

GAINi

Guyane Aquatic Invertebrates Index



*Vers un indice multimétrique d'évaluation de la
qualité des eaux Guyanaises*

Equipe de recherche

Buffagni Andrea, Balestrini Raffaella, Marziali Laura & Erba Stefania (IRSA CNR)

En collaboration avec le laboratoire HYDRECO, l'IRD et la DEAL de Guyane.

Istituto di Ricerca sulle Acque
Consiglio Nazionale delle Ricerche



Contexte et Problématiques en Guyane

- Directive Cadre Européenne sur l'Eau (EC/2000/60) doit être appliquée sur les cours d'eau Guyanais.
- Différences avec l'Europe :
 - *Taxons de densités faibles et de petites tailles,*
 - *Taxonomie souvent incertaine,*
 - *Biologie des invertébrés peu connue,*
 - *Accessibilité aux sites souvent limitée ,*

Actuellement, l'évaluation du statut écologique basé sur les invertébrés est considérée non totalement compatible DCE.

Objectif du projet de recherche

Plan de la présentation

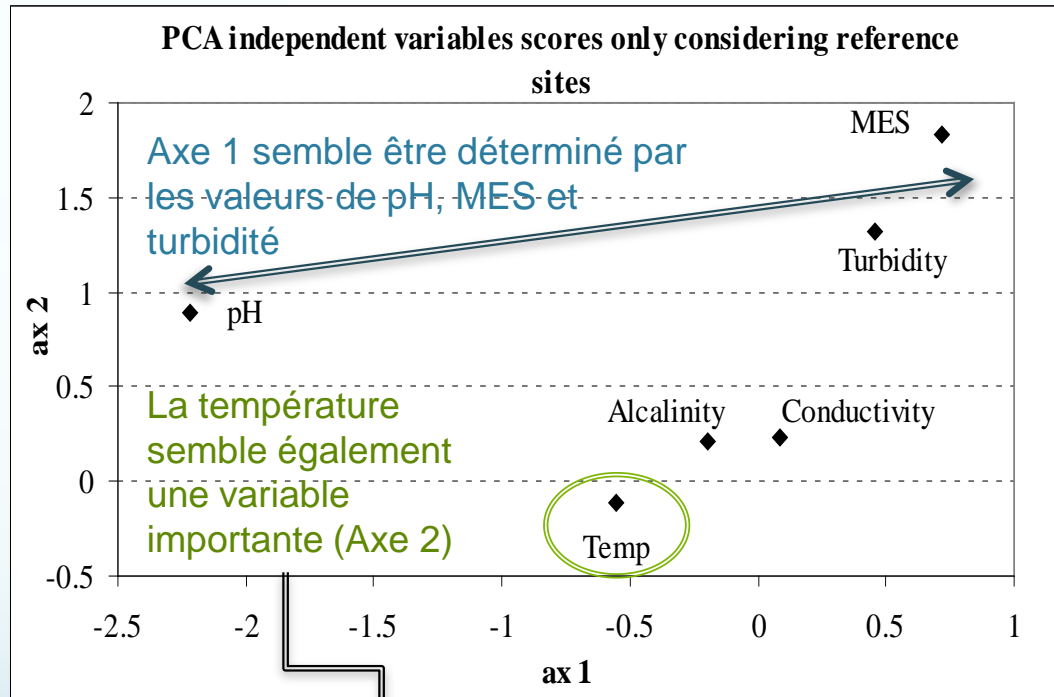
Proposer une procédure pour définir un système d'évaluation du statut écologique des cours d'eau Guyanais sur la base des invertébrés d'eau douce.

Construction du projet :

1. Fournir une **typologie préliminaire** pour les cours d'eau de Guyane (qui ait un sens pour les communautés benthiques et qui respecte les exigences de la DCE);
2. **Sélection des taxons indicateurs** clés à utiliser pour l'évaluation du statut écologique,
3. **Sélection des métriques candidates** et **proposer un indice multimétrique** pour une classification des statuts écologiques basée sur les invertébrés aquatiques,
4. Mise en évidence des **limites écologiques**.

1. Définition des types de cours d'eau

Typologie des cours d'eau à partir des variables abiotiques



PCA passée sur la conductivité, les MES, le PH, la température, l'alcalinité et la turbidité sur toutes les 67 stations

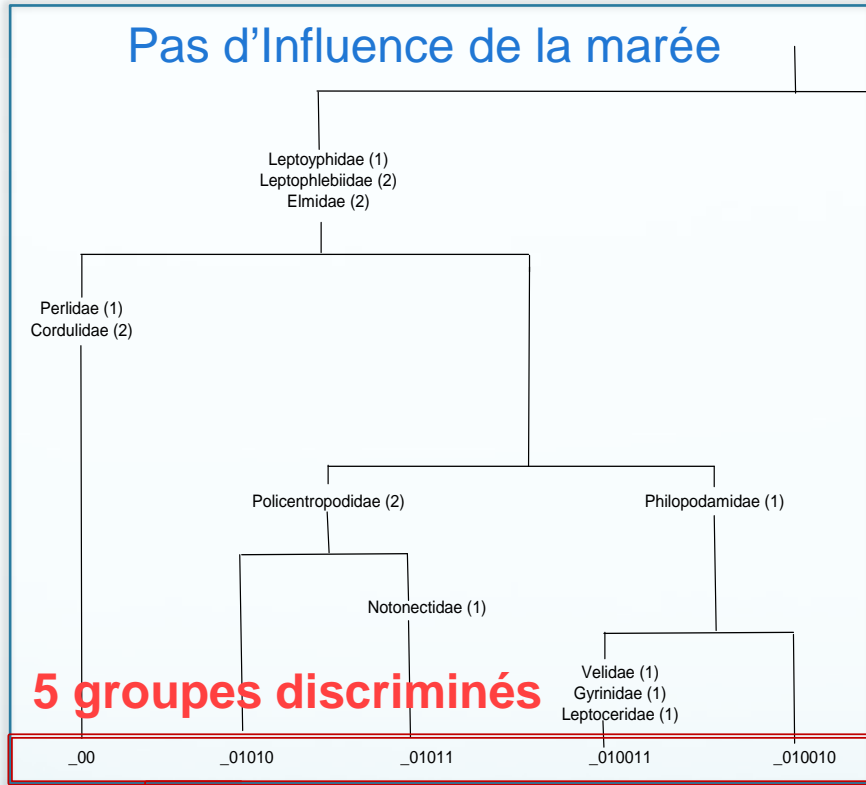
probablement du fait de différences dans la couverture végétale

- Cadre typologique de la DCE est basé sur quelques descripteurs environnementaux majeurs, tels que la géologie, l'altitude, la **taille du cours d'eau**.
- Approche utilisée : Analyses multivariées sur les **sites de références** (éviter une interférence avec la pollution).
- Variables retenues : **pH** et **taille du bassin** (indépendantes aux altérations).

MES et turbidité écartées car peuvent être associées à des altérations anthropiques.

Typologie des cours d'eau à partir des invertébrés

Pas d'Influence de la marée



Zones soumises aux marées ont été écartées pour la suite de cette étude :

Problème d'échantillonnage et de connaissance de tels milieux.

Abiotic river type	1	2	3	4	5
Tidal influence	No	No	No	No	No
Distance to source	215	217	195	71	248
pH	6.0	6.34	6.08	6.00	5.60
Turbidity	3.9	7.7	6.6	6.2	3.4
Stream order (Strahler)	3-6	4.4	4.8	3.5	4.8
	3-6	3-6	3-6	3-5	3-6
	high pH (>5.8)	high pH (>5.8)	[wide pH range (5-7)]	small pH range (5.5-6.5); usually dist. source <60 km	low turbidity (<5); usually dist. source >>60 km; wide pH range (5-7)

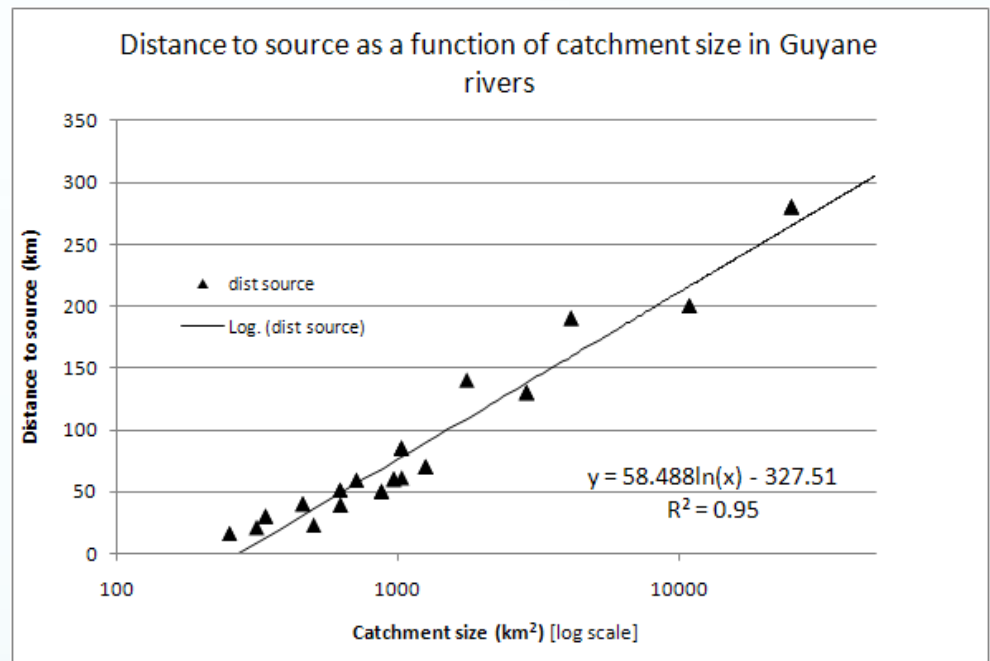
3 3-4 3 3-7

1. Définition des types de cours d'eau

Distance à la source

Régression entre la distance à la source et la superficie du bassin versant en Guyane

→ une distance à la source de 75 km correspond à un bassin versant d'environ 1000 km², (*Selon la typologie A des systèmes de la DCE, correspond à un grand cour d'eau.*)



Distance à la source (D) est le premier critère utilisé pour définir le type de cours d'eau avec un seuil à 75 km.

$D > 75$ km « grands cours d'eau »,

$25\text{km} < D < 75\text{KM}$ « moyen cours d'eau »

1. Définition des types de cours d'eau

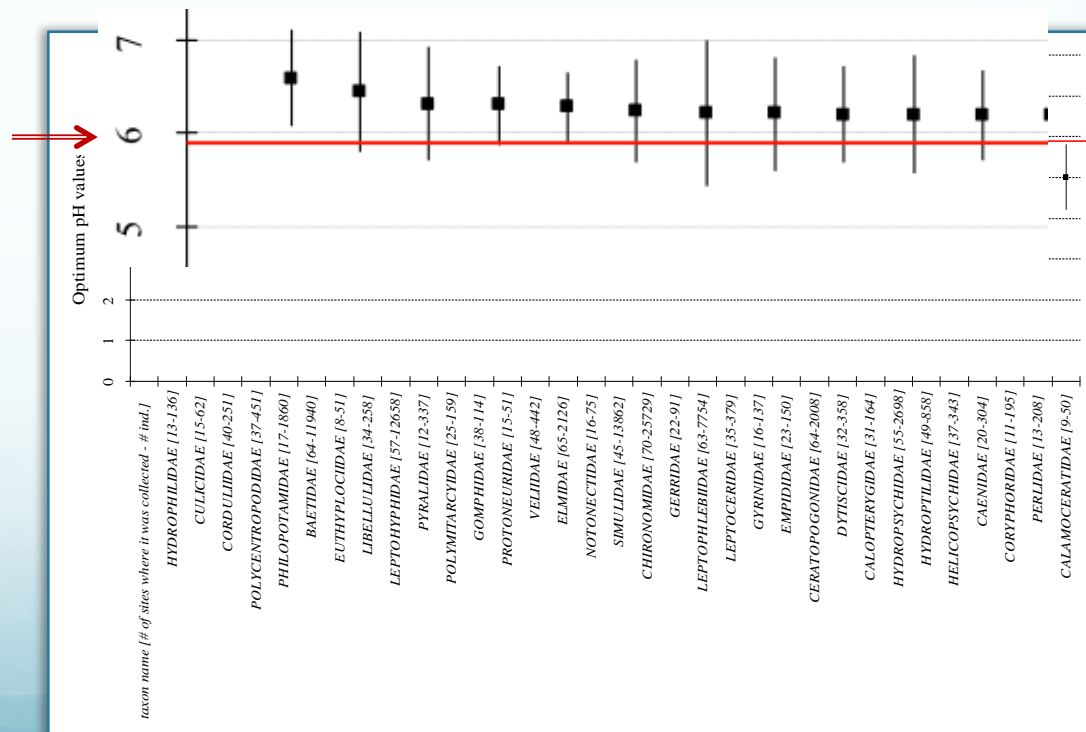
pH

Le pH semble capable de discriminer les groupes biologiques.

Afin de définir un seuil de valeurs de pH qui supporte la séparation des groupes, **les valeurs optimales pour les taxons ont été examinées.**

La plupart des taxons ont une préférence pour des pH >5,8 et une discontinuité peut être observée autour de cette valeur.

La valeur de 5,8 a été identifiée comme **le seuil** capable de discriminer un pH acide d'un pH neutre.



1. Typologie des cours d'eau de Guyane

En combinant : distance à la source + pH,
une typologie des cours d'eau de Guyane a été
proposée :

Type code	Type description	pH	Distance from source (km)
aS	Acid small rivers		≤ 25
aM	Acid medium rivers	< 5,8	25-75
aL	Acid large rivers		> 75
nS	Neutral small rivers		≤ 25
nM	Neutral medium rivers	> 5,8	25-75
nL	Neutral large rivers		> 75

2. Sélection de taxons sensibles

Définition d'un gradient de qualité d'eau

Sélection des variables qui permettent de **différencier les sites de référence des sites de surveillance** en regroupant les sites selon les principales pressions.

Variables sélectionnées : NO₂, Chlorures, saturation en oxygène, Phosphore total, MES, conductivité et turbidité.

A partir de ces variables, construction d'un **indice chimique de pollution** appelé GCPI (Guyane Chemical Pollution Index).

2. Sélection de taxons sensibles

Calcul du GCPI

Score attribué à chacune des variables sélectionnées : NO₂, Cl, inverse de la saturation en oxygène, Phosphore total, MES, conductivité et turbidité.

Comparaison de la valeur des variables observées **a celles de référence** (au percentile).

Les scores des variables individuelles sont sommées et divisés par le nombre de variables mesurées afin d'obtenir un score unique pour chacun des échantillons.

Ce score unique varie entre 1 (bonne qualité) et 0 (perturbation).

2. Sélection de taxons sensibles

Une ordination des taxons selon les valeurs optimales de GCPI a été utilisée afin de sélectionner les taxons sensibles ou tolérants.

Taxons sensibles : Les 8 Taxons avec les GCPI les plus élevées.

Taxons tolérants : Les 8 Taxons avec les GCPI les plus faibles .

→ Au total 16 taxons ont été sélectionnés

- Equilibrer les invertébrés sensibles et tolérants
- Avoir une probabilité sensiblement égale de capturer plusieurs taxons de chaque groupe

	Optimum GCPI		N_samples
CALAMOCERATIDAE	0,53	tolerant	9
CAENIDAE	0,56	tolerant	20
POLYMITARCYIDAE	0,60	tolerant	25
CERATOPOGONIDAE	0,60	tolerant	64
DYTISCIDAE	0,61	tolerant	32
GERRIDAE	0,63	tolerant	22
HELICOPSYCHIDAE	0,63	tolerant	37
PROTONEURIDAE	0,63	tolerant	15
<i>N of cumulative catches for the selected 8 tolerant taxa</i>			224
EMPIDIDAE	0,72	sensitive	23
PHILOPOTAMIDAE	0,73	sensitive	17
LEPTOHYPHIDAE	0,74	sensitive	57
NOTONECTIDAE	0,74	sensitive	16
LEPTOPHLEBIIDAE	0,74	sensitive	63
LIBELLULIDAE	0,75	sensitive	34
HYDROPHILIDAE	0,76	sensitive	13
PYRALIDAE	0,78	sensitive	12
<i>N of cumulative catches for the selected 8 sensitive taxa</i>			235

3. Sélection des métriques candidates

Les métriques sélectionnées ont été assignées à un groupe conceptuel : Tolérance, Abondance/Trophic/Habitat et Richesse/Diversité et pondérées selon le groupe auquel elles appartiennent, en donnant à chacun des trois groupes le même poids. Au sein des groupes, **plus de poids est donné aux métriques les plus robustes.**

Information type	Metric type	Metric name	Taxa considered in the metric (families)	weight
Tolerance	Index	ATSG	Part of the community (16)	0,167
	Ratio	Ratio_Sens_Tole	Part of the community (16)	0,167
Abundance/ Trophic/ Habitat	Abundance	log predators	Part of the community (3)	0,111
	Abundance	log sel ephe	Part of the community (3)	0,111
	Abundance	log sel tricho&lepi	Part of the community (4)	0,111
Richness/ Diversity	Taxa number	N FAM	Whole community (1-33)	0,167
	Taxa number	N EPT	Part of the community (0-13)	0,083
	Diversity index	Shannon	Whole community (1-33)	0,083

Afin de combiner les métriques → **normalisation des métriques (EQR = Ecological Quality Ratios)** obtenue en divisant la valeur de chaque métrique par la valeur médiane de la métrique dans les échantillons de référence.

4. Proposition d'un indice multimétrique

Calcul du GAINi

- **Etape 1 :** Calcul du ATSG (Average Taxon Score for Guyane)

$$ASTG = \frac{\sum L_i}{L}$$

l'ATSG est basé sur une liste de taxons

	Optimum Guyane_CPI	SG_Score
CALAMOCERATIDAE	0,53	0
CAENIDAE	0,56	0,10
POLYMITARCYIDAE	0,60	0,27

- **Etape 2 :** EQRs (Ecological Quality Ratios)

EQR_{cha}

EQR de référence

River type	ATSG	Ratio_Sens_Tole	log predators	log sel ephe	log sel tricho&lepi	N FAM	N EPT	Shannon	GAINi	SMEG
aM	0,819	1,200	0,845	2,798	1,301	18	9	1,600	1,109	2,963
nM*	0,694	1,000	1,079	2,449	1,724	26	11	1,590	0,985	3,188
aL	0,791	1,333	0,903	2,427	1,462	18	9	1,740	1,003	3,026
nL	0,489	0,667	0,301	1,813	0,778	16	7	1,670	1,024	3,113

4. Proposition d'un indice multimétrique

Calcul du GAINi

- **Etape 3 :** Calcul du EQR de GAINi

-Pondérer les EQR de chaque métrique par leur poids.

-EQR_{GAINi} = Moyenne de tout les EQR pondérées

- **Etape 4 :** Calcul de la Note GAINi:

$$\text{Note} = \frac{\text{EQR}_{\text{GAINi}}}{\text{EQR}_{\text{type de rivière}}}$$

Information type	Metric type	Metric name	Taxa considered in the metric (families)	weight
Tolerance	Index	ATSG	Part of the community (16)	0,167
	Ratio	Ratio_Sens_Tole	Part of the community (16)	0,167
Abundance/ Trophic/ Habitat	Abundance	log predators	Part of the community (3)	0,111
	Abundance	log sel ephe	Part of the community (3)	0,111
	Abundance	log sel tricho&lepi	Part of the community (4)	0,111
Richness/ Diversity	Taxa number	N FAM	Whole community (1-33)	0,167
	Taxa number	N EPT	Part of the community (0-13)	0,083
	Diversity index	Shannon	Whole community (1-33)	0,083

5. Définition des limites écologiques

La gamme des valeurs de l'indice GAINi (entre 0 et 1) a été partitionné pour définir les limites à utiliser pour la classification écologique.

La limite entre les classes Haute et Bonne qualité a été fixée pour correspondre à un percentile fixe (25th percentile) des valeurs du GAINi observées dans les sites/échantillons de référence.

La limite entre les classes Bonne et Moyenne qualité a été établie pour correspondre à la limite entre Haute et Bonne multiplié par 0,75.

La limite entre Moyenne et Pauvre a été fixée en multipliant la limite entre Haute et Bonne par 0,50.

Type	Haute/Bonne	Bonne/Moyenne	Moyenne/Pauvre	Pauvre/Mauvaise
aL	0,97	0,73	0,49	0,24
nL	0,90	0,68	0,45	0,23
aM	0,91	0,68	0,46	0,23
nM	0,85	0,64	0,43	0,21

Ce qui reste à faire

- Des améliorations peuvent être faite par l'ajout d'autres paramètres permettant une meilleure discrimination des sites en diminuant la variabilité naturelle.
- Pour l'instant, seuls les échantillons au troubleau ont été considérés mais il est vraisemblable que les métriques sélectionnées puissent être aussi applicables à d'autres types d'échantillonnage.
- L'indice multimétrique proposé (GAINi) devrait être postérieurement testé en relation avec les pressions à mesure que de nouvelles informations (quantitatives) seront disponibles.
- Orpillage : Trouver des indicateurs capables de détecter les impacts de cette pression.