

Développement d'un indice régional basé sur les macro invertébrés benthiques pour évaluer la qualité des grands fleuves.



Clément Poirier
Guillaume Cossard
Mickaël Haudrechy
& Victor Vaegert



Development of a regional macroinvertebrate index for large river bioassessment
K.A. Blockson¹, B.R. Johnson

Sommaire

- ☞ Cadre de l'étude, contexte
- ☞ Construction de l'indice NMACI
- ☞ Utilisation du NMACI sur 6 rivières
- ☞ Limites de la méthode, compléments à apporter à l'étude

Contexte Construction de l'indice Application de l'indice Limites de la méthode

Cadre de l'étude :

- Les rivières de faibles profondeurs ont déjà des indices de qualités.
- Absence d'indice fiable et généralisable à tous les cours d'eau non traversable à pied.
- Faible proportion de ces rivières → nécessité de beaucoup d'échantillons.
- Ne pas oublier les contraintes anthropologiques.
- Deux buts : - développer un indicateur de macro invertébrés benthiques associé à l'état écologique des rivières qui est en rapport avec les activités anthropiques du BV.
- tester la fiabilité de l'indice.

Contexte Construction de l'indice Application de l'indice Limites de la méthode

Lieux d'études et sélection des sites

Les rivières étudiées :

- BV large.
- Des conditions environnementales différentes
- Elles ont été analysées de façon aléatoires sur 25 sites chacune.




Table 1 - River basin characteristics for six large river tributaries to the Ohio and upper Mississippi rivers (modified from DeLong, 2002 and Wilcox et al., 2002)

Parameter	River					
	St. Croix	Wisconsin	Minnesota	Sisato	Wabash	Illinois
Basin (mi ²)	339	300	85	307	271	41
Basin area (km ²)	88214	78000	22200	79402	70540	10526
Mean discharge (m ³ /s)	130	261	126	189	190	649
Land use (%)						
Forest	45	54	1	25	22	7
Agriculture	27	27	96	69	60	87
Urban	2	3	1	9	5	5
River order	4	6	7	6	7	9
Annual precipitation (mm)	74	65	66	98	98	92
Water temperature (°C)	10.4	11.8	10.1	10	10	10.4
Photographic provinces	Superior Upland, Central Lowland, Central Lowland	Superior Upland, Central Lowland, Central Lowland	Superior Upland, Central Lowland	Central Lowland, Central Lowland	Central Lowland, Central Lowland	Central Lowland
Major sediment Basin	2	16	4	1	1	1
Population density (people/km ²)	13	46	6	108	62.7	4.97

La construction de l'indice

Contexte Construction de l'indice Application de l'indice Limites de la méthode

Méthodes d'échantillonnages et de laboratoire :

☞ Echantillonnage : à l'aide de transects pour une aire totale de 10,8 m²

☞ Pour les conditions abiotiques :

- Etude de l'habitat
- Etude de la qualité de l'eau

Pour la détermination des macro invertébrés benthiques :

- par des clés de détermination
- Leurs nombres variaient entre 300 et 500 par site d'échantillonnage

Contexte Construction de l'indice Application de l'indice Limites de la méthode

Définir le gradient de perturbation

☞ But : ordonner les sites en fonction de variables abiotiques

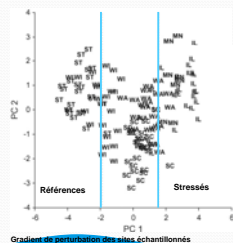
- Définir des sites "références" et "stressés"
- Utilisation de l'Analyse en Composantes Principales (PCA)

☞ Seul un axe PC1 est significatif

- <25^{ème} percentile → Références
- >75^{ème} percentile → Stressés

☞ Vérification du gradient de perturbation

- On utilise l'occupation du sol



Contexte Construction de l'indice Application de l'indice Limites de la méthode

MESURES BIOMÉTRIQUES : - mesures de nombreux paramètres (métriques)
- choix des plus pertinents pour un indice fiable

• Identification organismes benthiques → plus bas niveau taxonomique possible (famille pour les annélides, genre pour les autres)

• Mesure de 97 paramètres représentant différentes variables :

- Richesse
- % d'un taxon
- % individus de groupes taxonomiques, groupes fonctionnels (alimentation, habitats, comportements)
- Tolérance à la pollution

Contexte **Construction de l'indice** Application de l'indice Limites de la méthode

- Séparation des données aléatoirement :
 - 2/3 → calibration (construction indice)
 - 1/3 → validation (test de l'indice)

(test K-S : pas de différences significatives entre les jeux de données)

Contexte **Construction de l'indice** Application de l'indice Limites de la méthode

- Evaluation des paramètres mesurés : tri des paramètres candidats pour l'indice, basé sur caractéristiques importantes :

Sélection de variables pertinentes pour l'indice

- Variance
- Sensibilité au gradient de perturbation relative SOI
- Sélection finale
- Variables de l'indice

→ Restent 9 paramètres représentant les variables importantes (richesse, groupes fonctionnels, etc.)

Contexte **Construction de l'indice** Application de l'indice Limites de la méthode

Les 9 métriques de l'indice

Table 3 - Thresholds (ceiling and floor) and formulae for scoring metrics included in the NMACI

Metric	Ceiling (95th percentile)	Floor (5th percentile)	Scoring formula
Diptera taxa richness	24	9	$[(X - 9)/15] \times 100$
EPT taxa richness	17	2	$[(X - 2)/15] \times 100$
% Coleoptera taxa	11.3	0	$[X/11.3] \times 100$
% Oligochaete and leech taxa	11.5	1.8	$[(11.5 - X)/9.7] \times 100$
% Collector-filterer individuals	29.6	0.7	$[(X - 0.7)/28.9] \times 100$
Predator taxa richness	16	3	$[(X - 3)/13] \times 100$
% Burrower taxa	29	7.5	$[(29 - X)/21.5] \times 100$
Tolerant taxa richness	15	6	$[(X - 6)/9] \times 100$
% Facultative individuals	66.2	8.7	$[(X - 8.7)/57.5] \times 100$

Contexte **Construction de l'indice** Application de l'indice Limites de la méthode

- Corrélation paramètres – gradient de perturbation :
 - Les 9 paramètres ont une **corrélation négative avec le gradient de perturbation humaine** représenté par PC1 (jeu de paramètres pour la qualité du milieu). A part % oligochètes, % hirudinéés et % organismes fousisseurs
 - Indice final = moyenne des métriques individuelles pour un site
 - ↳ **NMACI** (Non-wadeable Macroinvertebrate Assemblage Condition Index)
 - Plus l'indice est fort, plus la perturbation de la rivière est faible.
- Corrélation même entre gradient de perturbation et certains genres : *Pisidium sp.*, *marstonia sp.*, *sphaerium sp.* (mollusques) représentatifs des sites de référence

Pisidium sp.

Contexte **Construction de l'indice** Application de l'indice Limites de la méthode

VALIDATION :

- Calcul de l'indice avec données du set de validation :
- corrélation avec gradient de perturbation
 - ≠ sites de référence et site stressé ... → Comparaisons valeurs set de calibration

Valeurs identiques → Indice valide.

Contexte **Construction de l'indice** Application de l'indice Limites de la méthode

Les Courbes de distributions cumulées

- ☞ But : avoir une représentation de la qualité globale de la rivière
 - Proportion de la longueur de la rivière qui a une note égale ou inférieure à une note donnée
- ☞ On attribue un poids à chaque site échantillonné
 - Ici chaque site a un poids égal

Courbes de distributions cumulées pour chaque rivière

Application de l'indice

- Contraste de haute conductivité et concentration des nutriments avec grande clarté de l'eau et couverture forestière

- 1/ Rivière Sainte- Croix
- 2/ Rivière Wisconsin
- 3/ Rivière Minnesota
- 4/ Rivière Scioto
- 5/ Rivière Wabash
- 6/ Rivière Illinois

Contexte **Construction de l'indice** **Application de l'indice** Limites de la méthode

1/ La rivière Ste Croix

- ☞ Choisie en référence
- ☞ Spécificité de la rivière Ste Croix
- ☞ National Wildlife Scenic River
- ☞ Bémol près de Minneapolis

Contexte Construction de l'indice Application de l'indice Limites de la méthode

2/Rivière Wisconsin

- Beaucoup de barrages en partie supérieure.
- Perturbations agricoles et humaines




Contexte Construction de l'indice Application de l'indice Limites de la méthode

3/Rivière Minnesota

- 8 sites échantillonnés
- NMACI le plus faible des rivières du Nord
- Bassin presque totalement agricole




Contexte Construction de l'indice Application de l'indice Limites de la méthode

4/Rivière Scioto

- Meilleur score au NMACI des trois rivières de la partie sud de la région
- Impact de l'agriculture et l'urbanisation dans la partie haute du cours d'eau
- Dans la partie basse le cours d'eau reste « forestier »




Contexte Construction de l'indice Application de l'indice Limites de la méthode

5/Rivière Wabash

- Plus grand bassin hydrographique
- Dominante agricole
- Grande concentration d'aliments




Contexte Construction de l'indice Application de l'indice Limites de la méthode

6/Rivière Illinois

- ☒ NMACI le plus bas
- ☒ 90 % agricole
- ☒ Aménagements nombreux
- ☒ Espèces invasives
- ☒ Sédimentation importante




21

Contexte Construction de l'indice Application de l'indice Limites de la méthode

Les limites de la méthode

- ☒ Difficulté de mise en place d'un bon bio-indicateur pour les grandes rivières
- ☒ Absence de gradient de pression clairement défini
- ☒ Homogénéisation générale des communautés benthiques
- ☒ Savoir limité pour population benthique plus grande
- ☒ Mesures sélectionnées peuvent être plus judicieuses
- ☒ Problème de rivière de référence

22

Conclusion

- ☒ Indice « généralisable »
- ☒ Confusion possible entre différentes influences
- ☒ À approfondir avec plus d'échantillonnages de sites différents.
- ☒ Seul élévation et longitude du cours d'eau ont été mis en relation avec le gradient de perturbation
- ☒ Voie ouverte à un bio indicateur plus fiable et précis

23

Conclusion

- ☒ Biais dans la mise en œuvre
- ☒ Voir plus loin que la simple note
- ☒ Pas de caractérisation de l'évolution des systèmes

24