

Dynamique spatio-saisonnière des diatomées benthiques sur différents substrats géologiques des rivières du Sud de la Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest)

[Spatial and seasonal dynamic of benthic diatoms of geologic substrates of southern rivers Côte d'Ivoire (West Africa)]

Niamien-Ebrottié Julie Estelle, Seu-Anoï Netto Mireille, and Edia Oi Edia

Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Copyright © 2018 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 composition and relative abundance of the benthic diatoms of the rivers of southern Côte d'Ivoire were investigated during three climatic seasons (high dry season, high rainy season and small rainy season) in 43 stations on 28 rivers. Most samples taken from stones were treated with nitric acid. Of the 320 taxa inventoried, the most diverse genera are *Nitzschia* (43 taxa), *Navicula* (39 taxa) and *Eunotia* (33 taxa). The species commonly encountered in the samples vary according to the type of geological substratum. The relative abundances of diatoms of tertiary are significantly different from those of birrimian and granitoid. In addition, *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bert. is more abundant during the rainy seasons compared to the high dry season whatever the substrate. Several indicator species of pollution were encountered abundantly in the sites studied. The type of geological substratum and the seasons must be taken into account in studies on the distribution of benthic diatoms in Côte d'Ivoire.

KEYWORDS: Diatoms, geological substratum, abundance, composition, Côte d'Ivoire.

RÉSUMÉ: La composition et l'abondance relative des diatomées benthiques des rivières du Sud de la Côte d'Ivoire ont été investigués pendant trois saisons climatiques (grande saison sèche, grande saison de pluies et petite saison de pluies) dans 43 stations sur 28 rivières. Les échantillons prélevés pour la plupart sur des pierres ont été traité à l'acide nitrique. Sur les 320 taxons inventoriés, les genres les plus diversifiés sont *Nitzschia* (43 taxons), *Navicula* (39 taxons) et *Eunotia* (33 taxons). Les espèces communément rencontrées dans les échantillons varient en fonction du type de substrat géologique. Les abondances relatives des diatomées du tertiaire sont significativement différentes de celles du birrimien et du granitoïde. De plus, *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bert. est plus abondant pendant les saisons de pluies par rapport à la grande saison sèche quelque soit le substrat considéré. Plusieurs espèces indicatrices de pollutions ont été rencontrées abondamment dans les sites étudiées. Le type de substrat géologique et les saisons doivent être pris en compte dans les études sur la distribution des diatomées benthique en Côte d'Ivoire.

MOTS-CLEFS: Diatomées, substrat géologique, abondance, composition, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires dont la paroi est imprégnée de silice. La silice leur confère une grande résistance à la putréfaction, à la destruction acide et à la chaleur. Ce qui leur donne la capacité de coloniser tous les milieux aquatiques ou humides, à l'exception des plus salés et des plus chauds. Leur développement dépend de la

disponibilité de la silice et des nutriments, la stabilité de la colonne d'eau et de leur métabolisme qui modifie leur densité et leur aptitude à sédimenter et se fixer sur différents types de supports. En effet, la composition et l'abondance relative des diatomées dépendent de leurs affinités et préférences écologiques [1]. Cette variation exprimée au niveau spatial et temporel, est basée sur le climat, la géologie, la chimie de l'eau et la géomorphologie [2]. Toutes ses caractéristiques ont conduit à l'utilisation des diatomées comme indicateurs de la qualité des eaux de surfaces ([3] ; [4] ; [5] ; [6]). Pour cette utilisation, il est important d'avoir une bonne base de données sur la composition et l'écologie des diatomées, ce qui n'est pas le cas en Côte d'Ivoire, où les études sont peu nombreuses. Les travaux exclusifs sur les diatomées des cours d'eau sont ceux de [7] ; [8] et [9]. Les études des diatomées sur des substrats différents sont inexistantes. Il s'avère donc important d'appréhender cette option pour les diatomées benthiques qui sont directement influencées par la géologie des milieux. Cette étude a pour objectif de déterminer la composition et la structure des diatomées benthiques du sud de la Côte d'Ivoire sur trois substrats géologiques en relation avec le type d'occupation du bassin versant.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 LOCALISATION DU MILIEU D'ÉTUDE

La zone d'étude est localisée au Sud de la Côte d'Ivoire (figure 1). Elle s'étend de l'Est à l'Ouest sur une distance de 600 km environ. L'ensemble des bassins étudiés couvrent une superficie de 37592 km² avec une population d'environ 2 millions d'habitants. Elle est globalement située dans la partie forestière du pays. Dans cette étude le milieu a été scindé en quatre zones. Ce sont la zone du Sud-est, la zone du Banco, la zone du Centre-ouest et la zone du Sud-ouest. Le climat du milieu d'étude est de type équatorial humide. Il est caractérisé par deux saisons de pluies (une grande saison de pluies d'avril à juillet et une petite d'octobre à novembre) et deux saisons sèches (une petite d'août à septembre et une grande de décembre à mars). Du point de vue géologique, le substrat du milieu d'étude est dominé par les Granitoïdes au centre et à l'Ouest, le Birrimien à l'Est et le sédimentaire au Sud-est.

Les Granitoïdes regroupent des granites et des migmatites qui sont des roches plutoniques. Ces roches sont dominées par du quartz et le feldspath au niveau minéralogique et en moyenne 70% de SiO₂ et 12 % Al₂O₃ pour ce qui est de la chimie. Le Birrimien est composé essentiellement de flysch caractérisé par environ 60% de SiO₂ et 25% de Al₂O₃. Le Tertiaire se résume au bassin sédimentaire qui se singularise par la présence quasi exclusive de quartz.

L'ensemble de la zone d'étude est caractérisé par des sols ferrallitiques fortement ou moyennement désaturés.

Sur l'ensemble des bassins étudiés les forêts occupent plus de 55% des surfaces explorées suivies des surfaces agricoles (38%) et les surfaces urbanisées ne représentent que 6% des bassins versants.

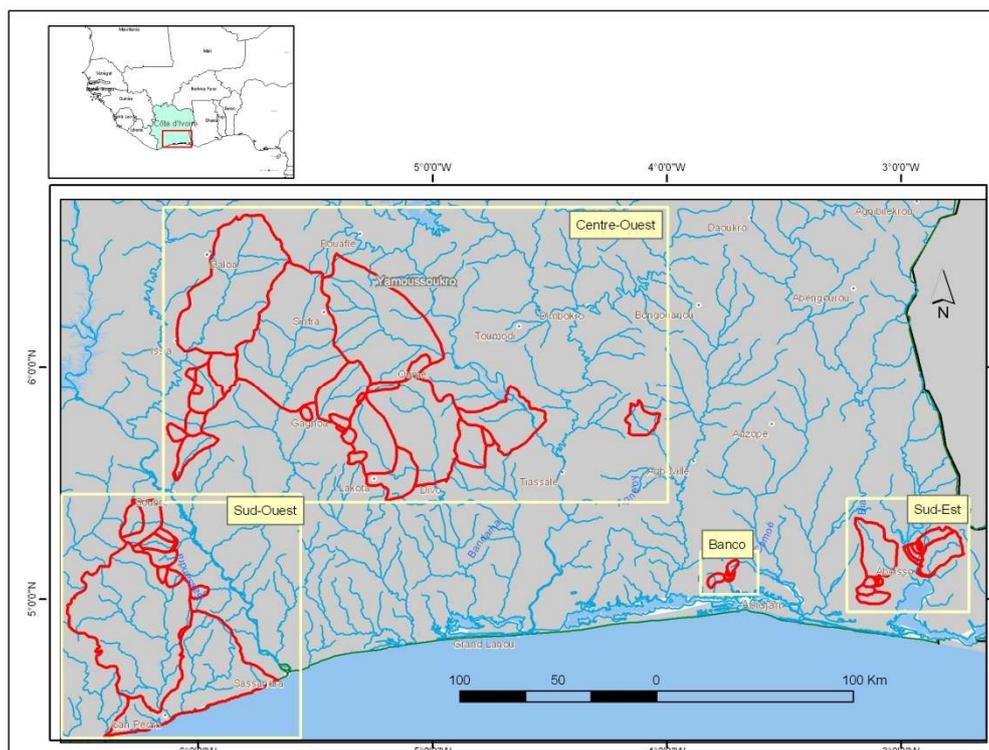


Figure 1 : Localisation du milieu d'étude

2.2 CHOIX DES SITES

Pour cette étude, un total de 43 stations réparties sur 28 rivières du Sud de la Côte d'Ivoire a été échantillonné. Les stations d'échantillonnage sont choisies de sortes à couvrir les trois différents substrats géologiques du milieu d'étude ainsi que les différents types de végétation. Pour chaque substrat donné, des stations de référence caractérisées par une absence de perturbation d'ordre anthropique et des stations situées dans les zones perturbées soit par les habitations, soit par les plantations soit par les industries agro-alimentaires ont été prises en compte. Ainsi, 13 stations ont été retenues sur le tertiaire (T1 à T13), 10 sur le Birrimien (B1 à B10) et 20 sur les Granitoides (G1 à G20). Les échantillonnages ont été effectués en juin et octobre 2005 et Février 2006. En fonction du mode d'occupation des sols des stations de prélèvements, on distingue :

- Station non ou faiblement anthropisé avec proportion de forêt supérieure à 80% (T1 ; T4 ; T9 ; T10 ; T11 ; T12 ; T13 ; B9 ; B10 ; B11 ; B12 ; B13 ; B14 ; G4 ; G5 ; G6 ; G7 ; G10 ; G19 ; G22) ;
- Station moyennement anthropisé avec une proportion de forêt comprise entre 80% et 50% (T2 ; T6 ; T8 ; B2 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B17 ; G8 ; G9 ; G12 ; G13 ; G14 ; G16 ; G17 ; G18 ; G21) ;
- Station fortement anthropisée avec une proportion de forêt inférieure à 50% (T3 ; T5 ; T7 ; B3 ; B4 ; B15 ; B16 ; G1 ; G2 ; G10 ; G11 ; G15 ; G20 ; G23 ; G24 ; G25 ; G26 ; G27).

2.3 MESURE DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUE

Divers appareils ont permis de mesurer les paramètres physico-chimiques. Un conductimètre de type SensoDirect, modèle CD 24 a été utilisé pour la détermination de la Conductivité (CND), du taux de solides dissous (TDS) et de la salinité. Un pH-mètre SensoDirect, modèle pH 24 a permis de mesurer le pH et la température de l'eau. L'oxygène dissous a été mesuré grâce à un oxymètre de type SensoDirect, modèle OX 24. Toutes ces mesures ont été faites in situ. Par ailleurs, un spectrophotomètre de marque SHIMADZU UV-1205 a servi à la détermination des formes de nitrites, de phosphates et d'ammonium selon la méthode [10]. En ce qui concerne les nitrates, un colorimètre (DR890) a été utilisé. Pour la localisation des stations, un navigateur GPS MLR SP12X a été utilisé.

2.4 PEUPEMENT DIATOMIQUE

Les diatomées ont été prélevés sur des pierres sur une surface de 10 cm² et conservées dans des piluliers de 30 mL fixées avec du formol à la concentration finale de 5%. La systématique des diatomées étant basée sur l'ornementation des frustules, il est nécessaire de les débarrasser de la matière organique [11]. Dans cette étude, un traitement à l'acide nitrique a été réalisé. Une aliquote (5 mL) de l'échantillon préalablement homogénéisé est placée dans un tube en verre thermorésistant. Un même volume d'acide nitrique technique (40° Baumé) est ajouté et le tout est porté au feu sur une plaque chauffante jusqu'à élimination de toute la matière organique [3]. La préparation obtenue est purifiée par centrifugation à une vitesse minimale de 1500 tr/min pendant trois minutes. Quelques gouttes sont déposées sur une lamelle et séchées sur une plaque chauffante en veillant à avoir une répartition homogène du matériel [5]. Si la densité convient, une goutte de Naphrax est déposée sur une lame porte-objet. L'identification des taxons a été effectuée jusqu'au niveau spécifique ou infraspécifique à l'aide des travaux (clés et/ou description) de [12], [13], [14], [15], [5], [16], [9], [17] et [18]. Pour chaque échantillon, 400 valves et /ou frustules ont été comptés.

2.5 ANALYSE DU PEUPEMENT

La diversité a été évaluée par l'indice de diversité de Shannon-Wiener (H') et l'équitabilité a permis d'étudier la régularité de la distribution des espèces. Le pourcentage d'occurrence (F) qui renseigne sur les préférences de milieu (habitat) d'une espèce donnée a été déterminé.

En fonction de la valeur de F , trois groupes d'espèces sont distingués :

- espèces constantes ($F \geq 50\%$) ;
- espèces accessoires ($25\% \leq F < 50\%$) ;
- espèces accidentelles ($F < 25\%$).

L'indice NNS' ou Navicula, Nitzschia, Surirella a été calculé. Cet indice donne des informations sur l'influence du courant sur les diatomées motiles. Il se calcule avec la formule suivante [19]:

$$NNS' = S_{Navicula} + S_{Nitzschia} + S_{Surirella} / S$$

2.6 TRAITEMENT STATISTIQUE

Les tests non paramétriques de Kruskal-Wallis et de Mann-Whitney ont permis de mesurer le degré de variation des abondances relatives. Le test de Kruskal-Wallis a permis de tester la variabilité spatio-temporelle des abondances entre les différents groupes de stations. Le test de Mann-Whitney a ensuite été utilisé pour identifier les variations entre les groupes pris deux à deux. Les tests sont significatifs à $p < 0,05$. Toutes ces analyses ont été réalisées avec le logiciel R 3.1.3 [20].

3 RÉSULTATS

3.1 ANALYSE DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUE

Les variations inter-substrats géologiques des paramètres physico-chimiques sont non significatives, par contre au niveau intra-substrats des variations temporelles significatives sont notées pour tous les paramètres hors mis l'orthophosphate. La température au niveau du Tertiaire, varie entre 24,9°C et 30,1°C (Tableau 1). On note une différence significative ($p < 0,05$) entre la grande saison de pluies (GSP) et la petite saison de pluies (PSP) ainsi que la grande saison sèche (GSS) (Tableau 2). Pour le Birrimien, les valeurs de température enregistrées oscillent entre 23,7°C et 29,3°C. Pour les Granitoïdes, les températures fluctuent entre 24,2°C et 31,5°C. La température dans les stations de ses deux substrats ne varie pas significativement d'une saison à l'autre. Concernant l'oxygène dissous, les valeurs sont comprises entre 0,8 mg/L (9%) et 10 mg/L (126,8%) pour le Tertiaire, entre 0,4 mg/L (5%) et 7,3 mg/L (98,5%) pour le Birrimien et entre 0,3 mg/L (4%) et 7,3 mg/L (135,5%) pour le Granitoïdes. Selon le test de Mann Whitney, la variation de l'oxygène dissous est significative entre toutes les saisons pour les stations du Birrimien et entre la GSS et les autres saisons pour le Granitoïde. Pour ce qui est du pH, les valeurs enregistrées dans les rivières varient de 5,2 à 8,3 au niveau du Tertiaire, de 7,2 à 8,9 pour le Birrimien et de 6,8 à 8,5 au niveau du Granitoïde. Le pH varie significativement entre la GSP et les autres saisons au niveau du Tertiaire, entre la GSS et les GSP et PSP au niveau du Birrimien et entre la petite saison de pluies (PSP) et les autres saisons pour le Granitoïde. Les valeurs de la conductivité sont comprises entre 14,5 μ S/cm et 185,2 μ S/cm pour le Tertiaire, entre 60,3 μ S/cm et 1010 μ S/cm pour le Birrimien et entre 42,3 μ S/cm et 2290 μ S/cm pour les Granitoïdes où ces valeurs présentent une différence significative entre la grande saison de

pluies (GSP) et la petite saison de pluies (PSP). Les concentrations en nutriment sont consignées dans le tableau II. Les concentrations de nitrates oscillent entre 0 mg/L et 23,5mg/L pour les sites du Tertiaire entre 0,2 mg/L et 2,6 mg/L pour les sites du Birrimien et entre 0 mg/L et 4,9 mg/L pour les sites du Granitoïdes. Ces concentrations varient significativement entre la GSP et les autres saisons pour les différents substrats (Tableau IV). Au niveau des nitrites, les valeurs fluctuent entre 0 µgN-NO₂/l et 192,2 µgN-NO₂/l dans les eaux du Tertiaire, entre 3,4µgN-NO₂/l et 32,5 µgN-NO₂/l pour les eaux du Birrimien et entre 0 µgN-NO₂/l et 77µgN-NO₂/l pour les eaux du Granitoïdes. Ces valeurs diffèrent significativement entre la GSS et la PSP au niveau du Tertiaire et du Granitoïdes. Les concentrations en ammonium évoluent entre 0 mgN-NH₄/L et 1,2 mgN-NH₄/L au niveau du Tertiaire, entre 0 mgN-NH₄/L et 0,4 mgN-NH₄/L au niveau du Birrimien et entre 0 et 11,5 mgN-NH₄/L au niveau du Granitoïdes. Les deux derniers substrats présentent des variations significatives d'ammonium entre les différentes saisons de prélèvements. Quant à l'orthophosphates, les valeurs maximales sont de 969,5 µgP-PO₄/L, 485,9 µgP-PO₄/L et 5750 µgP-PO₄/L respectivement dans les eaux du Tertiaire, du Birrimien et du Granitoïdes. Dans ce même ordre, les valeurs minimales sont de 4 µgP-PO₄/L, 17 µgP-PO₄/L et 0 µgP-PO₄/L. L'orthophosphate ne présente aucune variation saisonnière significative.

Tableau 1: Variations des paramètres physico-chimiques aux différentes stations d'échantillonnages.

Substrats Géologiques	Tertiaire			Birrimien			Granitoïdes			
	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	
Temp (°C)	stations									
	GSP	25,84	24,90	27,17	26,24	24,80	29,10	26,95	24,60	29,40
	PSP	27,00	25,35	29,20	27,05	26,10	29,30	27,07	24,20	30,30
	GSS	27,63	25,00	30,10	26,37	23,70	28,80	27,93	24,60	31,50
pH	GSP	5,97	5,19	8,28	8,04	7,77	8,90	7,53	6,76	8,30
	PSP	6,93	6,21	8,02	7,98	7,70	8,30	8,00	6,90	8,50
	GSS	6,47	5,75	7,28	7,41	7,20	7,71	7,55	7,28	8,20
Cond (µS/cm)	GSP	42,00	14,53	185,20	185,30	88,00	686,00	210,00	55,00	2290,00
	PSP	59,92	22,30	167,00	126,22	60,30	442,00	124,41	42,50	998,00
	GSS	40,24	20,50	146,50	228,90	80,00	1010,00	187,07	49,00	1742,00
O ₂ (mg/l)	GSP	3,29	0,88	7,88	2,90	1,34	4,15	3,49	0,63	6,16
	PSP	2,77	0,97	5,68	4,68	1,99	7,28	4,21	2,07	6,69
	GSS	4,70	0,80	9,95	0,73	0,40	1,00	1,25	0,30	3,66
O ₂ %	GSP	41,28	12,40	94,85	45,84	20,00	58,90	45,45	9,00	77,40
	PSP	36,51	10,40	71,90	70,37	54,20	88,70	58,01	33,10	93,00
	GSS	59,73	9,00	126,80	9,20	5,00	13,00	16,44	4,00	50,20
NO ₃ (mg/l)	GSP	0,21	0,00	2,10	0,32	0,20	0,70	0,21	0,00	0,90
	PSP	2,22	0,60	11,27	1,13	0,70	1,50	1,32	0,50	2,17
	GSS	4,48	0,85	23,50	1,54	0,20	2,60	1,83	0,40	4,90
NO ₂ (µg N-NO ₂ /l)	GSP	26,36	0,00	71,27	9,00	9,00	9,00	15,85	0,00	77,00
	PSP	18,22	0,00	87,05	9,23	3,41	19,77	8,60	0,23	20,45
	GSS	35,67	3,41	192,16	12,95	7,05	32,50	21,03	4,77	69,32
NH ₄ (mg N-NH ₄ /l)	GSP	0,17	0,01	0,67	0,04	0,01	0,23	1,07	0,01	11,50
	PSP	0,17	0,00	0,89	0,01	0,00	0,06	0,05	0,00	0,29
	GSS	0,21	0,00	1,17	0,20	0,09	0,36	0,20	0,00	0,57
PO ₄ ³⁻ (µg/l P-PO ₄ ³⁻)	GSP	138,83	4,00	969,51	93,50	17,00	340,00	476,61	4,00	5750,00
	PSP	141,49	11,58	597,48	138,88	23,42	485,95	134,69	0,00	805,62
	GSS	123,52	7,20	752,94	133,61	26,70	418,15	90,11	18,13	354,80

Temp : température ; Cond : conductivité ; O₂ : Oxygène dissous ; NO₃ : nitrates ; NO₂ : nitrites ; NH₄ : ammonium ; PO₄³⁻ : orthophosphates ; GSP : grande saison de pluies ; GSS : grande saison sèche ; PSP : petite saison de pluies ; Moy : moyenne ; Min : minimum ; Max : maximum.

Tableau 2 : Résultats des tests de comparaison des paramètres physico-chimiques entre les saisons

		Tertiaire			Birrimien			Granitoïdes		
		GSP	PSP	GSS	GSP	PSP	GSS	GSP	PSP	GSS
Température	GSP		*	NS		NS	NS		NS	NS
	PSP	*		NS	NS		NS	NS		NS
	GSS	*	NS		NS	NS		NS	NS	
pH	GSP		**	NS		NS	***		*	NS
	PSP	**		NS	NS		***	**		**
	GSS	*	NS		***	***		NS	***	
Conductivité	GSP		NS	NS		NS	NS		NS	NS
	PSP	NS		NS	NS		NS	*		NS
	GSS	NS	NS		NS	NS		NS	NS	
Oxygène dissous	GSP		NS	NS		*	**		NS	***
	PSP	NS		NS	*		***	NS		***
	GSS	NS	NS		***	***		***	***	
Nitrates	GSP		***	***		**	*		***	***
	PSP	**		NS	***		NS	***		NS
	GSS	***	NS		**	NS		***	NS	
Nitrites	GSP		NS	NS		NS	NS		NS	NS
	PSP	NS		NS	NS		NS	NS		*
	GSS	NS	*		NS	NS		NS	*	
Ammonium	GSP		NS	NS		*	*		*	*
	PSP	NS		NS	**		**	*		**
	GSS	NS	NS		*	**		*	**	
Orthophosphates	GSP		NS	NS		NS	NS		NS	NS
	PSP	NS		NS	NS		NS	NS		NS
	GSS	NS	NS		NS	NS		NS	NS	

GSP : grande saison de pluies ; GSS : grande saison sèche ; PSP : petite saison de pluies ; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$.

3.2 COMPOSITION DU PEUPEMENT DIATOMIQUE

Au total 320 taxons de rang spécifiques et infra spécifiques, réparti en 64 genres. Les genres les plus diversifiés sont *Nitzschia* avec 43 taxons, *Navicula* avec 39 taxons et *Eunotia* avec 33 taxons. L'examen des échantillons par substrat géologique a permis de recenser 131 taxons sur l'ensemble des stations du Tertiaire, 193 au niveau des stations du Birrimien et 248 au niveau des stations situées sur les Granitoïdes.

Du point de vue générique, les eaux situées sur les Granitoïdes (60 genres) sont plus diversifiées que celles du Birrimien (48 genres) et du Tertiaire (44 genres). Les genres les plus diversifiés sont les *Nitzschia* (18 espèces), les *Eunotia* (15 espèces) et les *Navicula* (11) pour les eaux du Tertiaire. Pour les eaux du Birrimien, les *Navicula* et les *Nitzschia* avec 28 espèces chacune sont les plus diversifiés suivies des *Eunotia* (14 espèces). Au niveau des Granitoïdes, les *Navicula* (35 espèces), les *Nitzschia* (31 espèces) et les *Eunotia* (21 espèces) sont les genres qui renferment le plus grand nombre d'espèces. La richesse spécifique reste extrêmement variable, allant de 22 (G20) à 72 (G6) au niveau des stations situées sur les Granitoïdes, de 29 (B10) à 68 (B9) pour les stations du Birrimien et de 17 (T5) à 49 (T4, T9) pour le Tertiaire. L'analyse des échantillons permet aussi de constater que 4 espèces (*Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bert., *Gomphonema parvulum* Kütz., *Navicula cryptocephala* Kütz. et *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Sm.) sont communes à toutes les stations du Birrimien et 2 espèces communes (*Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bert. et *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Sm.) pour les Granitoïdes. Aucune espèce n'est commune aux stations du tertiaire.

Les résultats de l'analyse du peuplement en liaison avec le niveau d'anthropisation des sites (Tableau 3) révèlent que 94 espèces réparties en 34 genres ont été recensées au niveau des sites faiblement anthropisés du Tertiaire. Les sites moyennement anthropisés (58 espèces) et ceux fortement anthropisés (86 espèces) sont relativement pauvres en terme de diversité spécifique. Dans les différents sites, les espèces accidentelles représentent plus de 50% du nombre total d'espèces alors que les espèces accessoires et les espèces constantes ont des proportions avoisinant 20%.

Pour les sites situés sur le Birrimien et les Granitoïdes, le nombre d'espèces semble augmenter avec le niveau d'anthropisation. Le nombre d'espèce passe de 115 à 150 au niveau des sites Birrimien et de 117 à 216 pour les Granitoïdes. La distribution des espèces sur la base du taux occurrence au niveau de ces milieux est semblable à celle observée au niveau du Tertiaire à l'exemption des sites fortement anthropisés des Granitoïdes. Pour ce groupe de stations, les espèces constantes et les espèces accessoires renferment chacune 15,3% du nombre d'espèces total contre 69,4% pour les espèces accidentelles.

Tableau 3 : Caractéristiques du peuplement diatomiques en liaison avec le degré d'anthropisation des milieux.

Niveau d'anthropisation	Tertiaire			Birrimien			Granitoïde		
	F	M	E	F	M	E	F	M	E
Nombres d'espèces	94	58	86	115	115	150	117	123	216
Espèces communes	1	12	4	7	9	5	6	6	3
Espèces constantes	22,3	100	27,9	27	40,9	23,3	29,1	35,8	15,3
Espèces accessoires	24,5	0	18,6	19,1	59,1	27,3	26,5	64,2	15,3
Espèces accidentelles	53,2	0	53,5	53,9	0	49,3	44,4	0	69,4

3.3 VARIATION SPATIO-SAISONNIÈRE DES ABONDANCES RELATIVES

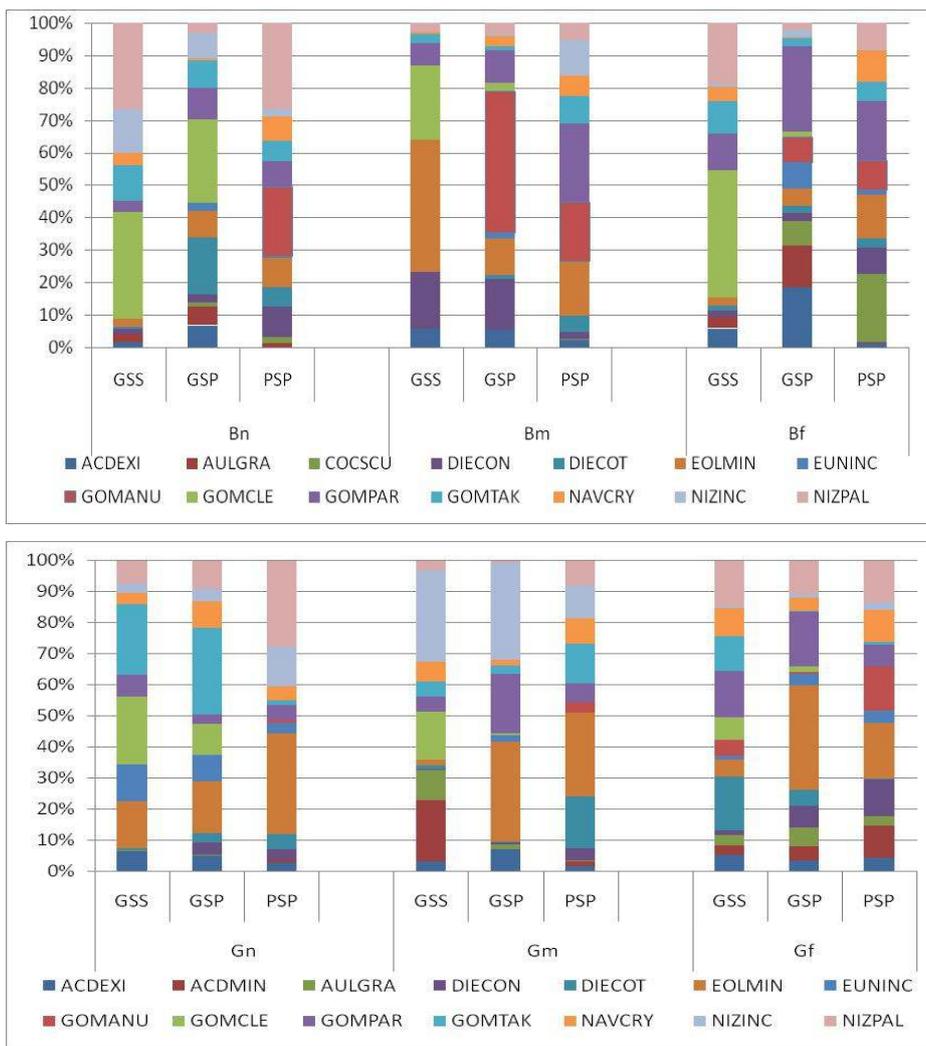
La figure 2 représente les variations spatio-saisonnières des abondances relatives des principales espèces dans les différents sites en fonction des substrats géologiques.

Relativement aux sites faiblement anthropisés du birrimien, les prélèvements de la grande saison sèche (GSS) sont dominés à 84% par quatre taxons. Il s'agit de *Gomphonema clevei* Fricke (32%), *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Sm. (27%), *Nitzschia inconspicua* Grunow (13%) et *Gomphosphenia tackei* (Hust.) Lange-Bert. (12%). Par contre, pendant les deux autres saisons, seules deux espèces ont des proportions supérieures à 10%. Ce sont *Gomphonema clevei* Fricke (26%) et *Diademesis contenta* (Grunow ex Van Heurck) D.G.Mann (20%) pour la grande saison des pluies et *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Sm. (28%) et *Gomphonema angustum* C.Agardh (22%) pour la petite saison des pluies. Au niveau des sites moyennement anthropisés, *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bert. dont les proportions oscillent entre 10% (GSP) et 35% (GSS) et *Gomphonema angustum* C.Agardh ayant des pourcentages compris entre 18% (PSP) et 42% (GSP) constituent les espèces les plus importantes. En plus de ces espèces, *Gomphonema parvulum* Kütz. (maximum 22%, PSP) et *Diademesis confervacea* Kütz. (maximum 16%, GSP) présentent des proportions assez élevées. Pour ce qui est des sites fortement anthropisés, *Gomphonema clevei* Fricke (40%) et *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Sm. (19%) constituent les 2 espèces les plus importantes durant la grande saison sèche. Les échantillons de la grande saison des pluies sont caractérisés par une prédominance de *Gomphonema parvulum* Kütz., *Achnantheidium exiguum* (Grunow) Czarn. et *Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Simonsen avec des proportions respectives de 25%, 18% et 12%. La petite saison des pluies est aussi marquée par l'abondance de *Cocconeis scutellum* Ehrenb. (20%), *Gomphonema parvulum* Kütz. (17%) et *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bert. (14%).

Le peuplement diatomique des sites non ou faiblement anthropisés des Granitoïdes est caractérisé par une augmentation progressive des proportions des espèces telles *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bert. (15 à 27%), *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Sm. (7% à 23%) et *Nitzschia inconspicua* Grunow (3% à 15%) de la grande saison sèche à la petite saison des pluies. A l'inverse, les proportions de *Eunotia incisa* W.Greg., *Achnantheidium exiguum* (Grunow) Czarn et *Gomphonema clevei* Fricke baissent au cours de cette même période. En considérant les stations moyennement anthropisées, on note une dominance de *Nitzschia inconspicua* Grunow (25%) et de *Achnantheidium minutissimum* (Kütz.) Czarn. (16%) pendant la grande saison sèche. Pendant la grande saison des pluies, le peuplement est marqué par la présence de *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bert. et de *Nitzschia inconspicua* Grunow avec une proportion de 36% chacune. *Diademesis contenta* (Grunow ex Van Heurck) D.G.Mann apparaît dans les échantillons de la petite saison des pluies avec une proportion de 18% alors qu'elle était absente pendant les deux autres saisons. Concernant les sites fortement anthropisés, *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bert. est présente dans le peuplement dans l'ordre de 5% à 38% respectivement pendant la grande saison sèche et la grande saison des pluies. Le pourcentage de représentation de *Gomphonema parvulum* Kütz. varie de 5% (PSP) à 18% (GSP) et celui de *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Sm. est compris entre 11% (GSP) et 16% (GSS).

L'évolution saisonnière du peuplement diatomique en liaison avec le degré d'anthropisation des sites situés sur le Tertiaire indique au niveau des sites faiblement perturbés, que le peuplement est constitué essentiellement de *Eunotia incisa* W.Greg. (40%) et *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Sm. (28%) pendant la grande saison sèche. *Diademesis contenta* (Grunow ex Van Heurck) avec des pourcentages de 32% et 46% prédomine respectivement les échantillons de la grande et de la petite saison des pluies. Pour les sites moyennement perturbés, l'espèce *Eunotia mucophila* (Lange-Bert. & Nörpel-Schempp) Lange-Bert. est la plus

importante en terme d'abondance relative pendant la grande saison sèche (55%) et la grande saison des pluies (73%). Cette espèce est remplacée par *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Sm. (28%), *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bert. (17%) et *Gomphonema parvulum* Kütz. (15%) pendant la petite saison des pluies. Pour ce qui est des sites fortement perturbés, les prélèvements de la grande saison sèche sont marqués par une dominance de *Eunotia bilunaris* (Ehrenb.) Schaarschm. (37%), *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Sm. (26%) et *Pinnularia subcapitata* W.Greg. (10%). Le peuplement de la petite saison des pluies diffère de celui de la grande saison sèche par une augmentation du taux de *Diadesmis contenta* (Grunow ex Van Heurck) (18%) et une forte diminution du pourcentage de *Eunotia bilunaris* (Ehrenb.) Schaarschm. (12%). Quant aux échantillons de la grande saison des pluies, elles sont caractérisées par 30% de *Pinnularia subcapitata* W.Greg, 17% de *Navicula cryptocephala* Kütz., 14% de *Gomphonema parvulum* Kütz. et 12% de *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bert.



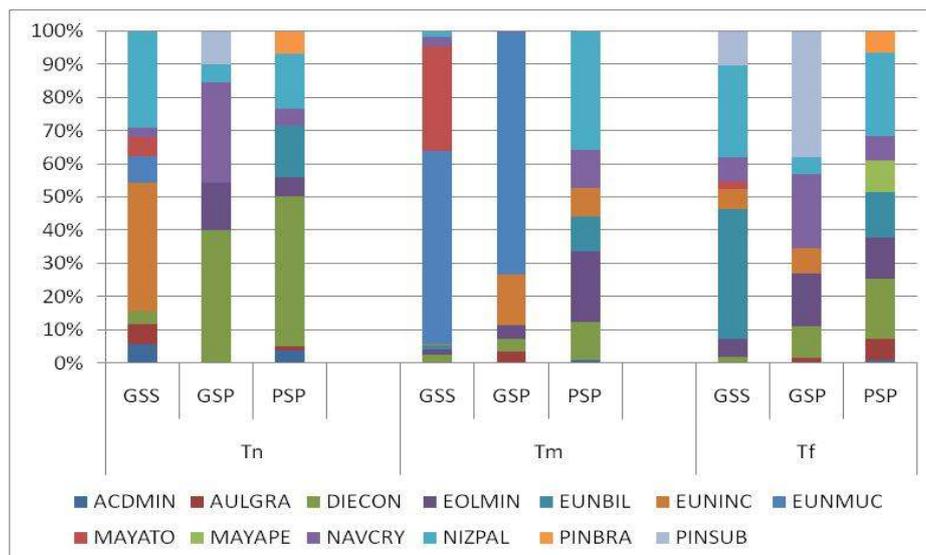


Figure 2 : Abondance relative moyennes des diatomées abondantes et fréquentes des stations situées sur le Birrimien, le granitoïdes et le Tertiaire (GSS = grande saison sèche ; GSP = grande saison des pluies ; PSP = petite saison des pluies ; Bn = Birrimien non anthropisé ; Bm = Birrimien moyennement anthropisé ; Bf = Birrimien fortement anthropisé ; Gn = Granitoïdes non anthropisé ; Gm = Granitoïdes moyennement anthropisé ; Gf = Granitoïdes fortement anthropisé ; Tn = Tertiaire non anthropisé ; Tm = tertiaire moyennement anthropisé ; Tf = tertiaire fortement anthropisé) ; ACDEXI : *Achnanthydium exiguum* ; ACDMIN : *Achnanthydium munitissimum* ; AULGRA : *Aulacoseira granulata* ; DIECON : *Diadesmis confervacea* ; EOLMIN : *Eolimna minima* ; EUNBIL : *Eunotia bilunaris* ; EUNINC : *Eunotia incisa* ; EUNMUC : *Eunotia mucophila* ; GOMANU : *Gomphonema angustum* ; GOMCLE : *Gomphonema clevei* ; GOMPAR : *Gomphonema parvulum* ; GOMTAK : *Gomphosphenia tackei* ; MAYAPE : *Mayamaea atomus var. permissus* ; MAYATO : *Mayamaea atomus* ; NAVCRY : *Navicula cryptocephala* ; NIZPAL : *Nitzschia inconspicua* ; NIZINC : *Nitzschia palea* ; PINBRA : *Pinnularia braunii* ; PINSUB : *Pinnularia subcapitata*.

Les résultats du test de Mann-Whitney des abondances relatives des diatomées montre que les différences observées entre les stations situées sur le Birrimien et les Granitoïdes ne sont pas significatives ($p > 0,05$). Par contre, les stations situées sur le Birrimien et les Granitoïdes sont significativement différentes de celles situées sur le Tertiaire (tableau 4). Cette différence est liée à l'abondance relative des espèces telles que : *Achnanthydium exiguum* (Grunow) Czarn., *Diadesmis confervacea* Kütz., *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bert., *Gomphonema parvulum* Kütz., *Gomphosphenia tackei* (Hust.) Lange-Bert. et *Nitzschia inconspicua* Grunow. La comparaison des différents milieux en fonction de leur degré d'anthropisation (tableau 5) révèle que, les variations sont peu marquées. Cependant, au niveau du Birrimien, l'abondance de l'espèce *Achnanthydium minutissimum* (Kütz.) Czarn. obtenue dans les sites moyennement anthropisés sont supérieures à celle des sites non anthropisés. Pour les Granitoïdes, les fluctuations des abondances relatives des espèces comme *Achnanthydium minutissimum* (Kütz.) Czarn., *Gomphosphenia tackei* (Hust.) Lange-Bert. et *Nitzschia inconspicua* Grunow observées dans les sites non anthropisés sont nettement différentes de celles des sites fortement anthropisés.

Relativement aux variations saisonnières de l'abondance des diatomées, on note en générale une fluctuation peu importante indépendamment de la géologie du milieu et du niveau d'anthropisation des sites étudiés (Tableau 6). Contrairement à la majorité des principales espèces, le nombre de *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bert. varie significativement d'une saison à l'autre au niveau de la quasi-totalité des sites géologiques. En plus de cette espèce, au niveau des sites fortement anthropisés du Birrimien, les abondances relatives de quatre espèces varient fortement de la grande saison sèche à la petite saison des pluies. Il s'agit notamment de *Diadesmis contenta* (Grunow ex Van Heurck) D.G.Mann, *Gomphonema angustum* C.Agardh, *Gomphonema parvulum* Kütz. et *Navicula cryptocephala* Kütz.. Entre ces deux saisons, le nombre des espèces telles que *Cocconeis scutellum* Ehrenb., *Diadesmis contenta* (Grunow ex Van Heurck) D.G.Mann et *Eunotia incisa* W.Greg. change considérablement au niveau des sites fortement perturbés des Granitoïdes.

Tableau 4 : Résultats du test Mann-Whitney comparant les variations inter-substrats géologiques des abondances relatives des principales espèces de diatomées

Comparaison	Acee	Acmi	Augr	Cosc	Cyoc	Dicf	Dico	Eomi	Eubi	Euin	Eumu	Goan	Gocl	Gopa	Gota	Maap	Maat	Nacr	Niin	Nipa	Pibr	Pisu	
Birrimien / Granitoïdes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Birrimien / Tertiaire	++	-	-	-	-	++	-	++	-	-	-	++	-	++	++	-	-	-	-	++	-	-	-
Granitoïdes / Tertiaire	++	++	-	-	-	++	-	++	-	-	-	-	++	++	++	-	-	-	-	++	-	-	-

- : $p > 0,05$; ++ : $p < 0,05$; Acee : *Achnantheridium exiguum*; Acmi : *Achnantheridium munitissimum*; Augr : *Aulacoseira granulata*; Cosc : *Cocconeis scutellum*; Cyoc : *Cyclotella ocellata*; Dicf : *Diademsis confervacea*; Dico : *Diademsis contenta*; Eomi : *Eolimna minima*; Eubi : *Eunotia bilunaris*; Euin : *Eunotia incisa*; Eumu : *Eunotia mucophila*; Goan : *Gomphonema angustum*; Gocl : *Gomphonema clevei*; Gopa : *Gomphoneam parvulum*; Gota : *Gomphosphenia tackei*; Maap : *Mayamaea atomus var. permitis*; Maat : *Mayamaea atomus*; Nacr : *Navicula cryptocephala*; Niin : *Nitzschia inconspicua*; Nipa : *Nitzschia palea*; Pibr : *Pinnularia braunii*; Pisu : *Pinnularia subcapitata*.

Tableau 5 : Résultats du test Mann-Whitney comparant les variations des abondances relatives des principales espèces de diatomées en fonction du degré d'anthropisation des sites.

Géologie	Comparaison	Acee	Acmi	Augr	Cosc	Cyoc	Dicf	Dico	Eomi	Eubi	Euin	Eumu	Goan	Gocl	Gopa	Gota	Maap	Maat	Nacr	Niin	Nipa	Pibr	Pisu
Birrimien	Non / moyennement	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Non / fortement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyennement / fortement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Granitoïdes	Non / moyennement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Non / fortement	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	++	-	-
	moyennement / fortement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tertiaire	Non / moyennement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Non / fortement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyennement / fortement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- : $p > 0,05$; ++ : $p < 0,05$; Acee : *Achnantheridium exiguum*; Acmi : *Achnantheridium munitissimum*; Augr : *Aulacoseira granulata*; Cosc : *Cocconeis scutellum*; Cyoc : *Cyclotella ocellata*; Dicf : *Diademsis confervacea*; Dico : *Diademsis contenta*; Eomi : *Eolimna minima*; Eubi : *Eunotia bilunaris*; Euin : *Eunotia incisa*; Eumu : *Eunotia mucophila*; Goan : *Gomphonema angustum*; Gocl : *Gomphonema clevei*; Gopa : *Gomphoneam parvulum*; Gota : *Gomphosphenia tackei*; Maap : *Mayamaea atomus var. permitis*; Maat : *Mayamaea atomus*; Nacr : *Navicula cryptocephala*; Niin : *Nitzschia inconspicua*; Nipa : *Nitzschia palea*; Pibr : *Pinnularia braunii*; Pisu : *Pinnularia subcapitata*.

Tableau VII : Résultats du test Mann-Whitney comparant les variations saisonnières des abondances relatives des principales espèces de diatomées dans les différents sites.

Géologie	Sites	Comparaison	Acee	Acmi	Augr	Cosc	Cyoc	Dicf	Dico	Eomi	Eubi	Euin	Eumu	Goan	Gocl	Gopa	Gota	Maap	Maat	Nacr	Niin	Nipa	Pibr	Pisu	
Birrimien	fortement anthropisés	GSS/GSP	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	++	-	-	-	++	-	-	-	-	
		GSS/PSP	-	-	-	-	-	-	-	++	++	-	-	-	++	-	++	-	-	-	++	-	-	-	-
		GSP/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-
	moyennement anthropisés	GSS/GSP	-	++	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-
		GSS/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-
		GSP/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
non anthropisés	GSS/GSP	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	
	GSS/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	GSP/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Granitoïdes	fortement anthropisés	GSS/GSP	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	
		GSS/PSP	-	-	-	++	-	-	-	++	++	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		GSP/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyennement anthropisés	GSS/GSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		GSS/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		GSP/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
non anthropisés	GSS/GSP	-	-	-	-	-	-	-	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	GSS/PSP	-	-	-	-	-	-	-	++	++	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	GSP/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tertiaire	fortement anthropisés	GSS/GSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	
		GSS/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		GSP/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyennement anthropisés	GSS/GSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		GSS/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		GSP/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
non anthropisés	GSS/GSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	GSS/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	GSP/PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

- : $p > 0,05$; ++ : $p < 0,05$; PSP=petite saison des pluies, GSP= grande saison des pluies, GSS= grande saison sèche; Acee : *Achnantheridium exiguum*; Acmi : *Achnantheridium munitissimum*; Augr : *Aulacoseira granulata*; Cosc : *Cocconeis scutellum*; Cyoc : *Cyclotella ocellata*; Dicf : *Diademsis confervacea*; Dico : *Diademsis contenta*; Eomi : *Eolimna minima*; Eubi : *Eunotia bilunaris*; Euin : *Eunotia incisa*; Eumu : *Eunotia mucophila*; Goan : *Gomphonema angustum*; Gocl : *Gomphonema clevei*; Gopa : *Gomphoneam parvulum*; Gota : *Gomphosphenia tackei*; Maap : *Mayamaea atomus var. permitis*; Maat : *Mayamaea atomus*; Nacr : *Navicula cryptocephala*; Niin : *Nitzschia inconspicua*; Nipa : *Nitzschia palea*; Pibr : *Pinnularia braunii*; Pisu : *Pinnularia subcapitata*.

Les variations de l'indice de diversité (H') et de l'équitabilité (E) des stations des différents cours d'eau sont représentées par la figure 3. En ce qui concerne les sites du Birrimien (figure 3 A), les valeurs de l'indice de diversité et l'équitabilité évoluent dans le même sens. Les valeurs maximales de 2,61 bits/cellules (indices de diversité) et 0,81 (équitabilité) sont notées pendant la petite saison de pluies dans les sites moyennement anthropisés. Les valeurs minimales sont rencontrées dans ces mêmes sites pendant la grande saison sèche ($H : 1,95$ bits/cellules ; $E : 0,58$).

Concernant les eaux du granitoïdes (Figure 3 B), les sites moyennement perturbés, présentent les plus faibles valeurs de l'indice de diversité (2,07 bits/cellule) et de l'équitabilité (0,66) pendant la grande saison des pluies. Par contre, les plus fortes valeurs ont été enregistrées pendant la petite saison des pluies pour l'indice de diversité (2,97 bits/cellule) et pendant la grande saison sèche pour l'équitabilité (0,84).

Au niveau des eaux du tertiaire (Figure 3 C), les valeurs de la diversité spécifique (H') et de l'équitabilité sont faibles pendant la grande saison sèche respectivement dans les sites non anthropisés (1,47 bits/cellule) et moyennement anthropisés (0,52). Les fortes valeurs de ses indices sont rencontrés dans les sites moyennement anthropisés pendant la petite saison de pluies pour l'indice de diversité (2,87 bits/cellule) et dans les sites non anthropisés pendant la grande saison de pluies pour l'équitabilité (0,9).

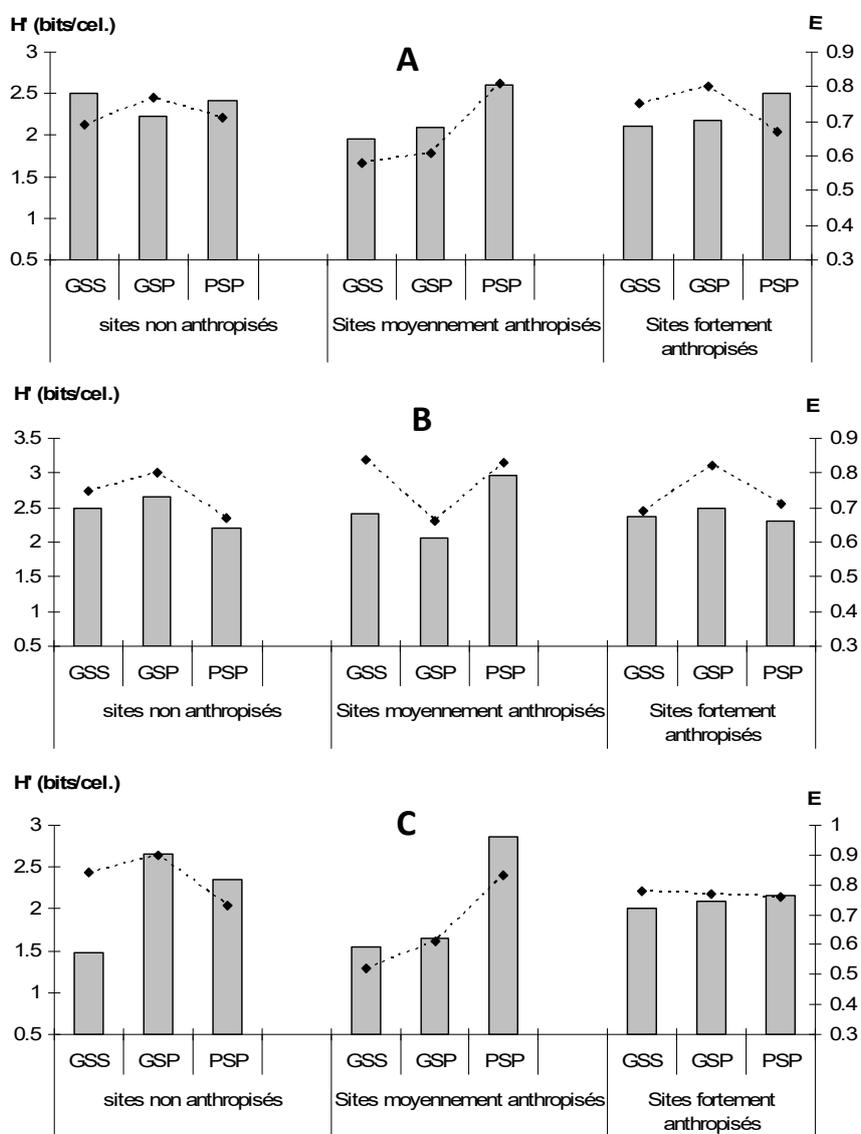


Figure 3 : Variations spatio-temporelles de l'indice de diversité (H') et de l'équitabilité (E) au niveau des stations situées sur le Birrimien : A ; Granitoïdes : B et Tertiaire : C ; pendant la grande saison sèche =GSS; grande saison des pluies = GSP ; petite saison des pluies = PSP.

L'indice *Navicula*, *Nitzschia*, *Surirella* (NNS') sont faible dans l'ensemble (tableau 7). Les valeurs sont de 30 pour le birrimien, 26,8 pour le granitoïde et 24,4 pour le tertiaire. Au niveau spatial, cet indice varie de 16,3 (sites fortement anthropisés) à 23,5 (sites non anthropisés) pour les eaux du tertiaire, de 20 (sites fortement anthropisés) à 25,6 (sites moyennement anthropisés) pour les eaux du birrimien et de 21,7 (sites non anthropisés) à 22,4 (sites fortement anthropisés) pour les eaux du granitoïde. Concernant les saisons, la grande saison de pluies enregistre les plus faibles valeurs quel que soit le substrat considéré. Quand aux fortes valeurs de NNS', elles sont rencontrées pendant la grande saison sèche pour les eaux du birrimien (36,6) et pendant la petite saison de pluies pour les eaux du granitoïde (30,6) et du tertiaire (26,6).

Tableau 7 : Variation spatio-saisonnière de l'indice NNS' en fonction des substrats géologiques.

Valeurs NNS'	Birrimien	Granitoïde	Tertiaire
Substrats	30	26,8	24,4
SN	20,5	21,7	23,5
SM	25,6	22,2	20,6
SF	20	22,4	16,3
GSP	29,2	21,8	17,5
GSS	36,6	29,8	24,6
PSP	31,6	30,6	26,6

SN : sites non anthropisés ; SM : sites moyennement anthropisés ; SF : sites fortement anthropisés ; GSP : grande saison de pluies ; GSS : grande saison sèche ; PSP : petite saison de pluies.

4 DISCUSSION

Cette étude constitue la première base de données sur les diatomées du Sud, d'Est à l'Ouest de la Côte d'Ivoire. Dans cette étude, 28 rivières ont été échantillonnées réparties sur trois substrats géologiques : tertiaire, birrimien et granitoïde. En fonction de l'occupation des bassins versants de ces rivières, une subdivision des stations en stations non ou faiblement anthropisées, stations moyennement anthropisées et stations fortement anthropisées a été effectuée. Cette subdivision a permis de faire les analyses. L'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux des différentes rivières révèle que les variations inter-substrats sont faibles par rapport aux variations saisonnières intra-substrat. La zone d'étude étant située dans la partie forestière du pays, elle subit une grande influence des précipitations qui sont importante en saison des pluies surtout la grande saison qui suit immédiatement la grande saison sèche où les précipitations sont rares. Cette variation des précipitations serait à l'origine des variations saisonnières significatives observées au niveau des paramètres physico-chimiques.

Concernant la communauté de diatomées, 320 taxons ont été inventoriés. Ce nombre est comparable à ceux de [21] au Sud de la Belgique avec 310 taxons, de [12] dans les eaux de la Sierra Léone avec 240 taxons. Les genres les plus diversifiés dans cette étude *Nitzschia*, *Navicula* et *Eunotia* sont ceux couramment rencontrés dans la plupart des travaux sur les diatomées ([12]; [22]; [21]; [8]). Au niveau des abondances relatives des diatomées, le test de Mann-Whitney indique une différence entre les eaux du tertiaire et les eaux des deux autres substrats (birrimien et granitoïde). Cette différence serait liée à la nature du substrat qui influence le pH et la conductivité. En effet, les eaux du tertiaire sont plus acides avec une conductivité plus faible que les eaux des autres substrats. Ceci se justifie par la prépondérance des taxons acidophiles tels que *Eunotia incisa* (40%) dans les sites faiblement anthropisés, *E. mucophila* (55 à 73%) et *E. bilunaris* (37%) respectivement dans les sites moyennement et fortement anthropisés. Le genre *Eunotia* est typique selon [23] des eaux acides. De plus, les trois espèces abondantes sont connues pour leur préférence pour les eaux acides avec une faible conductivité [24]; [25]; [26], tout comme *Pinnularia subcapitata* (30%) abondant dans les sites faiblement anthropisés. Concernant les eaux du birrimien et du granitoïde, elles sont plus basiques avec des conductivités plus élevées et des taux de nutriments (nitrates, phosphates) importants. Ces conditions sont favorables au développement des diatomées alcaliphiles et tolérant la minéralisation telle que *G. angustum* (22 à 42%) et *Eolimna minima* (35%) [27]; [25] qui sont abondant dans les eaux du birrimien. *Eolimna minima* domine également dans les eaux du granitoïde, avec des proportions allant de 27% à 38% suivi de *N. inconpicua* (25 à 36%) dont l'écologie est encore mal connue [25]. La subdivision de la zone d'étude en fonction de la proportion de forêt en sites faiblement, moyennement ou fortement anthropisés n'est pas objective vue l'abondance d'espèces indicatrices de pollution dans les différents sites, comme *Eolimna minima* (12 à 38%), *Nitzschia palea* (16 à 28%) et *Gomphonema parvulum* (14 à 25%). Selon [28], la présence de *Eolimna minima* et *Gomphonema parvulum* avec abondance au-delà de 5% indique que ces sites sont probablement pollués. Du point de vue de leur écologie largement étudiée ([29]; [30]; [31]; [32]; [25]), ces espèces sont cosmopolites, tolérantes à la pollution organique, à l'eutrophisation et aux teneurs élevées de nutriments. Les eaux du milieu d'étude pourraient donc être considérées comme perturbées. Cependant, les proportions importantes des espèces d'*Eunotia* dans le tertiaire, de *N.*

inconspicua (15 à 36%) et de *Gomphonema clevei* (40%) considérées comme sensible à la pollution ([25]; [26]; [27]) ne permettent pas de trancher.

Les valeurs élevées de l'indice NNS dans les eaux du birrimien pendant la grande saison sèche (36,6) et du granitoïde pendant la petite saison de pluies (30,6) seraient liées au faible débit au cours de ces périodes. En effet, cet indice est en rapport avec le courant et donne des informations sur l'influence du courant sur les diatomées motiles [22]. Les faibles valeurs au niveau du tertiaire, indiqueraient que ce substrat est plus instable pour le développement des diatomées motiles comparativement au birrimien et au granitoïde. L'indice NNS appliqué pour la première fois en Côte d'Ivoire apparaît comme une grande utilité et peut aider à expliquer les variations spatiale et temporelle de la structure des communautés de diatomées des cours d'eau caractérisées par de grande fluctuation saisonnière.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Mr Guéadé G. Abel, qui nous a aidé dans l'analyse physico-chimique des échantillons et dans l'identification des diatomées. Que les membres du Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique soient remerciés pour la mise à notre disposition de matériel de terrain et d'analyse pour la réalisation des travaux.

REFERENCES

- [1] E. Tornès, J. Cambra, M. Leira et S. Sabater. "Indicator taxa of benthic diatom communities: a case study in Mediterranean streams". *Annales De limnologie*, vol. 43, pp. 1 – 11, 2007.
- [2] R. J. Stevenson and Y. Pan. *Assessing environmental conditions in rivers and streams using diatom*. In: E. F. Stoemer and J. P. Smol (Eds), *The diatom: Application for the Environmental and Earth Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 11 – 40, 1999
- [3] L. Leclercq & B. Maquet, *Deux nouveaux indices chimiques et diatomique de la qualité d'eau courante. Application au Samson et à ses affluents (Bassin de la Meuse belge). Comparaison avec d'autres indices chimiques, biocéniques et diatomiques*. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Document de travail, vol. 28, 113 p., 1987.
- [4] M. G. Kelly. "Use of the Diatom Index in monitor eutrophication in rivers". *Water Research*, vol. 36 pp. 236 – 242, 1997.
- [5] J. Prygiel and M. Coste, *Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Diatomées NF T 90-354*. Agences de l'Eau : 134 p. + 89 pl. + cd rom TAX'IBD français/anglais, 2000.
- [6] J. Soininen, "Assessing the current related heterogeneity and diversity patterns of benthic diatom communities in a turbid and a clear water river". *Aquatic Ecology*, 38: 495 – 501, 2004.
- [7] J. E. Niamien-Ebrottié, A. Ouattara, M. Ouattara et G. Gourène, "Composition and Structure of Diatoms Assemblages of a Tropical Coast River (Eholie, Ivory Coast)". *European Journal of Scientific Research* vol. 20, no. 1, pp. 44-55, 2008.
- [8] J.E. Niamien-Ebrottié, N.M. Seu-Anoi, A. Beauger, A. Ouattara, "A First Systematic Survey of Southeastern Ivory Coast Diatoms (Bacillariophyta)". *Int. Arch. App. Sci. Technol*; vol. 6, no. 4, pp.08-18, DOI.10.15515/iaast.0976-4828.6.4.818, 2015.
- [9] K.R. N'Guessan, C.E. Wetzel, L. Ector, M. Coste, C. Cocquyt, B. Van de Vijver, S.S. Yao, A. Ouattara, E.P. Kouamelan and J. Tison-Rosebery, *Planorhynchium comperei* sp. nov. (Bacillariophyta), a new diatom species from Ivory Coast. *Plant Ecology and Evolution*, vol. 147, no. 3, pp. 455-462, 2014.
- [10] AFNOR, *Qualité de l'eau*. Environnement. Association Française de Normalisation. 1^{ère} édition AFNOR, Paris, 861p, 1994.
- [11] A. Rumeau and M. Coste, "Initiation à la systématique des diatomées d'eau douce. Pour l'utilisation pratique d'un indice diatomique générique". *Bulletin Française de Pêche et de Pisciculture*, vol. 309, pp.1 – 69, 1988.
- [12] J. R. Carter and P. Denny, "Freshwater algae of Sierra Leone IV. Bacillariophyceae : Part (ii) diatoms from the coastal region of southern province". *Nova Hedwigia*, vol. 44, no. 1/2, pp. 229 – 275, 1987.
- [13] C. Cocquyt, *Diatoms from the Northern Basin of Lake Tanganyika*. J. Camer (Ed) Berlin, 274p, 56 plates, 1998.
- [14] P. Compère, *Clé provisoire pour la détermination des genres de diatomées d'eau douce* [Version 5 - V- 2000], 2000 [online]. Available : http://clcli.club.fr/ADLaF_cle_des_genres.htm., march 2007.
- [15] A. Ouattara, N. Podoor, G.G. Teugels and G. Gourène, "Les microalgues de deux cours d'eau (Bia et Agnébi) Côte d'Ivoire". *Systematics and Geography of Plants*, vol. 70, pp. 315-372, 2000.
- [16] D. M. John, B. A. Whitton and A. J. Brook, *The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae*. Cambridge, 702p, 2004.
- [17] M.D. Guiry et G. M. Guiry, *Algaebase*. World-wide electronic publication ; National University of Ireland, Galway, [Online] 2007. Available: <http://www.algaebase.org>.

- [18] R. Jahn and W.-H. Kusber (eds), *Algaterra Information system* (online). Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, FU-Berlin, 2007. Available: <http://www.algaterra.org>, june 2007.
- [19] M. Battegazzorre, L. Bianco, F. Bona, E. Falasco, S. Fenoglio, E. Gastaldi, A. Morisi, L. Shestani and G. Badino, "Diatomee e qualità dei corsi d'acqua in tre aree alpine e pre-alpine ad altimetria e substrato geologic differenti". *Studi Trentini di Scienze Naturali, Acto Biologica*, vol. 83, pp. 111 – 116, 2007.
- [20] Core team, "R : A Programming Environment for Data Analysis and Graphics" Version 3.1.3 (2015-03-09), 2015.
- [21] L. Denys and P. Oosterlynck, "Diatom assemblages of non-living substrates in petrifying Cratoneurion springs from Lower Belgium". *Fottea Olomouc*, vol. 15, no. 2, pp. 123 – 138, 2015.
- [22] G.G. Lai, B.M. Padedda, T. Viridis, N. Sechi and A. Lugliè, "Benthic diatoms as indicators of biological quality and physical disturbance in Mediterranean water courses: a case study of Rio Mannu di Porto Torres Basin, Northwestern Sardinia, Italy". *Diatom Research*, vol. 29, no. 1, pp. 11 – 26, doi : <http://dx.doi.org/10.1080/0269249X.2013.851119>, 2014.
- [23] D. Metzeltin et H. Lange-Bertalot, *Tropical Diatoms of South America I. About 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora*. In: H. Lange Bertalot (Ed.), *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Monographs*, vol. 5, 695 pp, Koeltz Scientific books, Königstein, 1998.
- [24] G. Urrea and S. Sabater, "Epilithic diatom assemblages and their relationship to environmental characteristics in an agricultural watershed (Guadiana River, SW Spain)". *Ecological indicator*, vol. 9, pp. 693-703, 2009.
- [25] M.Y. Bey and L. Ector, *Atlas des diatomées des cours du de la région Rhône-Alpes*, Tomes 1, 2, 3, 4, 5, 6. Centre de Recherche Public, Gabriel Lippmann. www.rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr. 2013.
- [26] O. Jacques, F. Bouchard, A. L. MacDonald, R. I. Hall, B.B. Wolfe and R. Pienitz, "Distribution and diversity of diatom assemblages in surficial sediments of Shallow Lakes in Wapusk National Park (Manitaba, Canada) region of the Hudson Bay Lowlands". *Ecology and Evolution*, DOI: 10.1002/ece3.2179, 2016.
- [27] M.G. Kelly, H. Bennion, E.J. Cox, B. Goldsmith, J. Jamieson, S. Juggins, D.G. Mann and R.J. Telford, *Common freshwater diatoms of Britain and Irland, A multi-access key*. Environment Agency, Bristol, 2005.
- [28] F. Rimet, L. Tudesque, V. Peeters, H. Vidal et L. Ector, "Assemblages- types de diatomées benthiques des rivières non-polluées du bassin Rhône-Méditerranée-Corse (France)". *Actes du 21^{ème} colloque de l'ADLaF*, Nantes, 10 – 13 septembre 2002, 2002.
- [29] K. Krammer and H. Lange-Bertalot, *Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer, org. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 610 p, (vol. 2/2), 1988.
- [30] L.S. Fore and C. Grafe, "Using diatoms to assess the biological condition of large rivers in
- [31] M. Schuch, E.F. Abreu Júnior and E.A. Lobo, "Water quality of urban streams, Santa Cruz do Sul, RS, Brazil, based on physical, chemical and biological analyses". *Bioikos*, vol. 26, no. 1, pp. 3-12, 2012.
- [32] F. Rimet and A. Bouchez, "Life-forms, cell-sizes and ecological guilds of diatoms in European rivers". *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystem*, vol. 406, 01. DOI: 10.1051/kmae/2012018, 2012.