

ANALYSE GEOSTATISTIQUE DE LA REPARTITION DES CREVETTES DANS LE LAC NOKOUE A SO-AVA (BENIN)

Naboua KOUHOUNDJI¹, Lambert C. HINVI², Brice TENTE³, Georges AGBAHUNGBA¹, Brice SINSIN⁴

¹ Chaire Internationale en Physique Mathématique et Applications (CIPMA-Chaire UNESCO), Université d'Abomey-Calavi. 072 BP : 50 Cotonou, e-mail : konab20@yahoo.fr

² Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi – Laboratoire d'Hydrobiologie et Aquaculture (LHA)

³ Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale (LABEE), Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Université d'Abomey-Calavi

⁴ Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi.- Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA)

La pêche crevettière constitue des devises pour le Bénin. Elle crée des emplois aux acteurs et apporte de la protéine dans l'alimentation des populations. Les 2/3 des captures sont fournies par lac Nokoué (D. Pêches, 2010). Les espèces les plus dominantes sont : *Penaeus monodon*, *Farfantepenaeus notialis* et *Melicertus kerathurus*. Elles constituent plus de 80 % des crevettes pêchées (Houndekon et al., 2002 ; Gnohossou, 2006). Le danger qui menace la pêche crevettière est la surexploitation des espèces disponibles (Amoussou, 2010 ; Gnakadja, 1999). Le cas des crevettes Penaeidae en est un. Cette pression est aujourd'hui la principale cause des fluctuations notées au niveau des stocks exploités. Prévenir l'impact de ces pressions sur le capital biologique est, de nos jours, une préoccupation majeure. Pour y parvenir, il convient de recueillir le maximum d'informations sur les lieux spécifiques de prédilection de ces espèces de crevettes, afin de déterminer les stratégies d'exploitation rationnelle et de conservation de ces milieux. La présente étude vise à mieux identifier les zones de concentration relatives à ces Penaeidae dans le lac Nokoué à Sô-Ava (Figure 1).

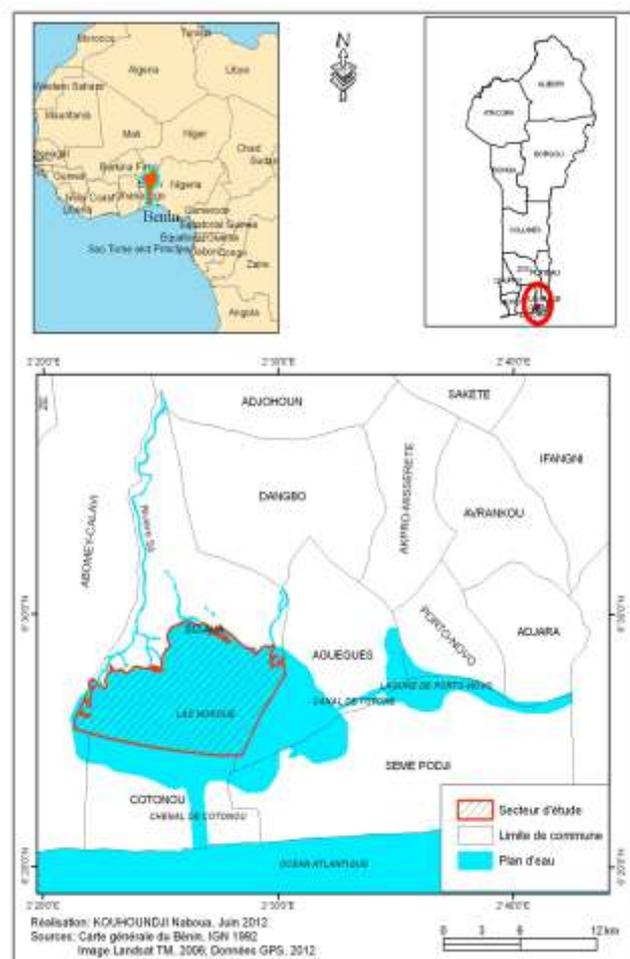


Figure 1 : Situation du secteur d'étude

La présente étude vise à mieux identifier les zones de concentration relatives à ces Penaeidae dans le lac Nokoué à Sô-Ava (Figure 1).

Pour atteindre les objectifs fixés, il a été utilisé des données extraites de la base de données géohalieuques réalisée par Kouhoundji (2012). Les données extraites étaient les paramètres morphométriques des Penaeidae, des éléments géographiques ainsi que les fonds de cartes. Elles concernent la période de Janvier à Avril 2012. Le traitement et l'analyse sont d'ordre géostatistique (méthode du krigeage). Le logiciel Surfer 8.0 a été utilisé pour réaliser les cartes de répartition après qu'IDL 6.1 a généré le modèle de variogramme.

Le variogramme expérimental se calcule par:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{(i,j) \in S(h)} (Z_i - Z_j)^2 \quad (\text{Abramowitz M. et Stegun I., 1972})$$

Avec : $\gamma(h) \equiv$ *variogramme expérimental pour les couples de distance h ;*

$N \equiv$ *nombre de couples d'observations séparées par la distance h ;*

Z_i et $Z_j \equiv$ *valeurs des observations respectivement aux stations i et j.*

Le critère d'optimisation du modèle de variogramme le plus approprié est un critère numérique de calage. C'est l'une des transformations de la fonction critère proposée par Nash et Sutcliffe (1970) et désignée sous l'appellation « Nash ». Le Nash se définit par :

$$\text{Nash} = 1 - \frac{\sum (\gamma_b(h) - \gamma_m(h))^2}{\sum (\gamma_b(h) - \bar{\gamma}_b)^2}$$

Avec

$\gamma_b(h) \equiv$ *variogramme brut ou expérimental pour les couples de distance h*

$\gamma_m(h) \equiv$ *variogramme modélisé pour les couples de distance h*

$\bar{\gamma}_b \equiv$ *moyenne des variogrammes bruts ou expérimentaux*

L'ajustement est optimal lorsque le Nash est maximal.

La méthode de krigeage ordinaire est utilisée pour estimer les valeurs des observations à des points inconnus. C'est un estimateur sans biais très utilisé en hydrométrie. Cette méthode tient compte de l'influence (poids) des valeurs des points avoisinant l'endroit inconnu. Une valeur quelconque Z de quantité de crevette en un endroit x est estimée par :

$$Z_x = \sum \lambda_o Z_i \quad \text{Où} \quad Z_x \equiv \text{valeur estimée} ; Z_i \equiv \text{valeur d'un point connu} ;$$

$\lambda_o \equiv$ *poids d'influence d'une valeur connue*

Les λ_i sont déterminés à travers la résolution du système de krigeage qui est le suivant :

$$\begin{cases} K_0 \lambda_o = k_0 \\ \sigma_{k_0}^2 = \sigma_x^2 - \lambda_o' k_0 \\ \sum_{i=0}^n \lambda_o = 1 \end{cases} \quad \text{Avec}$$

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \sigma^2 & \text{Cov}(Z_1, Z_2) & \dots & \text{Cov}(Z_1, Z_n) & 1 \\ \text{Cov}(Z_2, Z_1) & \sigma^2 & \dots & \text{Cov}(Z_2, Z_n) & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \text{Cov}(Z_n, Z_1) & \text{Cov}(Z_n, Z_2) & \dots & \sigma^2 & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix}}_{K_0} \underbrace{\begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \mu \end{bmatrix}}_{\lambda_o} = \underbrace{\begin{bmatrix} \text{Cov}(Z_1, Z_v) \\ \text{Cov}(Z_2, Z_v) \\ \vdots \\ \text{Cov}(Z_n, Z_v) \\ 1 \end{bmatrix}}_{k_o}$$

$K_0 \equiv$ matrice des covariances de tous les couples de points

$k_0 \equiv$ matrice des covariances de tous les couples de points contenant Z_x

$\sigma_{k_0}^2 \equiv$ variance d'estimation du krigeage ordinaire

$\sigma_x^2 \equiv$ variance de la valeur estimée ; $\lambda_o' \equiv$ transposée de la matrice λ_o

L'application de ce processus de krigeage a permis l'obtention des résultats évocateurs.

Le variogramme expérimental moyen obtenu suit une allure parabolique aux faibles distances (distances proches de 0) et admet un palier aux grandes distances (Figure 2). L'allure parabolique indique que le processus de répartition des crevettes Penaeidae dans le lac Nokoué est régulier. Chabanne et Plante (1969) ont remarqué que les crevettes ont un comportement "grégaire" mais suivant les conditions du milieu.

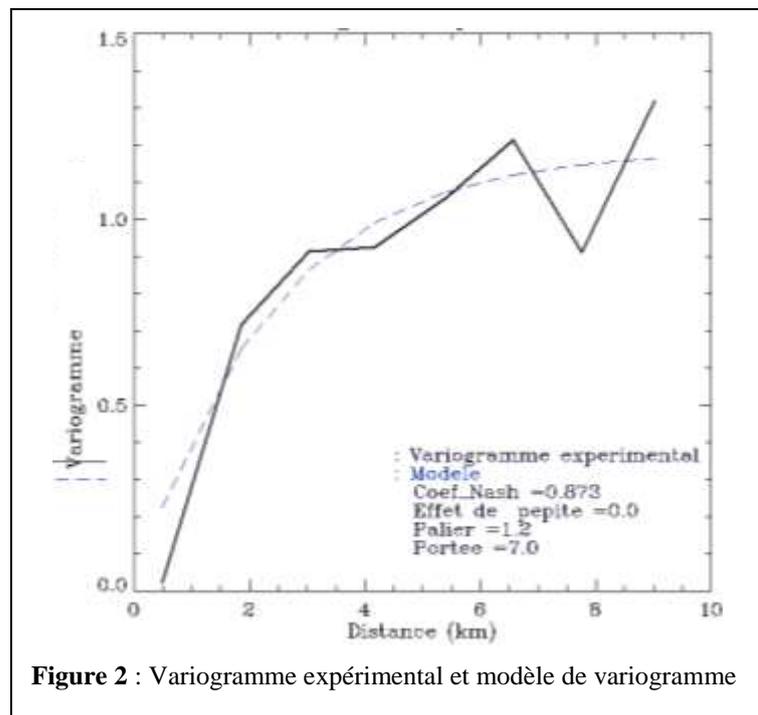


Figure 2 : Variogramme expérimental et modèle de variogramme

En outre, le variogramme moyen n'admet pas un effet de pépité. L'absence de pépité signifie que les observations les plus proches d'un point à estimer ont un poids plus important que les autres. L'analyse du variogramme expérimental fait entrevoir une modélisation possible à travers un modèle exponentiel. Le Nash calculé pour le modèle exponentiel est plus élevé. Sa valeur est de 0,873 (proche de 1). Ce qui prouve son choix. La formule de ce modèle s'écrit :

$\gamma(h) = C \left(1 - e^{-\frac{h}{a}}\right)$ Où $\gamma(h) \equiv$ variogramme modélisé ; $a \equiv$ valeur de la portée
 $C \equiv$ palier, c'est - à - dire la variance d'estimation des valeurs modélisées
 $h \equiv$ distance séparant un couple de points.

L'analyse spatiale effectuée a permis l'établissement des cartes de distribution. Les cartes de distribution des Penaeidae (Planche 1), d'une manière générale, présentent un accroissement puis une décroissance des tonnages pêchés au cours de la période d'étude. Le pic était obtenu en Février 2012 où on observait jusqu'à 2,4 tonnes de crevettes à Houédo-Aguékou (Gbègodo). Dans tous les mois, les zones de concentration demeurent, dans l'ordre décroissant, Gbègodo (Houédo-Aguékou), Ganvié 2 (à l'ouest de Tohokomey) et Dakomey (Vèkky). Ces zones sont très proches des berges (moins de 100 m). Ce sont des endroits où la faune benthique est plus développée (Gnoghossou, 2006). Etant donné que ces endroits sont à la confluence terre-eau, ils bénéficient d'une quantité importante de détritux provenant des activités humaines. Ces détritux additionnés à une modération de l'environnement chimique attireraient les Penaeidae.

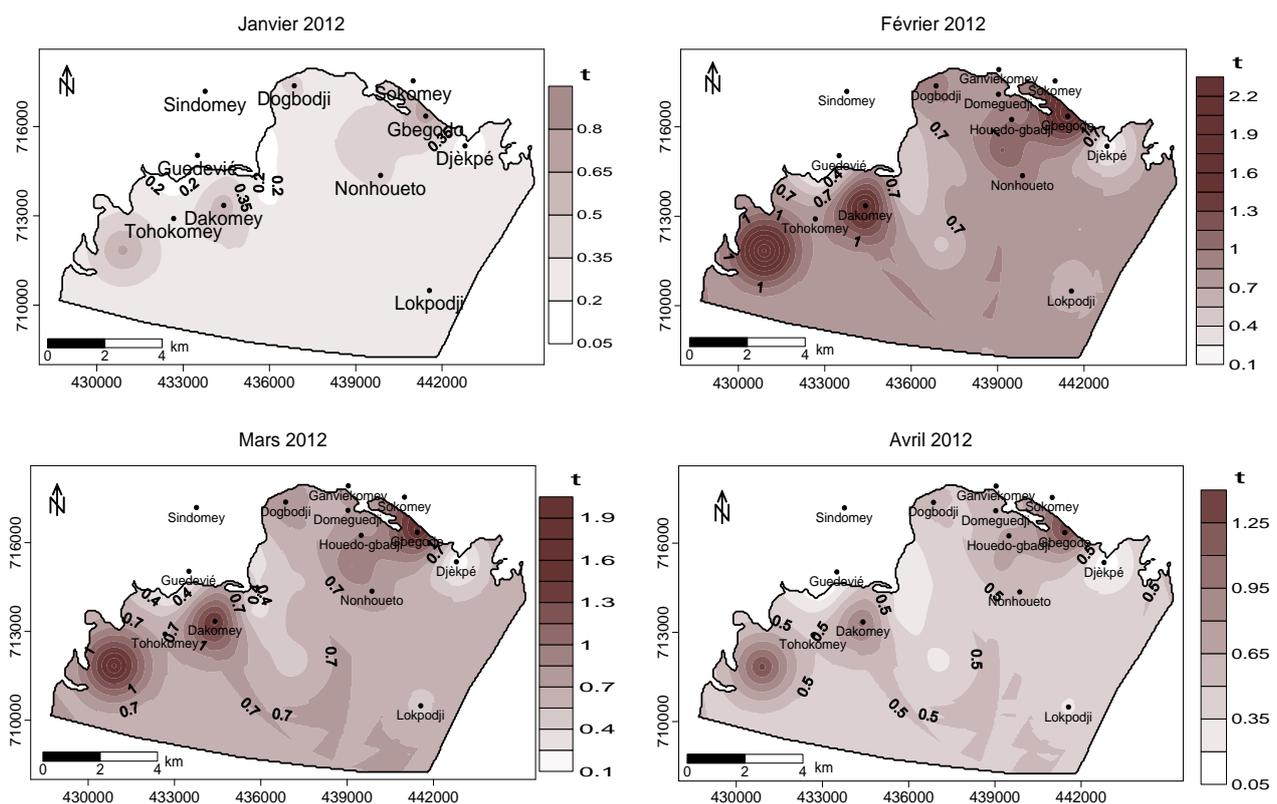


Planche 1: Répartition mensuelle des crevettes Penaeidae dans le lac Nokoué à Sô-Ava

Cette vue globale de la répartition des crevettes Penaeidae passée, il est intéressant d'examiner la proportion de chaque espèce à certains points de concentration. Ces points nodaux sont : Tohokomey, Dakomey, Gbègodo et Nonhouéto. Sur tous ces lieux-clés et suivant tous les mois de

l'étude, les quantités de *F. notialis* pêchées sont supérieures à celles de *P. monodon* et de *M. kerathurus*. Ces espèces concentrent à elles seules plus de 50 % des pêchées. A chaque endroit, excepté Dakomey, les quantités de *F. notialis* capturées connaissent une augmentation suivant les mois. Leur pic étant atteint à Nonhouéto en Avril 2012 où elles représentent 63 % des captures. Pendant ce temps, les quantités de *P. monodon* connaissent une tendance à la baisse. L'espèce *M. kerathurus* quant à elle, aborde une modeste augmentation puis une légère décroissance sauf à Dakomey où la tendance ascendante est maintenue jusqu' en Avril 2012. Ces évolutions quantitatives amènent à interroger sur les conditions du milieu qui favoriseraient le développement de certaines espèces au détriment d'autres.