux critères de référence.

I.8. La situation en Nouvelle-Calédonie

- Un base de données à construire.
- Des petits cours d'eau en milieu insulaire.
- Une biodiversité supérieure aux grands fleuves français.
- Difficulté de travailler au niveau d'une station (absence de connaissance d'un gradient longitudinal).
- Absence de connaissance de la biologie des espèces endémiques et sensibles toutes migratrices (présence à un certain moment de l'année)
- Métriques disponibles s'approchant de l'IIB (indice d'intégrité biotique).
- Absence de volonté de gestionnaire de prendre en compte la faune piscicole pour évaluer la santé des écosystèmes.

1.9. Equipe

- Christine Pöllabauer, docteur en Zoologie, Physiologie et Biochimie, spécialité hydrobiologie, 20 ans d'expérience des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie
- Nicolas Bargier, ingénieur hydrobiologiste, spécialisé en écologie aquatique et réhabilitation des milieux pour la mise en place de contrats de rivière; Gestion durable des Ressources et des Milieux Insulaires Tropicaux du Pacifique
- Romain Alliod, ingénieur halieute, Master II, Biologie et Ecologie marine

II. Objectifs

- Élaborer un outil de gestion basée sur une méthode standardisée pour l'appréciation à l'échelle territoriale (et régionale) des petits cours d'eau de faible profondeur de la Nouvelle-Calédonie sur la base des ichtyocénoses,
- Proposer un mode d'acquisition de données constant et respectueux de l'environnement,
- Disposer d'une méthode pratique, compréhensible et reproductible qui permet d'apprécier la qualité d'un cours d'eau et mettre en évidence les changements et déficits les plus grossier au niveau de la faune piscicole,
- Évaluer les points critiques sur lesquels il est nécessaire d'intervenir pour assurer une protection durable des eaux et de leur faune associée.

III. Matériel et méthode

III.1. Typologie, identification d'une zone

Divers auteurs ont établi une typologie des cours d'eau en Nouvelle-Calédonie (Starmühlner, 1968, Weninger, 1968, Marquet et al, 2004). Nous avons retenus –**selon la composition typique des communautés piscicoles**- 3 zones :

- 1- les cours d'eau avec une allure de torrent de montagne (majoritairement sur la côte Est) et petits bassins versants $<100\text{km}^2$
- 2- les cours d'eau larges avec un cours inférieur plus ou moins long et une pente moins importante (majoritairement sur la côte Ouest) - grands bassins versants $>200\text{km}^2$, moyen bassins versants 100 à $<200\text{km}^2$
- 3- les cours d'eau de la région à péridotite et à serpentine (en majorité dans le grand Sud du territoire).

L'appartenance d'un cours d'eau à une de ces 3 zones doit déterminer son ichtyocénose et jouer un rôle primordial pour la biodiversité associée (pertinence à vérifier)

III.2. Déterminer les secteurs d'étude

Pour chaque bassin versant, il convient de déterminer le nombre de tronçons (selon les standards européens de la norme AFNOR NF EN14011) à étudier avec une adaptation particulière selon la densité des communautés piscicoles, la variance entre les différentes stations et la longueur d'un cours d'eau, sa zone géomorphologique, des obstacles naturels et artificiels à la migration, les modifications du régime d'écoulement, etc.

III.2.1. La longueur des tronçons

- ✓ La longueur minimale du tronçon à échantillonner doit être 20 fois la largeur moyenne du cours d'eau pour une largeur inférieure à 30m, et 10 fois la largeur pour une largeur du cours d'eau supérieure à 30m pour un nombre minimal de poissons de 200 spécimens. (*NF EN14011 : 2003, Angermeier & Karr, 1986 ; Angermeier & Smogor, 1995 ; Simonson & Lyons, 1995 ; Yoder & Smith, 1998*). Une longueur de 100m linéaire est cependant le plus couramment utilisée.
- ✓ L'échantillonnage doit chercher à couvrir autant que possible les habitats les plus favorables aux poissons afin de maximiser le nombre d'espèces et le nombre de spécimens capturés.

III.2.2. Nombre de secteurs requis

- ✓ Le nombre de tronçons requis selon les normes européennes EN 14011 dépend des variations spatiales des espèces = coefficient de la variation CV (écart type moyen / moyenne de captures par tronçon d'un cours d'eau)
- ✓ Une première phase qualitative est donc requise pour déterminer le coefficient de variation. Il est habituellement basé sur 3 stations situées à 3 niveaux différents: Cours inférieur, cour moyen, cours supérieur.

Coefficient CV (Écart moyen /moyenne par tronçon)	Nombre de tronçons requis NF EN 14011
0,2	3
0,4	4
0,6	9
0,8	16

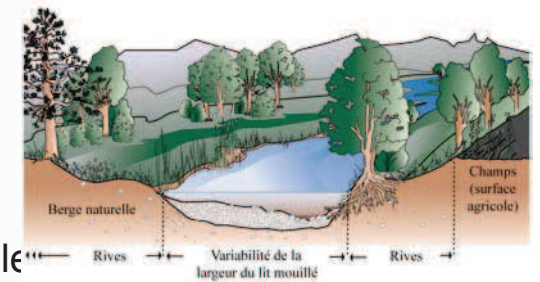
III. 3. Période et périodicité d'échantillonnage

- ✓ Il est important de prendre en compte l'influence de la saisonnalité sur les espèces cible pour réduire les variabilités spatio-temporelles (K.JOY & R.G.DEATH, 2004).
- ✓ Selon les normes européennes, la période d'échantillonnage la plus favorable est la période de croissance des nouvelles recrues . Hors la période de reproduction varie selon les espèces en Nouvelle-Calédonie. En effet les poissons se reproduisent selon les espèces dans une des 4 saisons ou plusieurs fois dans l'année.
- ✓ Dix années d'expérience dans les cours d'eau calédoniens ont montré que lors d'une seule campagne de pêche en période d'étiage, seulement 30 à 60% des poissons, réellement présents, sont capturés.
- ✓ Au cours d'une même année, deux campagnes à deux saisons différentes permettent de capturer 75 à 90% des espèces présentes, de réduire les aléas environnementaux et d'obtenir une image plus précise des communautés piscicoles.



Il est donc nécessaire de réaliser un suivi annuel durant au moins deux saisons bien distinctes (Saison sèche et Saison humide) et ceci à des dates semblables d'une année sur l'autre.

III.4. Relevés de l'éco-morphologie de chaque tronçon du cours d'eau



- Relevé de la position GPS (aux points 0 , 25 , 50, 75 et 100 m selon le tronçon)
- granulométrie du lit de rivière (MALAVOI J.. ET SOUCHON Y., 1989),
- Nature et pente des berges et nature géologique du bassin versant,
- Nature de la végétation des berges et pourcentage de déversement végétal sur la section mouillée
- Végétation aquatique: type et recouvrement
- Encombrement du lit: nature des dépôts ou embâcles et recouvrement,
- ripisylve,
- relevées des dégradations et sources de pollutions.
- Superficie du bassin versant (en amont de la station),
- Substrat géologique prédominant à l'amont du tronçon,
- Description des habitats du lit mouillé, soit:
 - Largeur du lit mineur et du lit majeur de la rivière
 - Profondeur
 - Vitesse du courant (lente : inférieur à 25cm/s, moyenne : de 25 à 50cm/s, rapide : plus de 50cm/s)
 - Largeur du lit mouillé, (maximale et minimale).

III.5. Évaluation de l'habitat physique

Des mesures physico-chimiques réalisés à chacune de nos campagnes d'étude de suivi piscicole:

➤ Mesure des caractéristiques physico-chimiques de l'eau à l'aide d'un sonde multi paramètres:

- Conductivité
- pH
- Taux d'oxygène dissous
- Température

➤ Limites des analyses physico-chimiques

- Instantanés spatio-temporels de l'état de l'eau qui ne tiennent pas toujours compte de leur variabilité,
- Analyse partielle et coûteuse (Polluant non mesuré, polluant difficilement détectable, polluant déversé sporadiquement, effets inhibiteurs, additifs ou synergie des polluants),
- Elles ne permettent pas de détecter des sources de dégradations autres que les polluants, comme la dégradation des habitats aquatiques, des berges, etc.



III.6. Elaboration de Fiches de terrain

standard

CLIENT :		LIEU :	
DATE : 2008	CODE STATION :	RIVIÈRE :	
PARTICIPANTS			
Début de pêche :		Fin de pêche :	
GPS 58K : 0	CODE :	GPS 58K : 0	CODE :
UTM : 7		UTM : 7	
ALTITUDE :		Longueur du tronçon prospecté :	
T° eau de surface : °C		T° eau en profondeur : °C	
pH :		Turbidité : NTU	
Oxygène dissous : mg/l ou %		Conductivité : µS	
Météo :	☐ Ensoleillé	☐ Nuageux	☐ Petite pluie
Hydrologie :	☐ Haut	☐ Moyen	☐ Bas
Courant :	☐ Stagnant	☐ Faible	☐ Qq. rapides
Exposition :	☐ Plein soleil	☐ Mi-ombragé	☐ Ombragé (tunnel de végétation)
Nature de la ripisylve :			
☐ Végétation primaire :		☐ Forêt humide	
☐ Végétation secondaire :		☐ Forêt sèche	
☐ Pas de couvert végétal :		☐ Maquis minier	
☐ Savane			
Etat des berges :			
☐ Bonne tenue des berges – Nature :			
☐ Nombreuses érosions – Nature :			
Granulométrie du fond :			
☐ Roche mère :		☐ Bloc (25cm à 1m) :	
☐ Pierre (5 à 25cm) :		☐ Galet (1,6 à 5cm) :	
☐ Gravier (2 à 16mm) :		☐ Sable (60µ à 2mm) :	
☐ Vase/argile :		☐ Encombres :	
Pollution visible :			
☐ Algues vertes :		☐ Algues brunes :	
☐ Poussières minières :		☐ Poussières minières :	
Moyen de pêche :			
☐ Pêche électrique (Nb :)		☐ Plongée (Nb :)	
☐ Senne (Nb :)		☐ Nasses (Nb :)	
Nombre d'épuisettes utilisées :		Effort de pêche effective : secondes	
Largeur moyenne du lit :		Profondeur moyenne de lit :	
à 0m : m		P à 0m : cm	
à 25m : m		P à 25m : cm	
à 50m : m		P à 50m : cm	
à 75m : m		P à 75m : cm	
à 100m : m		P à 100m : cm	
Largeur min : m		Profondeur min : cm	
Largeur max : m		Profondeur max : cm	
Photos :		Photos N° à N°	
☐ Olympus macro		Clichés particuliers :	
☐ Nikon Coolpix numérique		Photo n° :	
☐		Photo n° :	
☐		Photo n° :	

Météo

1. Ensoleillé
2. Nuageux
3. Pluvieux
4. Forte pluie
5. Venté

Pollution :

1. Algues vertes
2. Algues brunes
3. Poussières minières
4. Détritus
5. Pas de pollution

Nature végétation aquatique :

1. Algues unicellulaires
2. Algues filamenteuses
3. Algues incrustantes
4. Characées, Mousses
5. Nageantes libres
6. Hydrophytes
7. Macrophytes

Pente berge :

1. <10°
2. 10-40°
3. 40-70°
4. >70°

Nature des berges :

Naturelle ou Artificielle

1. Stable
2. Qq érosions
3. Très érodée

Nature ripisylve :

1. végétation primaire
2. Forêt humide
3. Forêt sèche
4. Végétation secondaire
5. Maquis minier
6. Savane
7. Plantation

Structure ripisylve :

1. Absente
2. Buissons
3. Arbres isolés
4. Rideau d'arbres
5. Multistrate

Déversement végétal :

1. 0-5%
2. 6-20%
3. 21-50%
4. 51-75%
5. >75%

Mesure de la vitesse maximale de courant :

L'hélice doit être située dans la zone noire sur les schémas de vue en coupe ci contre.
La zone hachurée est la zone de turbulence maximale.

Hydrologie :

1. Crue
2. Lit plein
3. Moyennes eaux
4. Basses eaux
5. Trous d'eau
6. A sec

Encombrement du lit :

1. Dépôt colmatant
2. Débris végétaux
3. Encombres branchages
4. Encombres détritus
5. Berges effondrées

Recouvrement :

1. 0-5%
2. 6-20%
3. 21-50%
4. 51-75%
5. >75%

Exposition :

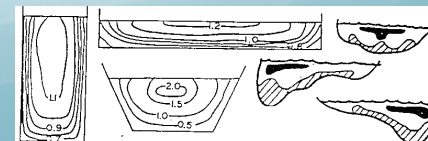
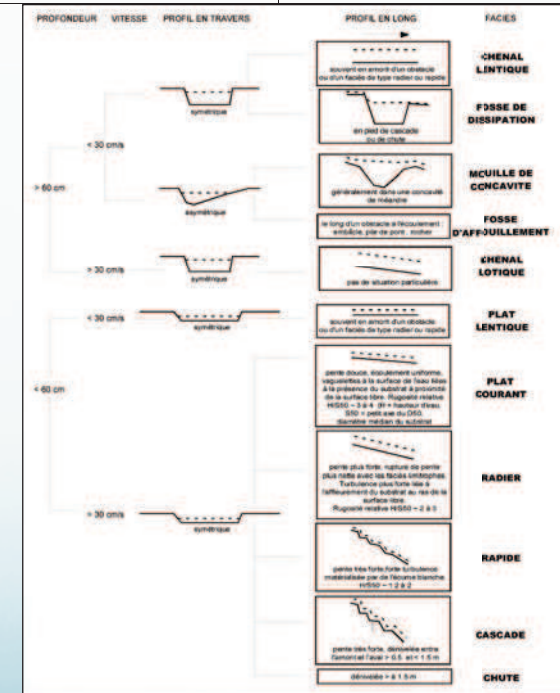
1. Plein soleil
2. 1/4 ombragé
3. 1/2 ombragé
4. 3/4 ombragé

Section mouillée : lit du cours d'eau submergé au moment du relevé.

Lit mineur : lit du cours d'eau submergé lors d'une crue plein bord (retour théorique 2 ans), matérialisé par la limite de la végétation arborée

Facies d'écoulement :

schémas ci dessous pour déterminer la proportion de chaque faciès.



III.7. Prélèvement des échantillons

Pêche à l'électricité (selon la norme NFAFNOR NF EN14011)

- **Avantages:** le moyen le plus efficace de pêche, adaptée aux petites rivières à courants variables, et de tout type de granulométrie les poissons capturés sont en bon état et aucunement blessés, standardisation de l'effort de capture plus facile, requiert peu de temps et de mains d'œuvre, moins sélective que le filet, appropriés à plusieurs habitats (<1,2m);
- **Inconvénients:** efficacité affectée par la turbidité et la conductivité de l'eau, sélective en fonction de la taille de l'espèce, peut être dangereuse si les opérateurs ne sont pas formés; moins efficace pour les poissons pélagiques en eau profonde (plus de 1,20m), plus particulièrement aux nageurs rapides (mugilidés, kuhlidés, cichlidés,...).

Filets expérimental (multi-maille)

- **Avantages:** peu coûteux, léger et facile à transporter, réparations pouvant être faites sur le terrain, non affectés par la qualité de l'eau, utilisé dans les milieux profonds (trou d'eau), voire troubles
- **Inconvénients:** Effort variable, standardisation difficile, restreinte aux zone profonde avec un fond plus ou moins plat et une vitesse de courant pas trop importante.

III.8. Exploitation des données

- Les poissons capturés sont conservés dans un bac oxygéné.
- Pour éviter tout stress lié à la manipulation, les animaux sont anesthésiés par l'eugénol (l'huile de clou de girofle). L'état de léthargie dure quelques minutes, le temps nécessaire pour effectuer les mesures biométriques, les photographier, et les identifier.
- Ensuite, les poissons sont transférés dans un bassin de réveil, puis relâchés dans une partie calme de la rivière où ils étaient prélevés.

III. 9. Evaluation et classification

III.9.1.Le choix des métriques de l'IIB

- Une bonne métrique est celle qui varie quantitativement de façon constante en fonction d'un gradient de perturbations anthropiques
- Les comparaisons des valeurs entre les sites de référence et les sites perturbés permet de juger de la sensibilité des métriques.
- On évite de conserver des métriques fortement corrélées entre elles
- On évite de conserver 2 métriques complémentaires
- Des tests statistiques (matrice de corrélation,...) peuvent être utilisés pour valider le choix des métriques mais il faut surtout se demander si un résultat est significatif biologiquement.

III.9.2.Définition de cours d'eau de référence

- Absence de modification de l'habitat par l'homme (ou à défaut le cours d'eau qui semble « idéale »,
- Richesse en terme de biodiversité et présence d'espèces « cibles »
- Végétation rivulaire continue et non perturbée par l'homme
- Pas ou peu perturbé par l'introduction d'espèces exogènes,
- Absences d'infrastructures modifiantes (sources de pollutions, de fossés ou de canaux de drainage se jetant dans la rivière, absence de barrage, de régulation, d'enrochement, etc.).
- Géomorphologie naturelle du cours d'eau.

III.9.3. Bases bibliographiques de l'IIB NC

L'élaboration de l'IIB de la Nouvelle-Calédonie s'appuie principalement sur 3 ouvrages bibliographiques

- BELPAIRE C., SMOLDERS R.; VANDEN AUWEELE I.; ERCKEN D. BREINE J, VAN THUYNE G. & OLLEVIER F. 2000. An Index of Biotic Integrity characterizing fish populations and the ecological quality of Flandrian water bodies. *Hydrobiologia* **434**: 17–33, 2000. © 2000 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- Karr, James R. 1981. "Assessment of biotic integrity using fish communities." *Fisheries* 6:21–27.
- KESTEMONT P., GOFFAUX D. et GRENOUILLET G. 2004. Les poissons indicateurs de la qualité écologique des cours d'eau en relation avec la Directive Cadre sur l'Eau. La gestion piscicole, Natura 2000 et la Directive Cadre sur l'Eau » - Colloque GIPPA 17.02.04 - Liège
- LA VIOLETTE *et al.* Caractérisation des Communautés de poissons et développement d'un Indice d'Intégrité biotique pour le Fleuve St. Laurent, 1995-1997.
- Malavoi J.. et Souchon Y., 1989. Méthodologie de description et quantification des variables morphodynamiques d'un cours d'eau à fond caillouteux. *Rev. De Géog. De Lyon*, Vol. 64, N° 4, pp. 252 – 259..
- OBERDORFF T. oberdorf@mnhn.fr , PONT D., HUGUENY B., BELLIARD J., BERREBI DIT THOMAS R., PORCHER J.P., 2002. Adaptation et validation d'un indice poisson (FBI) pour l'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau français ; *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 2002, 365-366 : 405-433
- Porcher, J.P., 1998. Réseau Hydrobiologique et Piscicole (R.H.P), Cahier des Charges techniques. Conseil Supérieur de la Pêche, Délégation Régionale n° 2, 84 rue de Rennes – 35510 CESSON SEVIGNE – France.
Jean-pierre.porcher@csp.environnement.gouv.fr
- SCHAGER ET PETER, 2002. Méthode d'analyses et d'appréciation des cours d'eau en Suisse, Poisson Niveau R, Indice d'Intégrité biotique.

Famille		Espèce	Référence	Biotope Adulte	Lieu de ponte	Biotope 1er stades	Statut	Endémique protection	Omnivore	Carnivore	Brouteur Herbivore Détrivore	Intérêt halieutique
AMBASSIDAE	1	<i>Ambassis interruptus</i>	ω□□□□		M	M	A			L		
	2	<i>Ambassis miops</i>	ω□□□□		M	M	A			L		
ANGUILLIDAE	3	<i>Anguilla australis schmidtii</i>	ω□□□□		M	M	A			M		
	4	<i>Anguilla marmorata</i>	ω□□□□		M	M	A			M		
	5	<i>Anguilla megastoma</i>	≤ u η □ □		M	M	A			M		
	6	<i>Anguilla obscura</i>	≤ u η □ □		M	M	A			M		
	7	<i>Anguilla reinhardtii</i>	ω□□□□		M	M	A			M		
APOGONIDAE	8	<i>Apogon amboinensis</i>	ω□□□□	FB	FB	FB	A			L		
	9	<i>Apogon hyalosoma</i>	≤ u η	FB	FB	FB	A			L		
BLENNIDAE	10	<i>Meiacanthus anema</i>	≤ η	FB	FB	FB	A			L		
	11	<i>Omx biporos</i>	≤ u η □	FB	FB	FB	A			L		
CARANGIDAE	12	<i>Atule mate</i>	∅	FB	FB	FB	A					
CARCHARINIDAE	13	<i>Carcharhinus leucas</i>	≤ u η		ADW	ADW	A	LRnt		L		
CENTRARCHIDAE	14	<i>Micropterus salmoides</i>	≤ u η □ □		M	M	I			M		
CHANIDAE	15	<i>Chanos chanos</i>	η ♥		FB	FB	A		inra			
CICHLIDAE	16	<i>Oreochromis mossambicus</i>	≤ u η □ □		M	M	I			M		
	17	<i>Sarotherodon occidentalis</i>	≤ u η □ □		M	M	I			M		
CONGRIDAE	18	<i>Conger cinereus</i>	∅		L	L	A			L		
CYPRINIDAE	19	<i>Carassius auratus</i>	η ♥		M	M	I		M			
	20	<i>Cyprinus carpio</i>	η □ □		M	M	I		M			
ELEOTRIDAE	21	<i>Bunaka gyrinoides</i>	u η ♥		M	M	A			M		
	22	<i>Butis amboinensis</i>	≤ u η u ♥		M	M	A			M		
	23	<i>Eleotris acanthopoma</i>	♥		M	M	A			M		
	24	<i>Eleotris fusca</i>	ω□□□□		M	M	A			M		
	25	<i>Eleotris melanosoma</i>	ω□□□□		M	M	A	LRnt		M		
	26	<i>Hypseleotris guntheri</i>	ω□□□□		M	M	A		M			
	27	<i>Ophieleotris nov. sp.</i>	η □ □		M	M	A	EN?		M		
	28	<i>Ophieleotris aporos</i>	ω□□□□		M	M	A		M			
	29	<i>Ophiocara porocephala</i>	ω□□□□		M	M	A			M		
	30	<i>Galaxias neocaledonicus</i>	ω□□□□		M	M	A	CR?		M		
GERREIDAE	31	<i>Gerres filamentosus</i>	≤ u η		FB	FB	A			FB		
GOBIIDAE	32	<i>Amblygobius linki</i>	∅		FB	FB	A			L		
	33	<i>Awaous guamensis</i>	ω□□□□		FB	FB	A		M			
	34	<i>Awaous ocellaris</i>	ω□□		FB	FB	A		M			
	35	<i>Callogobius sp.1</i>	≤ u □		L	L	A			?	?	
	36	<i>Callogobius sp.2</i>	≤ u		L	L	A			?	?	
	37	<i>Exyrias bellissimus</i>	∅		L	L	A		L			
	38	<i>Exyrias puntang</i>	≤ u □		L	L	A		L			
	39	<i>Glossogobius celebius</i>	ω□□□□		FB	FB	A			M		
	40	<i>Lentipes kaaea</i>	♥		M	M	A			?		
	41	<i>Mugilogobius duospilus</i>	≤ u		?	?	A		?			
	42	<i>Mugilogobius mertoni</i>	♥		M	M	A		?			
	43	<i>Mugilogobius notospilus</i>	♥		M	M	A		?			
	44	<i>Periophthalmus argentilineatus</i>	≤ u η □		L	L	A		L			
	45	<i>Psammogobius biocellatus</i>	≤ u η □ □		FB	FB	A	LRnt		M		
	46	<i>Redigobius balteatus</i>	≤ u η		?	?	A		FB			
	47	<i>Redigobius bikolanus</i>	ω□□□□		M	M	A	LRnt	FB			
	48	<i>Redigobius chrysosoma</i>	≤ u η □		?	?	A		FB			
	49	<i>Redigobius roemeri</i>	≤ u η		?	?	A		FB			
	50	<i>Schismatogobius fuligineus</i>	≤ u η ♥		?	?	A	VU?		M		
	51	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	u η □ □		M	M	A				M	
	52	<i>Sicyopterus micrurus</i>	ω□□		M	M	A				M	
	53	<i>Sicyopterus sarasini</i>	ω□□□		M	M	A	VU?			M	
	54	<i>Sicyopus chloe</i>	♥		M	M	A	EN?		M		
	55	<i>Sicyopus zosterophorum</i>	η ♥		M	M	A			M		
	56	<i>Stenogobius yateiensis</i>	ω□□□□		M	M	A	VU?			M	
	57	<i>Stiphodon atratus</i>	η ♥		M	M	A				M	
	58	<i>Stiphodon rutilaureus</i>	η □ □		M	M	A				M	
	59	<i>Stiphodon nov. sp. (saphir)</i>	ω□□		M	M	A	EN?			M	
	60	<i>Taenioides cirratus</i>	≤ u η		?	?	A			FB		
HAEMULIDAE	61	<i>Pomadasyus argenteus</i>	≤ u η		?	?	A			FB		
HEMIREMPHIDAE	62	<i>Zenarchopterus dispar</i>	≤ u η		FB	FB	A			FB		
KUHLIDAE	63	<i>Kuhlia marginata</i>	ω□□□□		M	M	A			M		
	64	<i>Kuhlia munda</i>	ω□□□□		M	M	A			M		
	65	<i>Kuhlia rupestris</i>	ω□□□□		M	M	A			M		
LEIOGNATHIDAE	66	<i>Leiognathus equulus</i>	≤ u □		?	?	A			FB		
LUTJANIDAE	67	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	≤ u η □		L	L	A			L		
	68	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	ω□		L	L	A			L		
	69	<i>Lutjanus fuscescens</i>	≤ u η		L	L	A			L		
	70	<i>Lutjanus russelli</i>	≤ u η □		L	L	A			L		
MEGALOPIDAE	71	<i>Megalops cyprinoides</i>	≤ u η	FB	FB	FB	A			L		

IV. Résultats: l'indice d'intégrité biotique

L'Indice d'intégrité biotique de Nouvelle-Calédonie se présente sous la forme de seize métriques regroupées en 5 catégories s'attardant chacune sur un aspect précis de l'écosystème aquatique:

- Composition et richesse spécifique de poissons
- Abondance et condition de poissons
- Organisation trophique
- Structure de population (pyramide d'âge)
- Abondance de crustacés

IV.1. Métriques élaborés et testés

	Excellent	Moyen	Faible
Indice d'intégrité biotique Campagne Janvier 2010	5	3	1
Paramètre 1 : Richesse spécifique (nombre d'espèces de poissons / cours d'eau)			
Nombre d'espèces autochtones	> 23	12 à 23	< 12
Nombre d'espèces endémiques, intolérantes rare et/ou rare (espèces endémiques, espèce inscrites sur la liste rouge de l'UICN, <i>Cestraeus plicatilis</i>)	>3	2 à 3	1
Nombre d'espèces d'un intérêt halieutique	>5	3 à 5	<3
Nombre d'espèces introduites	0	1 à 2	>2
Paramètre 2 : Effectifs			
Abondances des effectifs des espèces indigènes	>70 %	50-70%	<50%
Abondances des effectifs des espèces endémiques, intolérantes et/ou rares	>20 %	15-20%	<15%
Abondances des espèces de poissons tolérants	<20 %	20-50%	>50%
Abondances des effectifs des espèces indigènes et endémiques d'un intérêt halieutique	>20 %	10-20%	<10%
Abondances des effectifs des espèces introduites	0-1 %	1 à 10 %	>10%
Paramètre 3 : Organisation trophique (Nombre de poissons/ catégorie trophique/ cours d'eau)			
Abondance relative d'omnivores (<i>Kuhlia</i> , <i>Tilapia</i> , <i>Awaous</i>)	<25 %	25-70%	>70%
Abondance relative de carnivores (insectes, crevettes, mollusques, poissons, etc.)	>60 %	30-60	<30
Abondance relative de benthophages et de détritivores (vase, algues, épiphytes, etc.)	>20 %	12-20%	<12%
Paramètre 4 : Structure de la population (pyramide des âges)			
Nombre d'espèces présentant les caractéristiques d'une population naturelle (toutes les classes d'âge bien représentées)	>3	2 à 3	<1
Nombre d'espèces ne présentant que partiellement les caractéristiques d'une population naturelle	>3	2 à 3	<1
Proportion des populations non naturelles (prédominance d'une seule classe d'âge et/ou effectif de capture pas assez important pour faire une structuration)	<5%	5 à 10 %	>10%
Paramètre 5 : Présence de <i>Macrobrachium</i>			
<i>Macrobrachium</i> (en % de la biomasse)	<15 %	15-30%	>30%
Note finale			
Classe d'intégrité biotique			

Excellent : >75 ; bonne : 61 – 75 ; moyenne : 46-60 ; faible : 31-45 ; très faible : <31

IV.2. L'évaluation quantitative des métriques

- Pour calculer l'IIB, il est nécessaire de convertir les données de chaque métrique sur une base de pointage commune
- Le pointage est attribué à chaque métrique d'après le valeur attendue pour une rivière non-perturbée de même taille et dans la même écorégion (cf typologie).
- Originellement, chaque métrique se voit attribuer une valeur de 5,3 ou 1 selon sa similarité avec le site de référence
- Cette méthode peut être améliorée avec une base de donnée plus conséquente pour obtenir un indice sous la forme d'une variable continue.

Les classes d'intégrité biotique

- La sommation du pointage de chacune des métriques détermine la valeur de l'IIB. Le niveau de l'intégrité biotique est segmentée en 5 classes de valeurs entre 0 et 100.

IV.3. Procédure d'évaluation

Dans la procédure d'évaluation (figure ci-dessous), la différence entre l'état constaté et l'état souhaité (idéal) est notée selon un système de points (on attribue d'autant plus de points que l'état est bon), en distinguant 3 classes de valeur correspondant à excellent, moyen et bon. Chaque paramètre présente plusieurs catégories de notation (tableau 1) et représente ainsi un outil sensible de l'intégrité d'un écosystème. La somme des valeurs attribuées aux différents paramètres donne une valeur totale qui correspond à un certain état écologique dans le système de classification présenté ci-dessous.

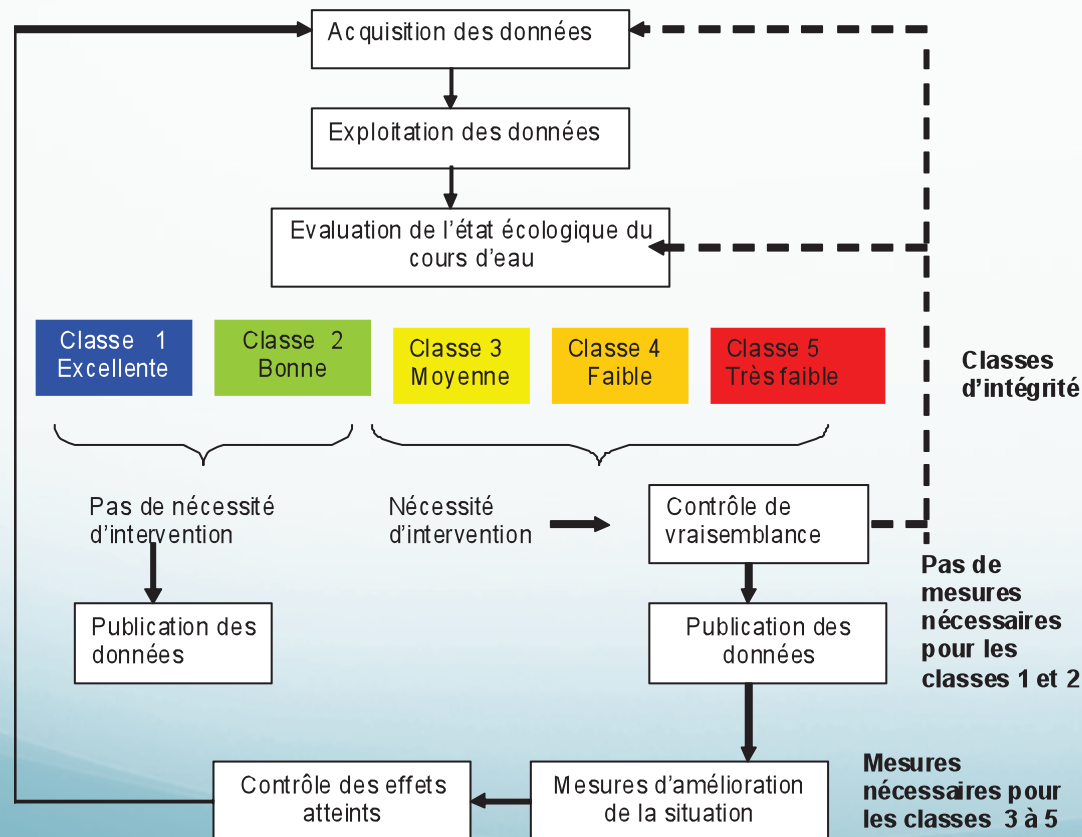


Fig.1 Déroulement de la méthode d'appréciation de l'état écologique des cours d'eau par IIB, l'indice d'intégrité biotique (d'après Schager et Peter, 2002)

IV. 4. Classification

Le système de classification se conforme à la directive européenne sur l'eau adoptée en 2000 qui prévoit 5 classes de qualité pour l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau (Schager et Peter, 2002).

Une intervention est nécessaire si l'état d'intégrité de l'écosystème est jugé moyen à très faible.

Classe d'intégrité biotique	
Excellente	>75
Bonne	61-75
Moyenne	46-60
Faible	31-45
Très faible	<31

IV.5. Limites de l'outil

- La base de donnée est construite avec des méthodes d'échantillonnage différentes et sans aucun protocole standardisé (à part les données ERBIO). En absence de lignes directrices, c'est à l'appréciation de chaque opérateur (intervenant d'extérieur du territoire) de réaliser les inventaires avec la méthode qui lui convient.
- Un outil d'évaluation, tout comme une modélisation, a tendance à simplifier les écosystèmes et à sous-estimer leur variabilité, cette variabilité est mal connue, nous disposons d'aucune étude qui met en évidence les variations annuelles de la composition du peuplement piscicole migratrice d'un cours d'eau (ni des cours d'eau de référence).
- La valeur d'un IIB est fonction de la valeur et du nombre des métriques qui le composent. Ces métriques doivent être mises à jours périodiquement pour en garder les plus pertinent.
- Lorsqu'un petit nombre de poissons est capturé, l'IIB peut être biaisé et ne pas refléter de façon juste le niveau d'intégrité biotique (Lyons 1992; Lyons *et al.* 1996).
- Aucun cycle biologique des espèces endémiques n'a été étudié, la connaissance de ces paramètres est pourtant indispensable pour déterminer la présence / absence d'une espèce sensible lors de la période de l'inventaire. – Quand une espèce absente, est-ce du à l'impact ou bien du à sa période de migration?
- L'IIB doit être un outil complémentaire à d'autres indice biotique, il serait judicieux d'harmoniser les résultats obtenus avec différents indicateurs.

V. Conclusions

- Les études pluriannuelles ont montré que les cours d'eau de Nouvelle-Calédonie sont riches en termes de biodiversité, mais pauvres en effectifs et biomasses. Les ressources halieutiques diminuent continuellement, beaucoup d'espèces rares et endémiques sont menacées d'extinction.
- Etant donné la complexité et la spécificité de leurs exigences par rapport à l'habitat, les poissons sont de bons indicateurs de l'état hydrologique et morphologique des eaux dans lesquelles ils évoluent, ainsi que de la pollution urbaine, industrielle et agricole.
- Ils fournissent également l'avantage d'être faciles à comprendre pour les scientifiques, les gestionnaires et le grand public. L'indice IIB est en outre facile à appliquer à tous les secteurs géographique (régionaux) avec un minimum de calibration.
- L'indice d'intégrité biotique (IIB) est un outil sensible basé sur les relevés multi-métriques de ces communautés ichtyologiques. Il permet de qualifier l'état des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie et reflète d'une manière fiable chaque dégradation du milieu.
- La quasi-totalité des espèces de poissons sont des espèces migratrices, elles reflètent donc tout type d'impact court, moyen et long terme.
- Il permet ainsi de dégager les points critiques sur lesquels il est nécessaire d'intervenir et les mesures d'amélioration pour assurer une protection durable de la biodiversité unique et des ressources halieutiques des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie.
- Dans une démarche holistique, il conviendrait de fixer des objectifs concernant l'état écologique (cf DCE) par bassin versant pour les 5 et 10 ans à venir, de stopper la dégradation des habitats, la perte de la biodiversité et la diminution des ressources halieutiques.

VI. Recommandations

VI. 1. Recommandations générales

- Construire une base de donnée et un SIG qui s'appuie sur un même protocole d'échantillonnage
- Étudier les variations interannuelle les cours d'eau de références (dans chaque écorégions),
- Affiner la typologie des cours d'eau pour l'établissement d'écorégions et d'habitat (si pertinent),
- Approfondir les connaissances sur les cours d'eau sous l'influence de pollutions organiques et sur les torrent de montagne,
- Étudier la biologie des espèces cibles ainsi que leur tolérance aux pollutions (études ecotoxicologique),
- Sélection des métriques les plus performantes par des tests statistiques ,
- Mettre en place un indice de qualité de l'eau (physico-chimie et bactériologique) pour mesurer quantitativement l'impact de la pollution et le confronter à l'IIB-NC.

VI.2. Recommandations à court terme

1. Fixer des objectifs claires à long terme concernant conservation de la biodiversité et des ressources halieutiques des cours d'eau calédoniens.
2. Compiler les bases de données des inventaires piscicoles existantes qui s'appuient sur un même protocole d'échantillonnage, les intégrer dans la base IOTA.
3. Valider un protocole standard d'échantillonnage des poissons qui doit être systématiquement appliqué pour chaque nouvelle étude à venir (construire une base de donnée fiable du réseau hydrographique calédonien).
4. Analyser la corrélation entre richesse spécifique et surface de bassin versant (basé sur un même protocole d'échantillonnage).

VI.2. Recommandation à moyen terme

1. Faire un suivi mensuel de quelques cours d'eau de référence (par exemple Dumbéa, Faténaoué, Rivière du Trou bleu, Rivière de Hô) pour mettre en évidence les variations interannuelles et confirmer la pertinence des métriques de l'IIB.
2. Analyser et suivre quelques cours d'eau impacté avec différents gradients de perturbations anthropiques (pollutions, dégradations de l'habitat, etc).
3. Harmoniser les indices biologiques existants et procéder à une mise à jour continue pour obtenir des indicateurs performants.
4. Construire une base de données fiables intégrant tous les facteurs biotiques et abiotiques.

Merci aux organisateurs de se pencher sur les écosystèmes aquatiques et les indicateurs.



Le choix des métriques

Un processus en 4 étapes

- Évaluation graphique en boîte
 - Métriques potentielles affichant des différences entre les sites de références et les sites avec impact.
- Test U de Mann-Whitney
 - Éliminer les métriques potentielles avec des valeurs de $P > 0.05$
- Les corrélations de rang de Spearman doivent être significative ($p > 0.05$) avec un indice de qualité environnementale (comme IQE)
- Matrice de corrélation
 - Éliminer une des métrique lorsqu'elles présentent des corrélations avec un $r > 0.80$

Évaluation de l'habitat physique

- Évaluation nécessaire car l'impact d'un habitat physique dégradé peut parfois masquer l'influence de la qualité de l'eau par la pollution.
- L'évaluation est normalement réalisé à l'aide d'indices qui incorporent les variables de l'habitat (comme IQBR, QHEI: qualitative habitat Evaluation index,
- Les différents paramètres physico-chimiques sont reconnus pour avoir une influence sur les communautés aquatique (Peterson 1990) et ils se doivent d'être pris en considération.
- Un indice de qualité de l'eau peut servir à mesurer quantitativement l'impact de la pollution (WQI: water quality index, SQI: site quality index, IQBP: Indice de Qualité bactériologique et physico-chimique)
- Ces indices donnent une cote de la qualité de l'eau pour la station allant de Excellent à Mauvais.

CRITÈRES DE SÉLECTION DES SITES DE RÉFÉRENCE

- Géomorphologie naturelle du cours d'eau.
- Présence d'une bande riveraine continue d'au moins trois fois la largeur de la rivière.
- Végétation non perturbée par l'homme.
- Section du cours d'eau sans introduction d'espèces sportives ou de fourrage. (voir note)
- Absence de sources, de fossés ou de canaux de drainage se jetant dans la rivière, de façon ponctuelle ou diffuse.
- Géomorphologie des rives conforme à celle du segment de rivière.
- Absence de modification de l'habitat par l'homme.
- Absence de nettoyage de la rivière, c'est-à-dire que les débris dans le fond de la rivière ont été déplacés uniquement par des processus naturels.
- Absence de barrage ou de diversion de courant.
- Absence de pont immédiatement en amont de la station.

Notions de tolérance chez les espèces de poissons

- Réponse d'une espèce à différentes perturbations comme:
 - L'eutrophisation
 - L'augmentation de la turbidité
 - L'acidification
 - La hausse de température de l'eau
 - La diminution de l'O₂
 - La sédimentation