

Variations spatio-saisonnieres des paramètres physico-chimiques dans les eaux du lac de barrage KAN (Bouaké, Côte d'Ivoire)

[Spatio-seasonal variations of physico-chemical parameters in the waters of Lake KAN (Bouaké, Ivory Coast)]

Sékou Coulibaly^{1,2}, Soro Tieligounon Ali³, Morgan Paul Magouana Anvo², Siaka Ouattara¹, and Kouassi N'Gouan Cyrille²

¹Laboratoire de Biologie, d'Histologie et de Cytologie animale, UFR Sciences de la Nature, Université NANGUI Abrogoua, Côte d'Ivoire

²Laboratoire d'Hydrobiologie de la Station de Recherches en Pêche et Aquaculture Continentale du CNRA de Kongondekro, Bouaké, Côte d'Ivoire

³UFR Sciences et Technologies, Université Alassane OUATTARA de Bouaké, Côte d'Ivoire

Copyright © 2026 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The Kan Lake plays a socio-economic role for the populations of Bouaké. However, due to increasing urbanization around it, the lake is becoming increasingly threatened. This study aims to examine the spatio-seasonal variations of the physico-chemical parameters of the lake. For this purpose, in-situ measurements and laboratory analyses were conducted using appropriate equipment. The results show that the Kan reservoir lake exhibits spatial homogeneity for certain parameters (temperature, pH, conductivity, salinity, dissolved oxygen, chlorine, alkalinity, hardness, iron, nitrite, nitrate, ammonium, orthophosphate, and transparency), but also significant variability for others (redox potential, depth). Seasonally, temperature, pH, redox potential, dissolved oxygen, salinity, chlorine, alkalinity, iron, nitrates, and nitrites vary significantly from one season to another. This situation illustrates the combined effect of tropical climatic conditions, water inputs, and human activities on the variation of physico-chemical parameters in the Kan reservoir lake. It also highlights the necessity to integrate seasonal variability into environmental management strategies to preserve water quality and aquatic biodiversity.

KEYWORDS: Lake Kan, Physico-chemical, Bouaké, spatio-seasonal.

RESUME: Le lac de barrage du Kan joue un rôle socio-économique pour les populations de Bouaké. Cependant, en raison de l'urbanisation grandissante autour, celui-ci devient de plus en plus menacé. Cette étude se propose d'étudier les variations spatiales et saisonnières des paramètres physico-chimiques du lac de barrage Kan. Pour ce faire des mesures in-situ et au laboratoire ont été réalisées avec du matériel adapté. Les résultats montrent que le lac de barrage Kan présente une homogénéité spatiale pour certains paramètres (température, pH, conductivité, salinité, oxygène dissous, chlore, alcalinité, dureté, fer, nitrite, nitrate, ammonium, orthophosphate et transparence), mais aussi une variabilité significative pour d'autres (le potentiel redox, la profondeur). Au niveau saisonnier, la température, le pH, le potentiel redox, l'oxygène dissous, la salinité, le chlore, l'alcalinité, le fer, les nitrates et nitrites ont une variabilité significativement différente d'une saison à une autre. Cette situation illustre l'effet combiné des conditions tropicales, des apports hydriques et des activités humaines la variation des paramètres physico-chimiques dans le lac de barrage Kan. Elles soulignent aussi la nécessité d'intégrer la variabilité saisonnière dans les stratégies de gestion environnementale pour préserver la qualité de l'eau et la biodiversité aquatique.

MOTS-CLEFS: Lac Kan, Physico-chimique, Bouaké, spatio-saisonnière.

1 INTRODUCTION

Depuis quelques années, le lac Kan joue un rôle socio-économique pour les populations de Bouaké. Il est utilisé comme zone d'adduction pour l'approvisionnement des ménages en eau potable. Il est aussi utilisé pour l'agriculture, la pêche et l'aquaculture ([1], [2], [3]). En plus du développement de ces activités, l'urbanisation devient de plus en plus menaçant pour ce lac de barrage. En effet, des quartiers précaires se sont développés avec un bas niveau d'infrastructures et d'équipements sanitaires à la périphérie du lac [3]. Tous les déchets générés par les activités domestiques sont susceptibles de polluer ce lac, ce qui pourrait constituer un danger pour les services qu'il rend [3]. Face à toutes ces menaces, plusieurs études ont été réalisées sur ce plan d'eau notamment celles de [3], sur l'état de la vulnérabilité à la pollution de la rivière Kan, et de [4] sur l'envasement du lac kan. Le lac de barrage du Kan bien qu'ayant une fonction importante dans l'approvisionnement en eau, en poisson, dans la recherche et le développement, restent peu documentés sous l'angle de la fluctuation des paramètres physico-chimiques. Ainsi, la présente étude se propose d'étudier les variations spatio-saisonnieres des paramètres physico-chimiques dans le lac de barrage Kan, afin d'apporter plus de données scientifiques nécessaires pour une gestion durable du lac et la préservation de sa qualité écologique.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Situé au Sud de la ville de Bouaké, le lac de barrage Kan est à 770 m de l'ancien corridor sud de Bouaké (figure 1). Il est construit sur le terroir du village de Kouadio Assèkro, dont il est distant de 300 m. Il a été créé en 1964 pour fournir de l'eau potable à la ville de Bouaké et ses environs [5]. Il est situé entre les latitudes 7°38'54.9"N et 7°41'59.5"N et les longitudes 5°02'16.3"W et 5°02'23.6"W. Le lac Kan est situé dans une zone caractérisée par un climat tropical humide de type baouléen, avec quatre saisons, et une pluviométrie moyenne de 1000 mm/an [3]. L'harmattan, le vent du Sahara, intervient dans la saison sèche entre janvier et février. Les quatre (04) saisons dans la région de Bouaké sont: la saison chaude, sèche et non pluvieuse (SCSNP) (novembre à février); la saison chaude, humide et pluvieuse (SCHP) (mars à juin); La saison fraîche, humide et peu pluvieuse (SFHPP) (juillet à août); la saison fraîche, humide et pluvieuse (SFHP) (septembre et octobre) [6].



Fig. 1. Localisation de la zone d'échantillonnage du lac de barrage Kan, Bouaké

2.2 COLLECTE ET ANALYSE DES DONNÉES

Les échantillonnages ont été réalisés de juin 2022 à mai 2023. Les mesures *in-situ* des paramètres physiques ont été réalisées à l'aide d'un multi-paramètres de marque HANNA® HI 9829. Cet appareil est connecté à une sonde numérique unique que l'on peut plonger dans l'eau. Dans notre étude, les paramètres physiques tels que la température, le pH, l'oxygène dissous, la conductivité, alcalinité et la salinité ont été mesurés *in-situ* entre 7 h et 10 h, à l'aide du multiparamètres HANNA HI 9829. Pour la détermination de la transparence de l'eau, le disque de Secchi a été plongé dans l'eau jusqu'à sa disparition totale, puis remonté jusqu'à ce qu'il soit de nouveau visible par l'opérateur. La distance à laquelle il redevient visible correspond à la transparence de l'eau. La profondeur de l'eau a été déterminée à l'aide d'un appareil portatif en forme d'une torche. Le bout de l'appareil a été mis au contact de l'eau, puis le bouton déclencheur actionné et la profondeur du lieu de mesure s'est affichée sur l'écran lumineux de l'appareil puis a été relevée. Pour les paramètres chimiques tels que chlore, Fer, cuivre, Plomb, nitrate, le nitrite, bromine, chrome, fluorure et acide cyanurique des échantillons d'eau ont été prélevés, dans une bouteille en polyéthylène d'un litre et soigneusement conservés à basse température ($T \leq 4^{\circ}\text{C}$) dans une glacière pour être immédiatement analysés au laboratoire d'hydrobiologie de la station du CNRA, au moyen d'une mallette de tests JBL Pro Aqua TestLab.

2.3 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

L'analyse de variance (ANOVA) a été utilisée pour comparer les variations des paramètres physico-chimiques d'une saison à l'autre et d'une station à une autre. Les analyses statistiques ont été faites au seuil de significativité de 5 % à l'aide du logiciel STATISTICA version

7.1. L'Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée à l'aide du logiciel R version 4.4.2. L'ACP a permis d'établir la typologie des stations et la corrélation entre les paramètres physico-chimiques.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 RÉSULTATS

3.1.1 VARIATION SPATIALE DES PARAMÈTRES PHYSICOCHIMIQUES DANS LE LAC DE BARRAGE DU "KAN"

Cette section présente les résultats des seize paramètres physico-chimiques (Température, pH, Oxygène dissous, conductivité, salinité, chlore, alcalinité, dureté, fer, Nitrates, Nitrites, ortho-phosphate, Ammonium, phosphate, Transparence, profondeur) mesurés au niveau des stations du lac de barrage kan.

La température moyenne enregistrée dans les eau du lac de barrage kan durant la période d'étude est de $27,97 \pm 1,32$ °C. la température minimale (27,79°C) a été enregistrée à la station ST1 du lac, et la maximum (28,16°C) au niveau de la station ST3. Le Potentiel d'Hydrogène (pH) oscille entre 8,45 et 8,94. Le minimum a été enregistré à la station ST1 et le maximum à la station ST5. La valeur moyenne annuelle du pH enregistré au niveau du lac est de $8,7 \pm 0,57$ °C (Tableau I). Le redox varie de 66,39 à 119,36 %. Le minimum a été relevé à la station ST5 et le maximum à la station ST1. La valeur moyenne du redox est de $91,67 \pm 49,47$ % (Tableau I). Le taux d'oxygène dissous dans le lac oscille de 2,61 à 3,61 mg/l. Le minimum (2,61 mg/l.) a été obtenu à la station ST3 et le maximum au niveau de la station ST5. La valeur moyenne de l'oxygène dissous est de $3,12 \pm 1,37$ mg/l (Tableau I). La conductivité oscille entre 359,33 et 370,76 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (Tableau I). Le minimum a été enregistré à la station ST4 et le maximum a été observé à la station ST2. La conductivité moyenne est de $365,75 \pm 39,06$ $\mu\text{s}/\text{cm}$. Pour la salinité, les valeurs enregistrées sont constantes et égales à $0,19 \pm 0,01$ % au niveau de toutes les stations de prélèvement sur le lac. Au niveau du lac de barrage du kan, la concentration moyenne de Chlore varie de 1,33 à 1,82 mg/L d'une station à l'autre, avec une moyenne annuelle de $1,54 \pm 1,48$ mg/L (Tableau I). La valeur moyenne de l'alcalinité est de $196,06 \pm 69,79$ mg/L. Elle varie de $176,21 \pm 56,55$ (ST4) à $202,11 \pm 80,68$ mg/L (ST2). La dureté de l'eau varie de 163,79 à 214,42 mg/L. La valeur moyenne de la dureté est de $179,11 \pm 96,84$ mg/L. La concentration de fer de l'eau dans le lac de barrage kan varie de 0,40 à 1,25 mg/L. La valeur minimale a été enregistrée au niveau de de la station ST2 et la maximale à la station ST1, avec une moyenne de $0,75 \pm 1,47$ mg/L. Le taux de nitrate varie de 2,54 mg/L (ST3) à 3,34 mg/L (ST5). La concentration moyenne de nitrate dans le lac sur la période d'étude est de $2,91 \pm 3,28$ mg/L. La concentration du nitrite varie de 0,22 mg/L (ST1) à 0,28 mg/L (ST4). La valeur moyenne des nitrites enregistrée au cours de notre travail est de $0,26 \pm 0,01$ mg/L (Tableau I). Dans le lac de barrage Kan, la concentration moyenne d'Orthophosphate varie de 0,03 mg/L (ST1, ST4 et ST5) à 0,05 mg/L (ST3), avec une moyenne annuelle de $0,04 \pm 0,02$ mg/l. Concernant l'ammonium, la valeur est $0,05 \pm 0,04$ mg/L. Il oscille entre 0,04 (ST2 et ST3) à 0,08 $\pm 0,06$ mg/L. La valeur moyenne de la transparence est de $43,75 \pm 11,32$ cm. La transparence minimale a été enregistrée au niveau de station ST5 (41,63 cm), alors que la maximale a été observée dans la station ST2 (45,85 cm). La profondeur des eaux du lac de barrage kan est comprise entre 2,54 m à la station ST3 et 7,64 m à la station ST5. La profondeur moyenne est de $4,21 \pm 1,56$ m (Tableau I).

Au niveau spatial, l'analyse de variance a montré une différence significative entre les stations pour le rédox et la profondeur (Anova; $p < 0,05$). A l'exception de ces deux paramètres, les autres paramètres ne présentent aucune différence significative d'une station à une autre dans le lac de barrage Kan (Anova; $p > 0,05$).

Tableau 1. Variations spatiales des paramètres physico-chimiques dans le lac KAN à Bouaké, de juin 2022 à mai 2023

PARAMÈTRES		ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	Min	Max	An	P
Température	Moy	27,79	28,06	28,16	27,90	27,95	27,79	28,16	27,97	0,929
	Ec	1,32	1,37	1,37	1,35	1,30	1,30	1,37	1,32	
PH	Moy	8,45	8,62	8,73	8,72	8,94	8,45	8,94	8,69	0,126
	Ec	0,48	0,54	0,52	0,51	0,74	0,48	0,74	0,57	
Rédox	Moy	119,36	101,22	88,38	83,02	66,39	66,39	119,36	91,67	0,013
	Ec	35,42	46,41	53,54	46,81	51,43	35,42	53,54	49,47	
OD	Moy	3,39	2,79	2,61	3,19	3,61	2,61	3,61	3,12	0,133
	Ec	1,50	1,28	1,07	1,40	1,46	1,07	1,50	1,37	
Conductivité	Moy	363,97	370,76	370,13	359,33	364,55	359,33	370,76	365,75	0,995
	Ec	90,28	92,04	91,80	89,75	90,68	89,75	92,04	89,06	
Salinité	Moy	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,325
	Ec	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Chlore	Moy	1,33	1,33	1,82	1,61	1,63	1,33	1,82	1,54	0,826
	Ec	1,35	1,25	1,63	1,68	1,54	1,25	1,68	1,48	
Alcalinité	Moy	200,21	202,11	202,00	176,21	199,79	176,21	202,11	196,06	0,755
	Ec	76,17	58,14	56,55	77,61	80,68	56,55	80,68	69,79	
Dureté	Moy	188,21	164,11	163,79	214,42	165,00	163,79	214,42	179,11	0,408
	Ec	91,93	86,04	86,51	134,40	73,99	73,99	134,40	96,84	
Fer	Moy	1,25	0,40	0,44	0,98	0,66	0,40	1,25	0,75	0,373
	Ec	2,37	0,91	0,40	1,68	1,05	0,40	2,37	1,47	
Nitrate	Moy	2,76	3,08	2,54	2,82	3,34	2,54	3,34	2,91	0,957
	Ec	3,14	3,39	2,95	3,18	3,93	2,95	3,93	3,28	
Nitrites	Moy	0,22	0,27	0,25	0,28	0,26	0,22	0,28	0,26	0,800
	Ec	0,14	0,16	0,15	0,19	0,20	0,14	0,20	0,17	
Ortho phosphate	Moy	0,03	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,097
	Ec	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	
Ammonium	Moy	0,05	0,04	0,04	0,06	0,08	0,04	0,08	0,05	0,527
	Ec	0,01	0,01	0,01	0,02	0,06	0,01	0,06	0,04	
Transparence	Moy	44,32	45,84	43,53	43,42	41,63	41,63	45,84	43,75	0,853
	Ec	13,37	13,31	10,17	8,94	10,97	8,94	13,37	11,32	
Profondeur	Moy	3,71	3,34	2,54	3,84	7,64	2,54	7,64	4,21	0,001
	Ec	0,94	0,86	0,73	1,73	1,83	0,73	1,83	2,19	

Ec: Ecart-type

3.1.2 VARIATION SAISONNIÈRES DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES DANS LE LAC DE BARRAGE DU "KAN"

Les valeurs saisonnières de la température dans le lac de barrage kan varient de 26 °C (SFHPP) à 28,91°C (SCHP). L'amplitude thermique annuelle des eaux du lac de barrage est 2,91 °C. La valeur moyenne au cours de la période d'étude est de $27,97 \pm 1,32$ °C. Les valeurs Potentiel d'Hydrogène (pH) oscillent entre 8,36 et 9,16. Le pH minimum a été enregistré pendant la saison chaude sèche et non pluvieuse (SCSNP) et le maximum, durant la saison chaude humide et pluvieuse (SCHP). La valeur moyenne annuelle du pH de l'eau du lac est de $8,69 \pm 0,57$ °C (Tableau II). Le redox varie de 34,25 à 115,12 %. Le redox minimum a été relevé à la SFHP et le maximum à la SCSNP (Tableau II). Le taux d'oxygène dissous dans le lac oscille de 2,48 à 3,78 mg/l. Le minimum a été obtenu pendant la SCSNP et le maximum durant la SFHP, avec une moyenne annuelle de $3,12 \pm 1,37$ mg/l. La conductivité oscille entre 344,00 et 391,33 µS/cm. Le minimum a été enregistré pendant la SCSNP et le maximum a été observé à la saison la SFHP. Pour la salinité, seul celui obtenu pendant la SFHP (0,17%) diffère des autres saisons (SFHPP, SCSNP et SCHP) où le taux de salinité est de 0,19%. Au niveau du lac de barrage du kan, la concentration moyenne de Chlore varie de 0,63 (SCHP) à 2,95 mg/L (SFHP). La plus faible alcalinité totale (145,33mg/L) a été enregistrée à la SFHP et l'alcalinité la plus élevée (228,57 mg/L) durant la saison SCHP, avec une moyenne annuelle de $196,06 \pm 69,79$ mg/L. La dureté de l'eau varie de 129,87 mg/L (SFHPP) à 201,77 mg/L (SCSNP). La concentration de fer de l'eau dans le lac de barrage kan varie de 0,12 à 1,60 mg/L. La valeur minimale a été enregistrée pendant la SCHP, et maximale pendant la SFHP. La concentration du nitrate dans le lac de barrage du kan, varie entre 0,55 mg/L pendant la SCHP à 7,42 mg/L au cours de la SFHP. La concentration des nitrites varie entre 0,11 mg/L (SCHP) et 0,39 mg/L (SFHP). La valeur moyenne de nitrite enregistrée au cours de notre travail est de $0,26 \pm 0,01$

mg/L. Dans le lac de barrage Kan, la concentration moyenne d'Orthophosphate varie de 0,03 mg/L (SFHP et SFHPP) à 0,04 mg/L (SCSNP et SCHP), avec une moyenne annuelle de $0,04 \pm 0,02$ mg/L. La concentration moyenne d'ammonium enregistrée est de $0,05 \pm 0,03$ mg/L; cette valeur varie de 0,04 (SFHP, SFHPP et SCSNP) à 0,08 mg/L (SCHP). La valeur moyenne de la transparence est de $43,75 \pm 11,32$ cm. La transparence minimale a été enregistrée au cours de SFHP (39,60 cm), alors que la maximale a été observée pendant la SCSNP (48,49 cm). La profondeur du lac de barrage kan au niveau des stations d'échantillonnage est comprise entre 3,61 m (SCHP) et 4,75 m (SFHPP). La profondeur moyenne est de $4,21 \pm 2,19$ m (Tableau II).

Au niveau statistique, l'analyse de variance a montré une différence significative entre les saisons pour les paramètres suivants: Température, pH, oxygène dissous, rédox, salinité, chlore, alcalinité, fer, nitrites, nitrate et transparence (Anova, $p < 0,05$).

Tableau 2. Variations saisonnières des paramètres physico-chimiques dans les stations du lac de barrage du Kan, de juin 2022 à mai 2023

PARAMÈTRES		SAISONS				MOYENNE			<i>p</i>
		SFHP	SFHPP	SCSNP	SCHP	Min	Max	An	
Température	Moy	28,25	26,00	27,89	28,91	26,00	28,91	27,97	0,0001
	Ec	0,94	0,29	1,15	0,82	0,29	1,15	1,32	
pH	Moy	8,60	8,63	8,36	9,16	8,36	9,16	8,69	0,0001
	Ec	0,26	0,70	0,43	0,46	0,26	0,70	0,57	
Rédox	Moy	34,25	77,19	115,12	100,28	34,25	115,12	91,67	0,0001
	Ec	56,99	28,97	36,88	42,56	28,97	56,99	49,47	
Oxygène Dissous	Moy	3,78	2,84	2,48	3,67	2,48	3,78	3,12	0,001
	Ec	0,94	1,40	1,19	1,42	0,94	1,42	1,37	
Conductivité	Moy	367,73	391,33	344,00	377,33	344,00	391,33	365,75	0,282
	Ec	9,43	18,59	143,52	17,30	9,43	143,52	89,06	
Salinité	Moy	0,17	0,19	0,19	0,19	0,17	0,19	0,19	0,0001
	Ec	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Chlore	Moy	2,95	2,80	1,18	0,63	0,63	2,95	1,54	0,0001
	Ec	1,30	2,02	1,09	0,22	0,22	2,02	1,48	
Alcalinité	Moy	145,33	166,67	202,54	228,57	145,33	228,57	196,06	0,0001
	Ec	46,27	60,74	82,61	45,30	45,30	82,61	69,79	
Dureté	Moy	158,00	129,87	201,77	187,83	129,87	201,77	179,11	0,078
	Ec	118,76	88,02	115,16	46,02	46,02	118,76	96,84	
Fer	Moy	1,60	1,32	0,82	0,12	0,12	1,60	0,75	0,008
	Ec	2,75	1,58	1,26	0,08	0,08	2,75	1,47	
Nitrate	Moy	7,42	4,23	2,43	0,55	0,55	7,42	2,91	0,0001
	Ec	2,67	2,32	3,10	0,15	0,15	3,10	3,28	
Nitrite	Moy	0,39	0,33	0,30	0,11	0,11	0,39	0,26	0,0001
	Ec	0,13	0,10	0,15	0,14	0,10	0,15	0,17	
Orthophosphate	Moy	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,797
	Ec	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	
Ammonium	Moy	0,04	0,04	0,04	0,08	0,04	0,08	0,05	0,169
	Ec	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	
Transparence	Moy	39,60	42,27	48,49	41,03	39,60	48,49	43,75	0,015
	Ec	7,16	11,03	9,15	13,75	7,16	13,75	11,32	
Profondeur	Moy	4,71	4,75	4,29	3,61	3,61	4,75	4,21	0,264
	Ec	2,05	2,20	2,38	1,98	1,98	2,38	2,19	

Saison Fraîche Humide et Peu Pluvieuse (SFHPP), Saison Fraîche Humide et Pluvieuse (SFHP), Saison Chaude Sèche et Non Pluvieuse (SCSNP), Saison Chaude Humide et Pluvieuse (SCHP)

3.1.3 ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALES

Les résultats de l'analyse en composantes principales réalisée entre les paramètres physico-chimiques des stations du lac Kan sont expliqués par les axes 1 et 2 du plan factoriel (figure 2 et 3). Ces axes 1 (41,80%) et 2 (31,76 %) cumulent ensemble plus de 50 % des

variances exprimées (73,56 %). La figure 2 et 3 nous montre qu'on peut regrouper les stations du lac en 3 groupes de station: groupe 1, groupe 2 et groupe 3.

Le groupe 1, composé des stations ST2 et ST3 (figure 2), est caractérisé par des valeurs élevées de température, de conductivité, d'alcalinité et d'orthophosphate (Tableau 3). Le groupe 2 est constitué d'une seule station (ST5). Il est caractérisé par des valeurs élevées de pH, de la profondeur, de l'ammonium et de nitrate (Tableau 3). Le groupe 3 regroupe les stations ST1 et ST4 (Figure 2). Il est caractérisé par des valeurs élevées de fer et de la dureté (Tableau 3).

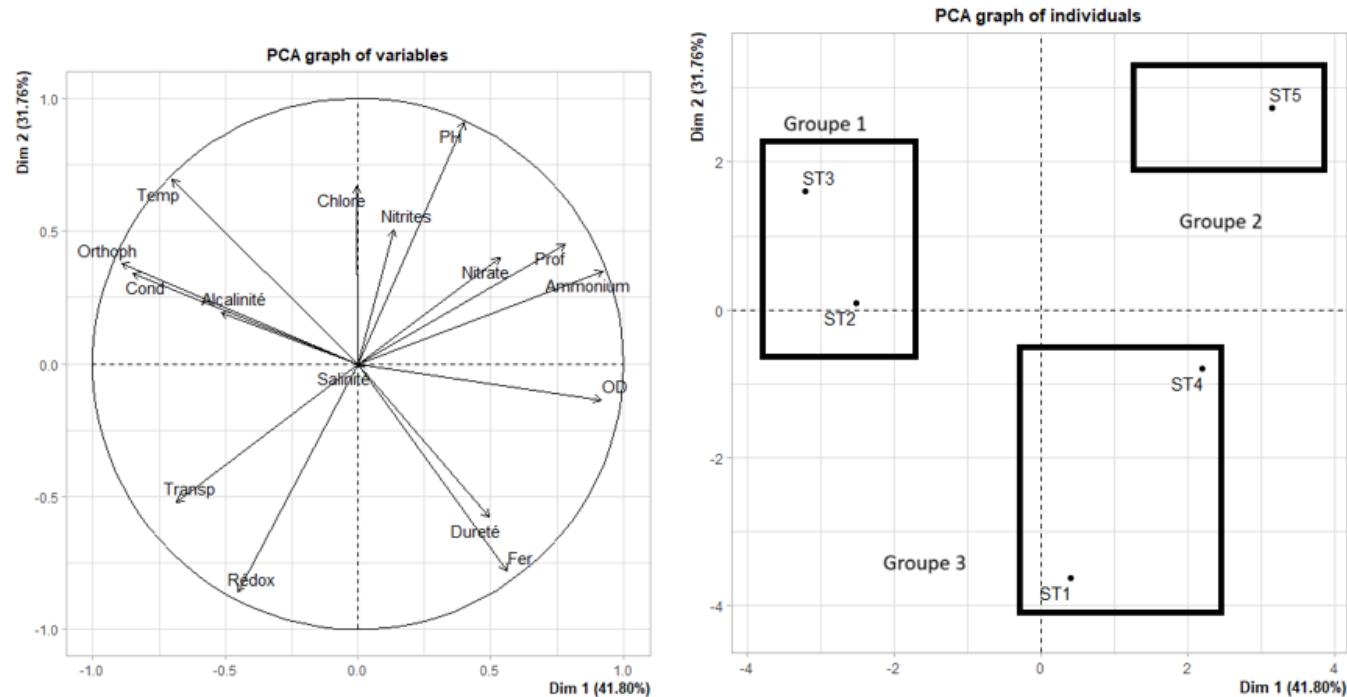


Fig. 2. Analyse en composante principale réalisée entre les paramètres physico-chimiques et les stations du lac Kan, de juin 2022 à mai 2023

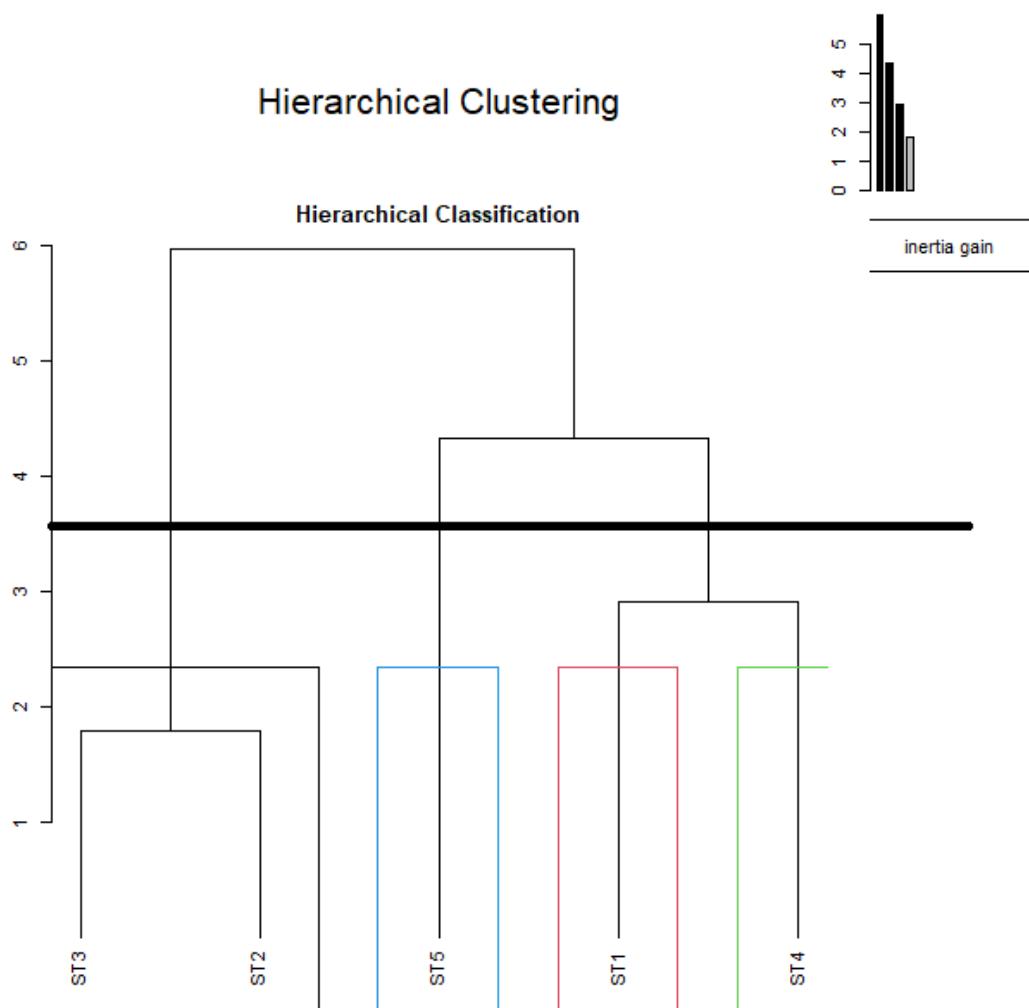


Fig. 3. Analyse de classification hiérarchique des stations d'échantillonnage du lac Kan, de juin 2022 à mai 2023

Tableau 3. Valeurs moyennes et Écart-type des groupes de station obtenus à partir de l'ACP réalisé sur les paramètres physico-chimiques des stations du lac Kan, de juin 2022 à mai 2023

PARAMÈTRES	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Temp	$28,11 \pm 1,37$	$27,95 \pm 1,3$	$27,84 \pm 1,33$
PH	$8,675 \pm 0,53$	$8,94 \pm 0,74$	$8,585 \pm 0,49$
Rédox	$94,8 \pm 49,97$	$66,39 \pm 51,43$	$101,19 \pm 41,12$
OD	$2,7 \pm 1,17$	$3,61 \pm 1,46$	$3,29 \pm 1,45$
Conductivité	$370,445 \pm 91,92$	$364,55 \pm 90,68$	$361,65 \pm 90,01$
Salinité	$0,19 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,01$
Chlore	$1,575 \pm 1,44$	$1,63 \pm 1,44$	$1,47 \pm 1,51$
Alcalinité	$202,055 \pm 57,345$	$199,79 \pm 80,68$	$188,21 \pm 76,89$
Dureté	$163,95 \pm 86,27$	$165 \pm 73,99$	$201,315 \pm 113,165$
Fer	$0,42 \pm 0,655$	$0,66 \pm 1,05$	$1,115 \pm 2,025$
Nitrate	$2,81 \pm 3,17$	$3,34 \pm 3,93$	$2,79 \pm 3,16$
Nitrites	$0,26 \pm 0,155$	$0,26 \pm 0,2$	$0,25 \pm 0,165$
Ortho phosphate	$0,045 \pm 0,03$	$0,03 \pm 0,02$	$0,03 \pm 0,02$
Ammonium	$0,04 \pm 0,01$	$0,08 \pm 0,06$	$0,055 \pm 0,015$
Transp	$44,685 \pm 11,74$	$41,63 \pm 10,97$	$43,87 \pm 11,155$
Profondeur	$2,94 \pm 0,795$	$7,64 \pm 1,83$	$3,775 \pm 1,335$

3.2 DISCUSSION

Les résultats obtenus montrent que les paramètres physico-chimiques du lac Kan ont des variations spatiales et saisonnières significatives pour certains. Cette observation est conforme à celle de plusieurs études réalisées dans des écosystèmes similaires à celui du lac Kan ([7], [8]). L'analyse de variance a révélé une différence significative entre les stations concernant le potentiel redox et la profondeur. Cette distribution spatiale hétérogène est cohérente avec les observations faites dans d'autres lacs en Côte d'Ivoire, tels que les lacs Lopkoho et Morrisson au nord et Kossou ([7], [8]). En Afrique subsaharienne, l'un des exemples est celui du lac Nokoué au Bénin, où la profondeur varie significativement entre les stations. Cette variation de la profondeur des eaux des lacs affecte d'autres paramètres comme le redox [9].

Des variabilités saisonnières significatives ont été observées pour la température, le pH, l'oxygène dissous, le redox, la salinité, le chlore, l'alcalinité, le fer, les nitrites, nitrates et la transparence dans le lac Kan. Ces différences significatives entre les saisons sont le plus souvent observées dans les régions à climat bimodal, comme au centre de la Côte d'Ivoire, où les fluctuations des précipitations influencent fortement le bilan hydrologique et la qualité des eaux des lacs de barrage [10]. Ces résultats témoignent d'une variation saisonnière importante de ces paramètres physico-chimiques dans le lac Kan. Ceci montre que les conditions climatiques sont importantes pour évaluer les variations spatio-saisonnières des paramètres environnementaux. L'augmentation, en saison SFHP, des concentrations d'oxygène dissous, de chlorure, de fer ainsi que des nutriments tels que nitrates et nitrites pourrait être attribuée à un renouvellement de l'eau, à des apports de matières organiques et minérales par les ruissellements [7]. Aussi, la saison humide stimule la production primaire et accroît les processus biochimiques libérant ces éléments dans l'eau [9]. En revanche, les valeurs maximales du potentiel redox et de la transparence apparaissent en saison SCSNP (saison chaude sèche et non pluvieuse). En effet, pendant cette période on assiste à un faible apport en eau de surface. L'augmentation du redox dans cette période reflète une meilleure oxydation des eaux en raison de la moindre couverture nuageuse et d'une forte intensité solaire. La transparence élevée s'explique par la réduction des apports sédimentaires et de particules liés à l'absence de pluie. Ces résultats sont similaires à ceux observés dans la plupart des écosystèmes lacustres d'Afrique, notamment ceux de la Côte d'Ivoire ([7], [11]). La saison SCHP (saison chaude humide et pluvieuse) est caractérisée par des pics de température, de pH et d'alcalinité. Une température élevée et une humidité optimale favorisent des réactions chimiques intenses, notamment la dissolution de minéraux alcalins et une augmentation de l'activité biologique. Le pH élevé est souvent corrélé aux processus photosynthétiques qui consomment du CO₂ et rendent l'eau plus basique ([12], [13]).

L'analyse en composantes principales (ACP) a permis de distinguer trois groupes de stations avec des caractéristiques distinctes. Le groupe 1 (ST2, ST3) est dominé par des valeurs élevées de température, conductivité, alcalinité et orthophosphate. Cette caractéristique reflète généralement des zones ayant une forte activité biogéochimique et une probable influence des apports externes d'ions et de nutriments. Ce résultat est similaire aux observations faites dans d'autres lacs africains confrontés à des apports anthropiques significatifs ([8], [9], [7]). Le groupe 2 (ST5) est caractérisé par une forte profondeur, des valeurs élevées de pH, d'ammonium et de nitrate. Ces paramètres traduisent une zone potentiellement plus oxydée et profonde où les réactions oxydatives sont fréquentes. Cela reflète un environnement à la fois trophique et oxygéné. Cette zone est comparable à des secteurs observés dans le lac Kossou en Côte d'Ivoire où la profondeur influence les réactions chimiques de l'eau [8]. Le groupe 3 (ST1, ST4) est caractérisé par des valeurs élevées en fer et dureté. Ce résultat pourrait être expliqué par une influence géologique locale et à un dépôt sédimentaire important. Des résultats similaires ont été obtenus par [9] dans le lac Nokoué au sud du Bénin.

4 CONCLUSION

Le lac de barrage Kan présente une homogénéité spatiale pour certains paramètres (température, pH, conductivité, salinité, oxygène dissous, chlore, alcalinité, dureté, fer, nitrite, nitrate, ammonium, orthophosphate et transparence), mais aussi une variabilité significative pour d'autres (potentiel redox, profondeur). Au niveau saisonnier, la température, le pH, le potentiel redox, l'oxygène dissous, la salinité, le chlore, l'alcalinité, le fer, les nitrates et nitrites ont une variabilité significativement différente d'une saison à une autre. Cette situation illustre l'effet combiné des conditions tropicales, des apports hydriques et des activités humaines la variation des paramètres physico-chimiques dans le lac de barrage Kan. Elles soulignent aussi la nécessité d'intégrer la variabilité saisonnière dans les stratégies de gestion environnementale pour préserver la qualité de l'eau et la biodiversité aquatique.

REFERENCES

- [1] E. A. C. T. Mel & B. Yéo, «Problématique de l'approvisionnement en eau potable dans la ville de Bouaké (Côte d'Ivoire),» *Revue Ivoirienne des Sciences Historiques*, 1, 40, 2016.
- [2] F. N. Kouassi, I. B. Diomandé & F.J. Kouadio, «Apport Des Nappes Profondes À L'amélioration De La Desserter En Eau De Consommation Dans Le Bassin Versant Du Kan (Côte d'Ivoire)», *European Scientific Journal, ESJ*, 16, 260, 2020.
- [3] L.O. Ble, T. D. Soro, Ki, A. E. Kouassi & G. S. Degny, «Évaluation de la vulnérabilité à la pollution du bassin versant de la rivière kan, Centre de la Côte d'Ivoire», *Afrique Sci*, 21, 141-153, 2022.
- [4] E.Z Dadja, K. E. KOFFI, D. SYLLA et K.S. KOKO, «Analyse diachronique de la dynamique urbaine et de l'envasement du lac du barrage du kan de Bouaké côte d'ivoire». Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou, 7 (2), 35-56, 2018.

- [5] O. F. Fofana, K. E. Ahoussi, et A. S. Koffi, «Cartographie Et Identification Des Activités Sources De Nuisances Et De Pollutions Dans Le Bassin Versant Du Barrage Du Kan De Bouake »Côte d'Ivoire». *European Scientific Journal, ESJ*, 13 (5), 303, 2017. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n5p303>.
- [6] Yesso P., D. Kone, Meyer C., In: «Réunion de Coordination FAO-IAEA sur l'Amélioration de la Productivité du Bétail Indigène Africain en Utilisant les Méthodes Radio-immunologiques et Apparentées». 3. Bouaké: IDESSA, 22 p. Réunion de coordination FAO/IAEA sur l'amélioration de la productivité du bétail indigène africain en utilisant les méthodes radio-immunologiques et apparentées. 3, 1991-05-20/1991-05-25, Bingerville (Côte d'Ivoire), 1991.
- [7] T. A. Soro, K. D. Silué, Z. M. Gogbé, L. Coulibaly, & G. G. Bi, «Paramètres physico-chimiques des eaux du bassin du Haut Bandama Côte d'Ivoire». *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 27 (1), 33-48, 2021.
- [8] N. Koné, H. Boguhé, A. S. N'da, K. B. Kien, & S. Berté, «Caractérisation physico-chimique des eaux du lac du barrage hydroélectrique de Kossou, fleuve Bandama, Côte d'Ivoire». *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 39, 55-69, 2022.
- [9] H. B. P. Capo-Chichi, D. Adandedjan, T. M. A. Houelome, & P. Laleye, «Physico-chimie et pollution organique du lac Nokoué au Sud du Bénin». *Journal of Applied Biosciences*, 170 (1), 17752-17774, 2022.
- [10] C. S. Dekoula, B. Kouame, E. K., N'goran, F. Yao, J. N. Ehounou, & N. Soro, «Impact de la variabilité pluviométrique sur la saison culturelle dans la zone de production cotonnière en Côte d'Ivoire». *European Scientific Journal, ESJ*, 14 (12), 143-156, 2018.
- [11] N. Grogga, «Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo Côte d'Ivoire» (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Toulouse-INPT), 2012.
- [12] V. Tidou, A. S., B. Y. Ossey, & P. Houenou, (2001), Evaluation de l'état trophique du lac de B Mambo, uyo Côte d'Ivoire: aspects physico-chimiques et biologiques. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim*, 11, 95-134, 2001.
- [13] J. Carstensen, «Statistical principles for ecological status classification of Water Framework Directive monitoring data». *Marine Pollution Bulletin* 55: 3–15, 2007.