

## EVALUATION DE LA QUALITE BIOLOGIQUE DES EAUX DE L'OUED BOUFEKRANE (MEKNES, MAROC)

### EVALUATION OF THE BIOLOGICAL QUALITY OF THE BOUFEKRANE RIVER (MEKNES, MOROCCO)

**KARROUCH** Lahcen., **CHAHLAOUI** Abdelkader Laboratoire de Biochimie et Environnement  
Dép. Biologie B.P 11201 Zitoune Meknès. Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences  
Meknès, Maroc. karrouchlahcen@yahoo.fr

**Résumé :** Le présent travail est une caractérisation physico-chimiques et biologique de la qualité des eaux de l'Oued Boufekrane. L'intérêt de ces eaux réside essentiellement dans les usages domestique et agricole qu'elles assurent ; aussi convient-il de suivre leur état de pollution. Les communautés des macro invertébrés sont très sensibles à la variabilité environnementale. Par conséquent, les changements qui se produisent relativement à leur abondance et à la diversité des espèces. Dans la vallée de l'Oued Boufekrane, les activités industrielles et agricoles s'intensifient d'une année à l'autre et par conséquent, Les polluants affectent la qualité du milieu aquatique et sa composition faunistique. Nous avons déterminé la structure faunistique actuelle de cette cour d'eau en se basant sur les relèves à l'aide des différentes méthodes d'échantillonnages, qualitatif et quantitatif, les résultats obtenus en amont montrent que les paramètres (physico-chimique et indices biotique) étudiés sont en générale moyennes mais en aval les valeurs enregistrés reflètent une qualité très mauvaise et très dégradée par comparaison à la grille de la qualité des eaux superficielles.

**Mots-clés :** Eau, Qualité, Physico-chimique et Macro invertébrés.

**Abstract :** The area of Meknes undergoes an important anthropic pressure which acts mainly on the city rivers (Boufekrane). River water is used, without preliminary treatment, for the truck farms irrigation. This work is a contribution to the study of the physical, chemical and biological, quality of the hydrographic area (river Boufekrane). The study was carried out on samples chosen from six stations. The obtained results (physical, chemical and biotic indices) show increasing quality deterioration from upstream towards downstream. Intensive use chemicals in the catchment's area considerably influences the river aquatic life. The values recorded reflect a quality very bad and degraded by comparison with the grid of the quality of surface waters.

**Key words:** River, Water, Quality, Physical-Chemical and Macroinvertebrates

#### INTRODUCTION

L'influence anthropique sur l'Oued Boufekrane, cours d'eau du bassin hydrographique Saïs, se manifeste par différentes activités liées aux agglomérations installées le long de Oued Boufekrane (Ville Meknès, village Boufekrane, Commune rurale Majate...). Les activités agricoles sont pratiquées sur l'ensemble de bassin versant ou directement dans les petites parcelles au bordure de l'oued. L'utilisation intense des

engrais, les insecticides et les herbicides qu'ont un impact sur la qualité d'es eaux superficielles. Les activités industrielles sont également importantes et leurs déchets sont rejets directement dans Oued Boufekrane surtout dans le tronçon Sidi Bouzakrie. Toutes ces activités affectent la qualité de l'eau et provoquent des modifications plus ou moins marquées sur les communautés vivantes, particulièrement les macro invertébrés (Bazzanti, 1991; Tachet, 2000). La faune aquatique peut témoigner de la qualité des eaux et peut servir ainsi comme indicateurs biologiques de la pollution (Tufféry et al, 1967; Cellot et al, 1987 & Alba-Tercedor et al, 1992). Les organismes aquatiques réagissent à toutes les altérations physico-chimiques et la biocénoses garde à longtemps la trace d'une pollution même passagère, de ce fait leur utilisation en tant qu'indicateur de perturbation a fait l'objet de plusieurs études dont nous citons entre autres, celle de Descy et Pauwels, (1978); Coste, (1978); Empain, (1977); Verneaux et Tuffery, (1967), Gross (1976) et Anger, (1977).

### **MILIEU D'ETUDE**

L'Oued Boufekrane est un effluent de la rive gauche de grand fleuve Oued Sebou, son bassin versant se trouve à 30 km sud de la ville de Meknés. Sa superficie est 3000 km<sup>2</sup>. La longueur de l'Oued est environ de 60 km. L'Oued Boufakrane prend sa source à Aïn Maârouf (causes moyenne atlasique, contacte entre moyenne atlas et bassin Saïfs). La lithologie du bassin versant est constituée de Tirs (sol riche en matière organique), le calcaire (roche mère), dolomitique et les argiles bariolées du trais ou les schistes du primaires. Dans la zone d'étude, on distingue deux réservoirs aquifères importants : La nappe profonde du Lias ; La nappe phréatique qui circule dans les formations lacustres du Plio-Villafranchienne. La moyenne annuelle de la température est 18c° avec des valeurs extrêmes de 7c° et 37c° enregistrés pendant les mois de Janvier et Juillet. La moyenne annuelle de la pluviométrie est de 550 mm, avec un maximum en janvier. Le débit le plus important se manifeste du mois décembre jusqu'à mois juin, une période d'étiage s'observe en Août et Septembre.

### **STATIONS D'ETUDE**

La localisation des stations est une étape du plan d'échantillonnage qui est déterminante pour la réussite et la validité du suivi. Le choix portera sur des points non pollués (sources) constitue des points d'eaux propres (site référence), des sites recevant des apports exogènes (industrielles, domestiques, agricoles,...) d'eau émanant de divers milieux et sur les effluents drainant des eaux (industrielles, agricoles, domestiques..).

Généralement six stations sont choisies le long du cours d'eau. Le choix des stations se fait selon un degré croissant des perturbations de l'amont vers l'aval. La station BF1 est située en dehors de la majorité des activités anthropiques. Elle est utilisée comme une station de référence. Les stations BF2 et BF3 sont choisies dans une zone de grandes influences agricole et domestique du village Boufekrane. Les stations BF4, BF5 et BF6 sont trouve en aval et en amont de l'agglomération de la ville de Meknés dont l'accumulation de la pollution domestique, industrielle et agricole est remarquable. Les tableaux I et II présentent les caractéristiques des stations étudiées.

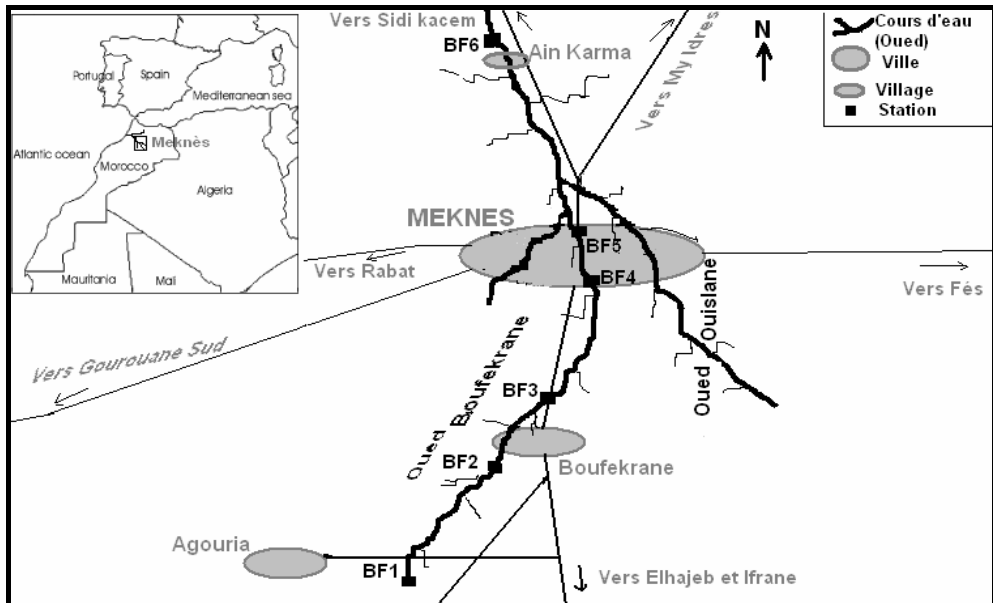


Fig.1 : Carte géographique et localisations des stations d'études.

**Tableau 2** : Caractéristiques morphodynamiques moyennes des stations étudiées

Paramètres Stations	Altitude (m)	Largeurs (m)	Profondeur (m)	Vitesse (m/s)
BF1	700	3	1	0.75
BF2	600	3	0.7	1
BF3	580	2	1	1.2
BF4	530	1.5	1	0.8
BF5	500	2	0.5	1.2
BF6	480	3	1	2

**Tableau 1** : Description des stations étudiées et leurs caractéristiques biotiques et abiotiques.

Paramètres Stations	Substrats de fond (Habitat abiotique)	Végétations Aquatique (Habitat Biotique)	Observations et Raison d'être
BF1	- Hygropétrique(roche affleurante, Blocs) ; - Megalithal (Dalles,...)	- Hydrophytes en général, y compris macrophytes et mousses	Site de références peu touchées par les nuisances anthropogéniques
BF2	- Macrolithal (grosses pierres, 20-40 cm) ; - Mésolithal (galets avec gravier et sable).	- Phytal1: hydrophytes ; - Phytal2 : algues filamenteuses ; - Xylal : Bois mort	site en amont de village Boufekrane, pour avoir la qualité de l'eau avant de traverser le village.
BF3	- Mésolithal (galets avec gravier et sable). - Microlithal (gravier grossier, gravier fin et sable)	- Xylal , Algues filamenteuses, Bactéries des eaux usées ; - MOP-C (Mat.Org.part.grossière)	- site en aval de village de Boufekarne ; - avoir l'impact des rejets sur le cours d'eau.
BF4	-Microlithal (gravier grossier, gravier fin et sable) ; Acal (gavier fin à moyen, 0.2 2 cm), Psammal (sable, 0.063-2mm)	- Algues filamenteuses ; -xylal (bois mort) ; - MOP-C (Mat.Org.part.grossière)	- située en amont de l'agglomération de la ville de Meknès ; -estimer le degré de autoépurations de cours d'eau (BF3 et BF4)
BF5	- Acal , Psammal , Pélal et argyllal (limons et vases, argile)	- MOP-C; MOP-F (Mat.Org.part.fine); - Bactéries, Sapropel	- Site El Fakharane - influence par les rejets égout principal de la ville
BF6	- Psammal , Pélal et argyllal (limons et vases, argile)	-MOP-C, MOP-F - Bactéries s eaux usées ; Sapropel (limons organique)	- site en aval de la ville de Meknès et le village Aïn Karma ; avoir la qualité des eaux en aval

## MATERIEL ET METHODES

### Physico-chimiques

Quatre paramètres physico-chimiques ont été enregistrés directement à chaque emplacement de prélèvement par des appareils portatifs : Température de l'eau, la Conductivité, le pH, et l'Oxygène dissous (O<sub>2</sub>). La température et la conductivité ont été mesurées par conductimètre type CONSORT K912, le pH a été mesuré, par un pH-mètre modèle HANNA Hi 8519N et l'Oxygène dissous (O<sub>2</sub>) a été mesuré par Oxymétrie type THERMO ORION 810. Trois répliques des échantillons d'eau de chaque station ont été stockées dans les bouteilles (polyéthylène 500 ml). Les échantillons d'eau de polyéthylène ont été préservés avec 2ml de l'acide chlorhydrique concentré (pH=2.0). Les échantillons d'eau ont été maintenus dans un réfrigérateur à une température moins de 4 C° pour

arrêter tous les activités et métabolisme des organismes dans l'eau. Les restes des paramètres physico-chimiques (Dureté total,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , Cl,  $\text{DBO}_2$ ,  $\text{DCO}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , MES..) sont mesurés au laboratoire. Ces paramètres sont déterminés selon les procédures (Rodier, 1984).

### Macro invertébrés

L'échantillonnage des macro invertébrés répond à un protocole standardisé (AFNOR T-90 350). Il est fait à l'aide d'un filet Surber à vide de maille de 0,3 mm qui permet l'échantillonnage d'une surface de 0,1 m<sup>2</sup>. Pour tenir compte de la variabilité spatiale à l'intérieur de chaque station, huit échantillons sont réalisés séparément dans les deux faciès lotique et lentique et sur différents types de substrats (cailloux, végétation et vase). L'étude a été réalisée de janvier à décembre 2005 (12 mois), avec une fréquence d'échantillonnage mensuelle. Les échantillons sont fixés immédiatement sur le terrain par addition d'une solution du formol à 40%, puis conservés dans l'eau de rivière formolée à 10%. Pour faciliter le tri, nous avons procédé à une sélection par taille des échantillons à l'aide d'une colonne de trois tamis à mailles décroissantes, 2 mm, 1mm et 0,3 mm. Les groupes zoologiques sont séparés dans des piluliers contenant de l'alcool à 70 % afin d'identifier et déterminer la variété taxonomique de l'échantillon et son groupe faunistique indicateur.

### Analyses des Données

La technique de la détermination de l'Indice de Qualité Biologique Globale Normalisé (I.B.G.N) se fait selon les normes standard (Norme AFNOR, 1992). Les indices de qualité sont calculés selon les formules mathématiques suivantes :

- Indice de Shannon-Wiener  $H'$

$$H' = - \sum_{j=1}^s p_j \log p_j$$

Avec  $p_j = n_j / N_T$ ,  $\sum_j p_j = 1$  et  $H'_{\max} = \log(s)$

- Indice d'Equitabilité :

$$E = H' / \log(S)$$

Avec S : nombre total d'espèces présentes dans le peuplement

Les données récoltées sont analysées (moyennes, Ecartype) par un logiciel Excel 2003.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques fournissent des indicateurs sur la qualité de l'eau, mais elles sont sujettes à des variations par les activités anthropiques qui modifient les caractéristiques d'une eau.

**Tableau 3.** Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques dans les stations.

Paramètres/stations	BF1	BF2	BF3	BF4	BF5	BF6
T (C°)	17,2 ± 3,4	17 ± 4	18,2 ± 4,9	18,5 ± 4,96	18,7 ± 4,74	19 ± 5,11
pH	7,2 ± 0,3	7,5 ± 0,5	7,4 ± 0,29	7,4 ± 0,24	6,7 ± 0,16	6,9 ± 0,16
Conductivité (µs/cm)	750 ± 18	728 ± 20	881 ± 166	880 ± 125	1007 ± 27	1332 ± 137
O <sub>2</sub> dissous (mg/l)	7,4 ± 0,52	6,8 ± 1,3	6,3 ± 1,02	6,2 ± 0,98	3,3 ± 0,78	2,6 ± 0,57
Dureté total (°F)	31,7 ± 2,4	35,3 ± 2,6	40,6 ± 3,3	47,15 ± 7,6	50,2 ± 8,7	57,7 ± 7,8
Chlorure (mg/l)	185 ± 27	260 ± 95	322 ± 139	314 ± 129	471 ± 122	541,2 ± 101
Sulfate (mg/l)	2,9 ± 0,9	8,7 ± 4,2	12,9 ± 3,2	15 ± 4,26	16 ± 3,5	18,6 ± 5,1
phosphates (mg/l)	3,4 ± 2,8	6,5 ± 1,7	12,4 ± 4,2	9,5 ± 2,7	15,3 ± 1,8	32,7 ± 8,7
Nitrate (mg/l)	4,4 ± 1,5	4,2 ± 0,75	4,4 ± 1,4	3,8 ± 1,6	3,4 ± 1,2	1,98 ± 0,6
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	1,2 ± 0,4	3,8 ± 1,5	35 ± 9,4	31 ± 7,4	72 ± 15,4	85 ± 12,6
DCO (mg/l)	20 ± 5,2	54 ± 10,5	170 ± 34,5	165 ± 17,5	540 ± 63,8	730,6 ± 94
MES (mg/l)	42 ± 10	76,8 ± 22	340 ± 95,4	450 ± 122	1240 ± 275	1570 ± 240

La comparaison des moyennes au niveau de six stations étudiées (BF1...BF6) a permis de déceler l'existence d'un gradient croissant de l'amont vers l'aval pour les paramètres de la température, pH, conductivité, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, DBO<sub>5</sub>, DCO, et MES, par contre l'oxygène dissous et NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, suivent un gradient décroissant avec une chute dramatique au niveau de station (BF6). Les valeurs élevées des Ecarts-types de la majorité des variables témoignent d'une forte dispersion des distributions de celle-ci. Les grandes valeurs des Ecarts-types seraient dues à des variations temporelles. Certains travaux ont mentionné l'existence des variations spatiales et des fluctuations saisonnières de la plupart des paramètres dans les cours d'eau entre autres (Chahlaoui, 1996 ; NEAL et al, 2000 ; Silva et al, 2001 ; Vega et al, 1998 ; Aboulkacem et al, 2003). L'augmentation de l'amont vers l'aval des paramètres (T°, pH, conductivité, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, DBO<sub>5</sub>, DCO, et MES) est liée à l'effet des effluents des eaux usées, agricoles et industrielles chargés des substances polluantes (Chahlaoui, 1996 ; Silva et al, 2001 ; Abdalaoui, 1990 ; Naji, 1988 ; Vernaux, 1973). Les principaux résultats physico-chimiques montrent de façon claire un état de dégradation de la qualité d'écosystème aquatique étudié. Cet état de dégradation existe en amont de la ville de Meknès et

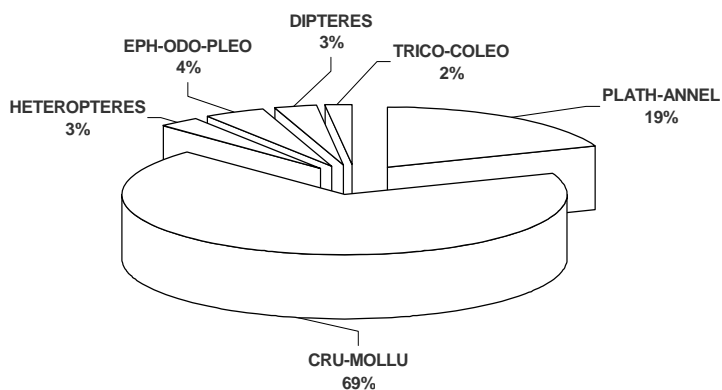
accentué en aval. Ces paramètres ne sont pas suffisantes pour apprécier la qualité d'une l'eau et le source de la pollution, il faut lier ces caractéristiques par des critères biologiques (indices biotiques) pour avoir un jugement plus sur et plus nuancé à la fois.

### **Macro invertébrés :**

La composition des communautés peut apporter des indications importantes de perturbations du milieu. Les communautés des macro invertébrés sont très sensibles à la variabilité environnementale. Par conséquent, les changements qui se produisent relativement à leur abondance et à la diversité des espèces.

#### Abondance quantitative des groupes faunistiques

L'inventaire faunistique de l'Oued Boufekrane regroupe 124 taxons d'invertébrés benthiques répartis entre 74 familles. Les mollusques représentent 59 % de la totalité de la faune benthique récoltée (vu leur cycle de vie pendant les saisons). Les Gastropodes est le groupe le plus riche en taxons, représentant 40 % de la richesse totale (Fig. 1). Ils sont dominés par les familles des Melanidae, Physidae et Valvatidae. Les Annélides qui représentent 17 %, sont dominés par la famille des Tubificidae. La classe des insectes représente 15 % de la totalité de la faune récoltée. Les Diptères sont représentés essentiellement par les Chironomie. Les Crustacés occupent la quatrième place avec 5 % de la macrofaune récoltée principalement dans les stations amont loin de toute perturbations anthropiques (Fig.2). Cette communauté benthique est marquée par la rareté des Plécoptères (2%) du peuplement global récoltés dans ce cours d'eau. L'absence des Plécoptères dans certains cours d'eau d'Afrique du Nord semble être due aux températures estivales élevées en relation avec le cycle hydrologique (Berrahou et al, 2002).



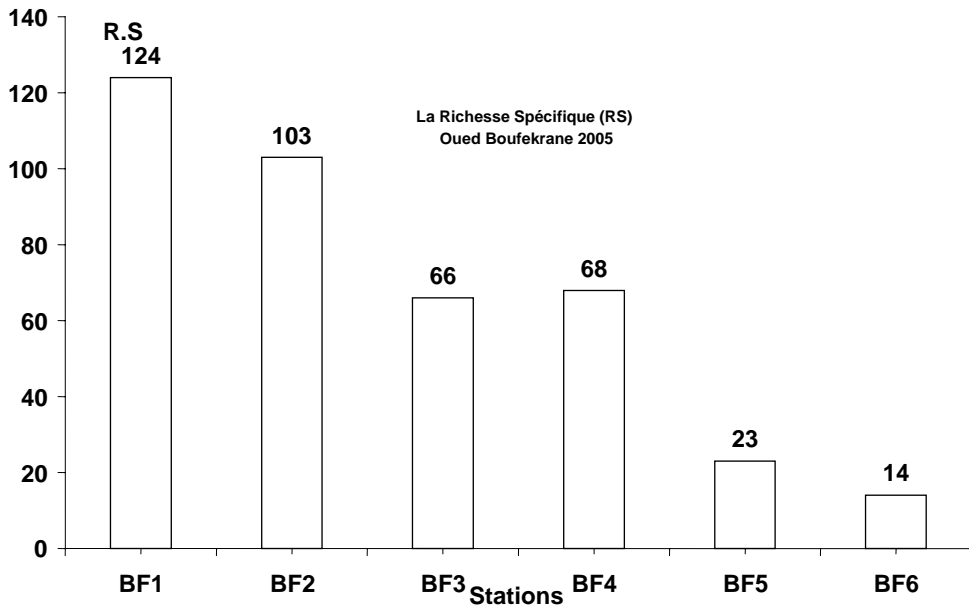
**Fig. 2 :** Spectres Zoologique des stations étudiées

#### Richesse spécifique stationnement :

L'analyse de la richesse spécifique montre que les stations BF1 (site de référence) et BF2 regroupés respectivement 124 et 103 taxons, soit 50 % de l'ensemble de la faune

benthique trouvée dans l'oued Boufekrane (Fig. 3). C'est les stations les plus riches en espèces. Elles sont situées en amont des perturbations anthropiques. Le lit de l'oued au niveau de ces stations est constitué par une diversité du substrat et de la végétation aquatique, conditions favorables au développement d'une faune plus diversifiée.

Les stations BF3 et BF4 sont localisées dans une zone où les activités agricoles et domestiques sont importantes. L'algue filamenteuse du genre *Spirogyra* est bien développée, ce qui traduit une charge élevée en nutriment, La richesse taxonomique de ces deux stations est respectivement de 66 et 68 taxons. Les stations BF5 (El Fakharine) et BF6 (Ain karma), présentent la plus faible richesse taxonomique, avec 23 et 14 taxons respectivement. La pauvreté en espèces est due aux perturbations sous l'effet de plusieurs facteurs.



**Fig. 3 :** Variabilité spatiale de la richesse spécifique des stations étudiées

#### Indice biotique IBGN :

Les macro invertébrés occupent une place très importante pour le calcul de nombreux indices biotiques. Ce sont d'excellents témoins de la qualité de l'hydrosystème qu'ils occupent (Moreau *et al*, 1972; Rico *et al*, 1992; Faessel *et al*, 1993 & Wright, 1995). Parmi les indices biotiques basés sur les macro invertébrés, l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN). Le choix de l'IBGN pour évaluer la qualité des eaux est basée sur la raison que cet indice est le plus utilisé et que la méthode a fait l'objet d'une norme AFNOR NF T 90-350 en 1992. Les résultats (Tab. 4) indiquent que la qualité des eaux de l'oued Boufekrane a varié faiblement entre les deux premières stations. Alors que à partir de la station BF3 la diminution des valeurs de l'IBGN est remarquable. La station BF4 est caractérisée par la présence d'une légère dégradation de la qualité des eaux par apport

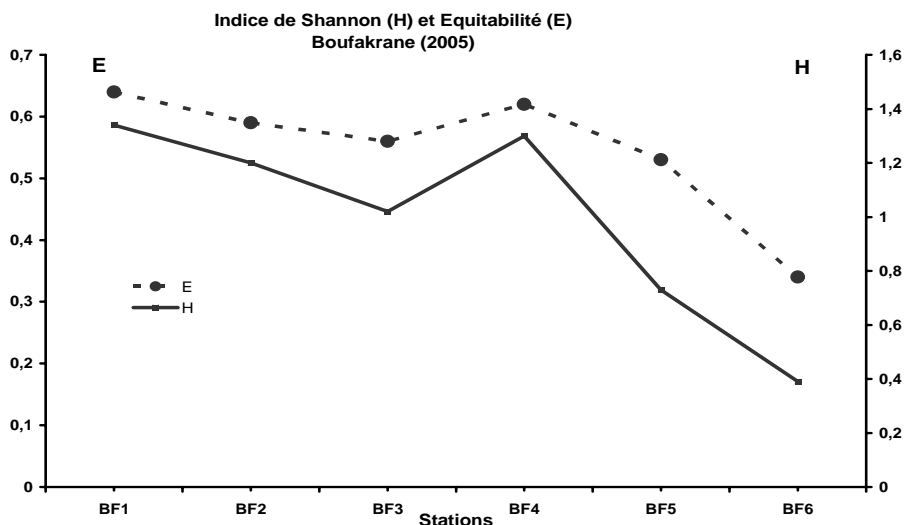
aux stations BF3, BF5 et BF6. Les valeurs de l'IBGN permettent de classer l'eau des stations BF1 et BF2 dans la qualité Excellente à bonne. Alors que dans les stations BF3 et BF4 la qualité des eaux est moyenne. Les eaux des stations BF5 et BF6 appartiennent à la classe de médiocre à mauvaises qualités (très altères). Les résultats de l'indice de la qualité biologique calculé pour l'ensemble des stations du cours d'eau de Boufekrane révèlent que l'IBGN présente, des valeurs importantes dans les stations (BF1) et (BF2) respectivement 19 et 18,5. Ce qui nous a permis de classer ces stations dans la classe de « très bonne qualité biologique ». Les valeurs très élevées de l'IBGN sont expliquées par les grands nombres de groupes indicateurs et de la variété taxonomique importante (Tableau IV). Par ailleurs des valeurs faibles dans les stations (BF5) et (BF6) dont l'IBGN ne dépasse pas 6 ont des eaux appartenant à la classe de « mauvaise qualité ».

**Tableau 4:** les valeurs moyennes de IBGN et la qualité biologique des stations étudiées

Stations	BF1	BF2	BF3	BF4	BF5	BF6
Indices						
Groupes indicateurs (GI)	9	9	3	5	2	1
Variété Taxonomique (VT)	74	63	36	38	14	10
IBGN	19	18,5	10	12,4	6	3,5
Qualité Biologique	Très bonne	Très bonne	Moyenne	Bonne	Médiocr	Mauvaise

#### Indice de Shannon et Equitabilité :

L'indice de diversité spécifique est élevé lorsque la richesse taxonomique est importante et la répartition des individus entre taxons et équilibrée. Un peuplement moins diversifié avec des espèces dominantes se traduit par des faibles valeurs de cet indice (MAQBOUL ET al, 2001). Les variations importantes de la diversité spécifique reflètent les différences de répartition de l'abondance des taxons. Les deux courbes (Fig.4), de la diversité de Shannon H' et de l'Equitabilité (E) présentent la même variation. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées au niveau de la station (BF1) et (BF2). Les deux stations présentent un peuplement bien diversifié où plusieurs taxons sont numériquement représentés (richesse spécifique). Les valeurs les plus faibles sont enregistrées dans les stations (BF5) et (BF6) à cause de la présence d'une communauté déséquilibrée et très spécialisée représentée par un petit nombre de taxons (Oligochètes) qui sont développés. Ces faibles valeurs des indices de diversité, suggèrent la détérioration de la qualité des eaux au niveau de ces stations. En effet, elle entraîne la disparition de certaines espèces polluo-sensibles. L'importance des oligochètes indique que le sédiment riche en matière organique et les agglomérats de bactéries filamenteuses ((Marty et al, (1975); Ali et al, (1978) et Carter (1978)).



**Fig. 4** : variation de l'indice de diversité H (Shannon Wiener) et Equitabilité (E)

L'approche du peuplement benthique, à travers les descripteurs classiques (abondance, diversité, Equitabilité...); permis de montrer que la faune benthique récoltée dans l'ensemble des stations du Boufekrane est représentée par un nombre assez faible de taxons spécialisés en comparaison à celle rapporté par les travaux de Chahlaoui (1996); Fekhaoui (1990) sur le moyen Sebou; Dakki (1986a) sur le haut Sebou; El Agbani (1984) sur l'Oued Bou Reg- reg et Badri (1993) sur l'Oued Tensift du haute Atlas.

## CONCLUSION

L'action anthropique a une influence sur la qualité physico-chimiques, la richesse taxonomique et la structure des macro invertébrés. Notre étude a montré que les stations les moins perturbées par les activités humains présentent une structure faunistique très variée. Toutefois, la dégradation de la qualité des eaux est remarquée dans les stations en aval des agglomérations et après les zones où les activités domestiques, industrielles, et agricoles sont plus importantes. La pollution provoquent un déséquilibre de l'écosystème aquatique et par la suit une disparition des espèces les plus sensibles. L'indices biologiques (IBGN, H', E) appliqué au cours d'eau de l'oued Boufekrane est parfaitement compatible à la qualité de l'eau, évaluée par des paramètres physico-chimiques.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdallaoui A., 1990 - Contribution à l'étude de la pollution des cours d'eau marocaines par les métaux lourds cas de l'oued Boufekrane D.E.S. Fac. Sci. Meknès. 281pp.
- Aboukacem A., Chahlaoui A., Soulaymani A., & Benali D. 2003 - Etude comparative de la qualité physico-chimique des eaux des oueds Bouishake et Ouislane à traversée de la ville de Meknès (Maroc)

- AFNOR, 1992 : Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). Association française de normalisation: 9 p.
- Ali. A ET Mula M.S., 1978 : Spatial distribution and day time drift of chironomides in a southren California , river .mosquito new, 38 (1) :122-126.
- Alba-Tercedor J.Gonzalez G. ET PUIG M.A. 1992 - Present level of knowledge regarding fluvial macroinvertebrate communities in Spain. *Association Espanola deLimnologia, Madrid, Spain.Limnetica*.8: 231-241.
- Anger K., 1977: Benthic invertebrates as indicators of organic pollution in the western baltic sea. *Int .rev. Ges . Hydrobiol.*, 62 (2) :245-254.
- Bazzanti M., 1991- Sandy bottom macroinvertebrates in two moderately polluted stations of the River Treia (central Italy): structural and functional organization. *Annlis Limnol*. 27 (3): 287-298.
- Badri A., 1993: Influence des crues sur les écosystèmes lotiques du haut Atlas: (étude des perturbations et des mécanismes de recolonisation à travers les peuplements des algues et d'invertébrés. Thèse d'Etats; Univ Cadi Ayad. Marrakech: 384p.
- Berrahou. A; Cellot. B & Richoux. P., 2002 : Les macro- invertébrées benthiques de la Moulouya (Maroc). *Bull. Ecol*; 223 -234.
- Carter C. E., 1978: the funa of the muddy sediment of lough neagh , with parcticular reference to eutrophication .*Fresh water boil .* , 8 (6) :547-559 .
- Chahlaoui A. 1996.- Etude Hydrobiologique d'oued Boufèkrane (Meknès) impact sur l'environnement et santé. Thèse d'Etat, Fac. Sc. Université Moulay Ismail Meknès.
- Cellot B., Maucet D. et Bournaud M. 1987 - Application aux grandes rivières d'un indice de qualité biologique basée sur les macroinvertébrés. *Sciences de l'eau*, 6 : 473-495
- Cellot. B & Richoux. P., 2002 : Les macro- invertébrées benthiques de la Moulouya (Maroc). *Bull. Ecol* ; 223 -234
- Coste M., 1978 : Sur la prolifération dans la seine d'une diatomée benthique tropicale: *Navicula confervavce* (kuts) Grunow . *Annlis Limmol .*, 11 (2) : 111 - 121.
- Dakki. M., 1986a : Biotypologie et gradient thermique spatiotemporel, étude sur un cours d'eau du Moyen Atlas (Maroc). *Bull. Ecol.*, 17 :79-85
- Descy J.P. , Pauwels E ., 1978 : Etude préliminaire des peuplements diatomées benthiques de la haute -semois en vue d'une évaluation de la qualité biologique des eaux -évaluation de la qualité des eaux de la haute -semois par diverses méthodes applicables aux protozoaires . *Notes de recherche n° 15, Fond. Univ. Lux 0*, 36 p.
- El Agbani M. A., Dakki.M. & Bournaud. M., 1992: Etude typologique du Bou Regreg (Maroc) : le milieu aquatique et leur peuplement en macroinvertébrés.*Bul, Ecol*, 23 :103-113.
- Empain A., 1977 : Relations quantitative entre les populations de bryophytes aquatiques et la pollution des eaux courantes. Définition d'un indice de qualité des eaux .*Hydrobiol*, 60 (1):49-74.
- Faessel B., Roger M.C. & Cazin B. 1993 – Incidence de rejet ponctuels et diffus sur les communautés d'invertébrés benthiques d'un cours d'eau du Beaujolais : l'Ardières. *Annlis Limnol*. 29 (3-4) : 307-323.
- Gross F., 1976 : Les communautés Oligochètes d'un ruisseau de plaine. Leur utilisation comme indicateurs de la pollution organique .*Annlis Limnol .*, 12 (1) : 756-87 .

- Marty A., Calvel P., 1975 : Qualité de l'eau de la Loire en haute Loire. Effets des extractions d'agrégats sur la qualité et la productivité du milieu .Ann .Hydrobiol., 7 (1) :45 p .
- Maqboul A. Aoujdar R., Fekhaoui M. & Touhami A.2001 : Caractérisation biocénotique et biotypologique de la faune malacologique dulcicole de la plaine du Gharb (Maroc). Riv. Idrobiol.40p.
- Moreau G., Couffignal J. & Legagneur J. 1972. Application de la méthode des indices biotiques à l'étude de la pollution d'une rivière à Cyprinidae. *Annls Limnol.* 8(1): 71-85.
- Naji B. 1988 - Qualités physico-chimiques et biologiques des eaux des sources de la région de Meknés. D. E. A. Fac. Sci. Meknés
- Neal C., jarvie h. p., howrth s. m. , whitehead p g., Williams R. 2000<sup>b</sup> .- the water quality of the river Kennet : initial observation on a lowland chalk stream impacted by sewage input and phosphorus remediation. *Sci Total. Environ.* 251 -252.
- Rico E., Rallo A., Sevillano M.A. & Arretxe M.L. 1992. Comparison of several biological indices based on river macroinvertebrate benthic community for assessment of running water quality. *Annls Limnol.* 28 (2): 147- 156
- Rodier J. 1984. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. dunod Paris.
- Silva et Sacomani, 2001- Using chemical and physical parameters to define the quality of parado river water (Botucatu-sp Barzil ) Technical note .Water Res., 35 (6), 1609-1616.
- Tachet H. 2000. Invertébrés d'eau douce : Systématique, biologie, écologie. *CNRS édit. Paris.* 588 p.
- Tufféry G. & Verneaux J. 1967 - Méthode de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. *Trav. Sect. P. et P. Cerafer* : 23 p
- Verneaux J., 1982 : Réflexions sur l'appréciation de la qualité des eaux courantes à l'aide de méthode biologique .Ann. Sci. Univ. Besançon, 3: pp 3-9.
- Vega M., Pardo R, Barrado E., Deban L., 1998. Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. *Water res.*, 32(12),pp 3581-3592.
- Verneaux J.P., Tufféry G., 1967 : Une méthode zoologique de détermination de la qualité biologiques des eaux courantes .indices biotiques .Annls . Fac. sci .Besancon, Zool,3. pp73-93.
- Wright J.F. 1995 - Development and use of a system for predicting the macroinvertebrate fauna in flowing waters. *Australian Journal of Ecology.* 20 : pp181-197.