

## **Caractérisation de deux effluents industriels au Togo : étude d'impact sur l'environnement**

**Moctar L. BAWA\***, **Gbandi DJANEYE-BOUNDJOU** et **Yaya BOUKARI**

*Laboratoire de Chimie de l'Eau, Faculté des Sciences, Université de Lomé,  
B.P 1515 Lomé, Togo*

(Reçu le 09 Octobre 2005, accepté le 27 Décembre 2005)

---

\* Correspondance et tirés à part, courriel : [bawamoktar@yahoo.fr](mailto:bawamoktar@yahoo.fr)

### **Résumé**

Cette étude a eu pour but de montrer la pollution du milieu environnemental apportée par deux effluents industriels au Togo.

Les résultats montrent que l'effluent du lavage de phosphate de Kpémé est très chargé en matières en suspension décantables (plus de 90% des matières en suspension). Ces matières en suspension (MES) sont essentiellement argileuses et contiennent des éléments métalliques. Environ 17,5  $\mu\text{g.g}^{-1}$  de cadmium ont été mesurés dans ces MES. Le milieu aquatique récepteur est très turbide (environ 200 NTU). L'étude ne montre pas une contamination particulière du poisson par les métaux comme le cadmium et le mercure.

L'effluent de l'industrie textile de Datcha est caractérisé par une forte alcalinité ( $\text{pH} > 10$ ) et par de fortes concentrations en MES (500-650  $\text{mg.L}^{-1}$ ), en matières oxydables (DCO de l'ordre de 340-380  $\text{mgO}_2.\text{L}^{-1}$ ) et en matières organoazotées (30-40  $\text{mgN.L}^{-1}$  de NTK). Cet effluent est rejeté dans une rivière.

On comprend que le manque de législation, ou la non application des réglementations en vigueur en matière de gestion des eaux usées industrielles expose les milieux aquatiques et terrestres à toute forme de pollution dont les conséquences, à court ou à long terme, finiront par atteindre l'homme.

**Mots-clés :** *Effluents industriels, paramètres de pollution, cadmium, mercure, impact environnemental.*

### **Abstract**

**Characterization of two industrial effluents in Togo : environment impact study**

Environment pollution due to two industrial effluents has been investigated. Results show that effluent derive from the factory of the treatment of Kpémé phosphate ore was

loaded with settling suspended matter (> 90 % of total suspended solids). Suspended solids contained metallic elements, about 17.5  $\mu\text{g g}^{-1}$  as cadmium (Cd) were measured. Water around the input point of the effluent (effluent is discharged in the sea) had a turbidity as high as 200 NTU. The study did not show a particular metallic contamination (Cd and Hg) of some fish species. Datcha textile industry effluent was characterized by high alkalinity (pH > 10) and by high concentrations of suspended solids (500-650 mg L<sup>-1</sup>), oxydable matter (COD = 340-380 mgO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>) and organic nitrogen (30-40 mgN L<sup>-1</sup>).

**Keywords :** *Textile industry, phosphate treatment or, metallic elements (Cd, Hg), environmental impact.*

## 1. introduction

Depuis quelques années, plusieurs industries sont en pleine activité au Togo. On rencontre principalement des industries minières (extraction des phosphates), des industries chimiques (fabrication du ciment), des industries agroalimentaires (brasserie, sucrerie, huilerie, laiterie) et des industries textiles. Ces industries, comme toutes les activités de l'homme, produisent des effluents et des déchets divers. Les effluents, avec ou sans traitement, sont déversés dans la mer, dans les rivières ou sur les sols.

Dans cette étude, nous avons montré l'impact des rejets des effluents sur les milieux récepteurs aquatique et terrestre. Pour cela, nous avons mesuré les principaux paramètres de pollution des effluents de deux industries. Il s'agit de l'industrie textile de Datcha et de l'industrie de production de phosphate de Kpémé.

## 2. Partie expérimentale

Les solutions utilisées dans cette étude, ont été préparées à partir de produits chimiques de qualité analytique et dans l'eau bidistillée ou dans des solvants organiques de grande pureté.

Les échantillons d'eau ont été prélevés dans des flacons en verre ou dans des bouteilles plastiques puis transportés au laboratoire dans une glacière après avoir mesuré la température et le pH.

La plupart des méthodes analytiques utilisées pour les analyses sont des méthodes normalisées de l'Association Française de Normalisation (AFNOR) [1]. Le **Tableau 1** indique les références et les méthodes utilisées.

**Tableau 1 :** *Méthodes analytiques utilisées pour les analyses de l'eau [1].*

<b>Paramètres</b>	<b>Références AFNOR</b>	<b>Matériels et méthodes</b>
pH	NFT 90 008	pHmètre Beckman century ss-1
Conductivité électrique	NFT 90 031	Conductimètre Tacussel CD7N
Turbidité	NFT 90 033	Turbidimètre HF Instruments DRT 100B
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	NFT 90 015	Spectrophotométrie
Phosphore (P)	NFT 90 023	Spectrophotométrie
Oxydabilité KMnO <sub>4</sub>	NFT 90 050	Milieu acide, à chaud
DCO	NFT 90 101	Milieu acide, K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
DBO <sub>5</sub>	-	Respirométrie
MES	NFT 90 105	Filtration
NTK	NFT 90 110	Minéralisation, distillation, titrage.

Les chlorophylles ont été dosées selon la méthode spectrophotométrique [2]. Le spectrophotomètre spectronic 601 a été utilisé pour toutes les analyses spectrophotométriques.

Le mercure et le cadmium dans la chair de poisson ou dans les déchets de l'industrie minière des phosphates ont été dosés par la méthode colorimétrique à la dithizone en présence de l'EDTA [3]. Avant le dosage, les échantillons de minerais de phosphate et de poisson ont été minéralisés.

La minéralisation du phosphate a été réalisée par attaque acide ( 0,5 g d'échantillon ont été mouillés puis attaqué par un mélange de 5 mL d'acide nitrique 65 % et 15 mL d'acide chlorhydrique 37 %) et sur bain de sable porté à environ 250 °C. Après refroidissement du résidu sec, on ajoute 5 mL d'acide chlorhydrique et 45 mL d'eau distillée puis on porte à nouveau le mélange à ébullition (environ 100 °C) pendant 15 minutes. On laisse refroidir puis on transvase dans une fiole de 100 mL. On complète par de l'eau distillée et on filtre.

La minéralisation de la chair de poisson est réalisée comme suit. Dans un tube à essai contenant 10 mL d'acide nitrique 65 %, on introduit 5 g d'échantillon. On laisse réagir pendant 24 heures. Puis on chauffe le mélange pendant 3 heures à environ 90 °C dans un bain d'eau chaud. Le mélange est introduit dans une fiole de 50 mL. On complète par l'eau distillée et on filtre.

### 3. Résultats expérimentaux

#### 3-1. Caractérisation des effluents de l'industrie minière de phosphate

Depuis plusieurs années, l'industrie minière de Kpémé exploite le phosphate brut extrait du gisement de Hahotoé (environ 30 km au Nord-Est de Lomé). Pour obtenir le produit commercialisable (phosphate marchand), le phosphate brut subit un traitement qui comprend une étape de séparation granulométrique sur tamis, une étape de lavage à l'eau douce et une étape de démagnétisation sur bande roulante afin d'éliminer les composés métalliques pouvant accompagner le produit lavé et séché.

Les eaux de lavage sont déversées dans la mer. Pour apprécier l'impact environnemental, nous avons mesuré les principaux paramètres de pollution des eaux prélevées juste avant leur rejet en mer. Le **tableau 2** indique les résultats obtenus.

**Tableau 2 : Valeurs des paramètres de pollution des eaux de lavage**

Paramètres	Unités	Valeurs
pH	—	6,0 – 6,4
MES (Eau brute)	mg L <sup>-1</sup>	950 – 1200
MES (après décantation de 30 min)	mg L <sup>-1</sup>	70 – 100
Phosphore total (P)	mgP L <sup>-1</sup>	0,5 – 1,2
Orthophosphates	mgP L <sup>-1</sup>	0,4 – 0,6
DCO	mgO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	15 – 25
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	10 – 15

Les résultats montrent que le pH de l'effluent est proche de la neutralité. L'effluent ne nécessite aucune neutralisation. De même la demande chimique en oxygène et la demande biologique en oxygène (DCO et DBO<sub>5</sub>) n'indiquent aucune pollution particulière. Sur l'effluent décanté, nous avons obtenu des concentrations de DCO qui ne dépassent pas 25 mgO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>. Ces valeurs ne sont pas inquiétantes si on considère l'impact sur le milieu récepteur. Par contre l'eau est très turbide. Cette forte turbidité est due à la concentration élevée en matières en suspension (MES). La valeur de la concentration en MES après une décantation de 30 minutes indique que l'effluent contient une quantité importante de particules insolubles et décantables. Les MES décantables ont des concentrations comprises entre 900 et 1100 mg L<sup>-1</sup>. Elles représentent plus de 90 % des MES de l'effluent. Le phosphore total de l'effluent décanté a une concentration maximale de l'ordre de 1,2 mgP L<sup>-1</sup>. Les orthophosphates représentent environ 50 % de la concentration en phosphore total.

Le cadmium étant un élément métallique qui accompagne le plus souvent les minerais de phosphate, nous avons dosé particulièrement cet élément dans les minerais et les déchets. Le **Tableau 3** montre que le cadmium est présent dans le minerai brut et le minerai marchand obtenu après le traitement du produit brut. Une teneur en cadmium (Cd) de l'ordre de  $45,0 \mu\text{g g}^{-1}$  a été obtenue dans le phosphate marchand. L'eau de lavage contient environ  $15,0 \mu\text{g L}^{-1}$ .

**Tableau 3 :** *Teneur du cadmium contenu dans les minerais de phosphate et dans les déchets (les teneurs sont en micro gramme de cadmium par gramme de matière sèche)*

<b>Echantillons</b>	<b>Unités</b>	<b>Valeurs</b>
Minerais brut	$\mu\text{g g}^{-1}$	40,0
Minerais marchand	$\mu\text{g g}^{-1}$	45,0
Boues décantées	$\mu\text{g g}^{-1}$	17,5
Eau de lavage	$\mu\text{g L}^{-1}$	14,0

Aux voisinages du point de déversement de l'effluent, nous avons mesuré quelques paramètres pouvant montrer l'impact du rejet sur la qualité de l'eau de mer. Le **Tableau 4** montre que l'eau de mer est très turbide (de l'ordre de 200 NTU). De plus, par observation visuelle, on remarque que l'eau a une couleur type de la couleur des boues issues du lavage de la matière première avec un fond verdâtre. Nous avons alors recherché les algues dans l'eau de mer. Les chlorophylles ont été dosées. La chlorophylle a présente des concentrations pouvant atteindre  $35 \mu\text{g L}^{-1}$  et la chlorophylle c de l'ordre de  $140 \mu\text{g L}^{-1}$  (**Tableau 4**).

**Tableau 4 :** *Teneur en chlorophylles de l'eau de mer*

<b>Paramètres</b>	<b>Unités</b>	<b>Valeurs</b>
Turbidité	NTU	180 – 220
Chlorophylle a	$\mu\text{g L}^{-1}$	25 – 35
Chlorophylle b	$\mu\text{g L}^{-1}$	50 – 60
Chlorophylle c	$\mu\text{g L}^{-1}$	130 – 140

Nous avons par ailleurs recherché une contamination éventuelle de quelques types de poissons par le cadmium et par le mercure. Les résultats obtenus n'indiquent pas une contamination particulière (**Tableau 5**).

**Tableau 5 :** Teneur du cadmium et du mercure contenus dans la chair de poissons (les teneurs sont exprimées en micro gramme de l'élément par gramme de matière fraîche)

Types de poisson	Teneurs en Cd	Teneurs en Hg
	( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	( $\mu\text{g g}^{-1}$ )
Anguille	< 0,5	< 1,0
Thon	< 0,5	< 1,0
Dorée	< 0,5	< 1,0

### 3-2. Caractérisation des effluents de l'industrie textile de Datcha

L'industrie textile de Datcha (environ 140 km au nord de Lomé) est l'une des plus vieilles usines opérant sur le territoire togolais. La production d'effluent est élevée (environ 600 m<sup>3</sup> par jour). Ces effluents sont déversés dans une rivière (rivière Amoutchou). Pour évaluer le caractère polluant de ces effluents, nous avons mesuré la plus part des paramètres de pollution des eaux (**Tableau 6**).

**Tableau 6 :** Valeurs des paramètres de pollution de l'effluent de l'industrie textile

Paramètres	Unités	Valeurs
pH	—	10,5 – 11,5
Conductivité électrique	$\mu\text{s cm}^{-1}$	2800 – 3400
MES	$\text{mg L}^{-1}$	500 – 650
Oxydabilité $\text{KMnO}_4$	$\text{mgO}_2 \text{ L}^{-1}$	60 – 80
DCO ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	$\text{mgO}_2 \text{ L}^{-1}$	340 – 380
DBO <sub>5</sub> ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	$\text{mgO}_2 \text{ L}^{-1}$	80 – 100
Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )	$\text{mg N L}^{-1}$	2,2 – 2,5
NTK	$\text{mg N L}^{-1}$	30,0 – 40,0
Phosphore total	$\text{mg P}_2\text{O}_5 \text{ L}^{-1}$	1,0 – 1,2

Les résultats obtenus montrent que les effluents sont très alcalins ( $\text{pH} > 12$ ) et très riches en sels dissous (conductivité électrique à 20°C  $> 2500 \mu\text{s cm}^{-1}$ ). Les matières en suspension (MES) dépassent 500  $\text{mgL}^{-1}$ . Les valeurs des concentrations des matières oxydables (DCO, DBO<sub>5</sub> et  $\text{KMnO}_4$ ) sont très importantes. La DCO atteint des concentrations de l'ordre de 375  $\text{mgO}_2 \text{ L}^{-1}$ . L'effluent contient une concentration élevée en composés organoazotés (plus de 90 % de l'azote total).

#### 4. Discussion

Nous avons vu que l'effluent provenant du lavage de phosphate brut de l'industrie minière de Kpémé n'est pas chargé en matière organique comme l'ont montré les valeurs de la DCO et de la DBO<sub>5</sub>. Le premier problème de cet effluent est sa concentration très élevée en MES dont plus de 90 % sont décantables. Cette pollution essentiellement particulaire entraîne la diminution de la transparence du milieu aquatique récepteur et son envasement progressif. Si l'envasement ne pose pas de problème dans l'immédiat compte tenu de la grande capacité d'absorption de la mer, la diminution de la transparence et la forte turbidité de l'eau, visible de très loin, indiquent une pollution manifeste de l'eau dans laquelle la vie animale et végétale de certaines espèces est compromise.

L'apport du phosphore dans la mer et surtout des orthophosphates (forme bio disponible) entretient le développement des algues dans l'eau. On a bien observé que le phytoplancton est un gros absorbeur de phosphore. Une capacité d'absorption de l'ordre de 860 kgP an<sup>-1</sup> a été mesurée aux environs du port d'Alexandrie en Egypte [4]. Dans notre étude, des concentrations pouvant atteindre 150 mg m<sup>-3</sup> de chlorophylle ont été mesurées. Dans la rivière de Periyar en Inde [5] des concentrations de l'ordre de 54,5 mg m<sup>-3</sup>, de 28,0 mg m<sup>-3</sup> et de 22,3 mg m<sup>-3</sup> respectivement de chlorophylle *a* de chlorophylle *b* et de chlorophylle *c* ont été mesurées. L'étang de Thau en France contient à peine 2,5 mg m<sup>-3</sup> de chlorophylle *a* [6].

En fait le lavage du phosphate brut permet d'éliminer la gangue afin d'améliorer la qualité du produit. Cette gangue essentiellement argileuse (la kaolinite) contient des éléments métalliques [7,8]. L'analyse des sédiments marins prélevés sur le littoral du Togo comprenant la zone de rejet des déchets miniers de l'usine de Kpémé a montré des concentrations très importantes de plusieurs métaux (**Tableau 7**) [9].

**Tableau 7 :** *Teneurs en éléments métalliques des sédiments du littoral [9]*

Eléments	Teneurs (mg kg <sup>-1</sup> )	Eléments	Teneurs (mg kg <sup>-1</sup> )
Cu	22 - 184	Cr	115 - 753
Zn	60 - 632	V	38 - 329
Ni	19 - 281	Sr	179 - 643
Pb	22 - 176	Cd	2 - 44
Zr	18 - 8928		

On a évoqué des rejets d'effluents industriels riches en éléments métalliques comme le zinc ( $90\text{-}640 \mu\text{g L}^{-1}$ ), le plomb ( $1\text{-}250 \mu\text{g L}^{-1}$ ) et le mercure ( $1\text{-}3 \mu\text{g L}^{-1}$ ) sur le littoral de la mer de Mohammedia au Maroc [10]. Des éléments métalliques ont également été dosés dans les sédiments du port de Dar es Salaam en Tanzanie [11].

Comme on peut le voir, les rejets de déchets de l'usine de traitement de phosphate de Kpémé apportent une importante pollution de l'eau de mer par les métaux dont les conséquences écologiques sont redoutables. Par exemple les rejets d'un effluent minier dans le lac Buttle au Canada a été la source de l'augmentation de la concentration des métaux lourds dans l'eau du lac [12]. On a constaté plus tard une augmentation de teneurs de métaux dans les tissus de certains organismes vivants y compris le poisson et une diminution de la diversité animale et végétale. A Mohammedia [10] et à Accra au Ghana [13], on a mesuré dans la chair des mollusques des teneurs importantes de quelques éléments métalliques comme le mercure ( $1,5 \mu\text{g g}^{-1}$ ), le plomb ( $80\text{-}120 \mu\text{g g}^{-1}$ ) et le zinc ( $100\text{-}480 \mu\text{g g}^{-1}$ ). Pour le moment nous n'avons pas observé une contamination de quelques espèces de poisson par le cadmium ou par le mercure. Les doses toxicologiques hebdomadaires recommandées par l'OMS sont respectivement de  $7 \mu\text{g kg}^{-1}$  et de  $5 \mu\text{g kg}^{-1}$  pour le cadmium [14] et pour le mercure total [15]. La valeur toxicologique journalière pour le méthylmercure est de  $1,6 \mu\text{g kg j}^{-1}$ .

L'industrie textile de Datcha consomme environ  $600 \text{ m}^3$  d'eau par jour et produit autant d'effluent. Dans les industries textiles, une grande proportion de l'eau consommée est utilisée pour le blanchiment, la teinture et l'impression sur les tissus. Plusieurs réactifs chimiques sont utilisés dans ces industries. Les fortes valeurs de pH ( $> 10,0$ ) et de la conductivité électrique ( $> 2500 \mu\text{s cm}^{-1}$ ) viennent de l'emploi de la soude et de plusieurs sels. Il semble que des solutions de forte concentration de soude ( $20\text{-}26 \%$ ) soient utilisées pour augmenter l'affinité du coton vis-à-vis des colorants [16]. Des pH de 11,0 et de 12,5 ont été mesurés dans les eaux usées d'industries textiles en France [17] et en Inde [18]. Il est évident que le rejet de ces effluents élève le pH des eaux de rivière et augmente la teneur en sels des sols (rejet sur les sols). Il est bien connu qu'une forte teneur en sodium dégrade les sols cultivables.

Les effluents sont par ailleurs très chargés en MES provenant des rejets de divers débris (fibres essentiellement) dans les eaux usées. Ces MES diminuent la transparence de l'eau des rivières, accélèrent l'envasement de ces rivières et diminuent la capacité d'absorption d'eau des sols. En moyenne l'effluent de l'usine de Datcha a une DCO de l'ordre de  $360 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$  et une  $\text{DBO}_5$  de l'ordre de  $90 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$ . On voit que la fraction biodégradable des matières oxydables de l'effluent est de l'ordre de 25 %. Des travaux ont montré qu'en général les produits utilisés pour l'industrie textile et les colorants en particulier sont non biodégradables ou très peu biodégradables [16,17,19].

De plus, l'effluent renferme 30 à 40 mgN L<sup>-1</sup> d'azote Kjeldhal. Cet effluent contribue alors à l'enrichissement en nitrates des milieux récepteurs. Par exemple 30 mgN L<sup>-1</sup> d'azote Kjeldhal sont potentiellement une source de production de l'ordre de 130 mg L<sup>-1</sup> de nitrates dans une eau. On sait que l'OMS fixe une concentration limite de 44 mg L<sup>-1</sup> de nitrates dans les eaux de consommation [20]. On a montré que les effluents des industries textiles contiennent de nombreux composés organiques comme les alcanes, les phénols, les phtalates, les acides carboxyliques [21] et divers éléments métalliques comme le chrome [22,23]; il y a alors risques de pollution des eaux et des sols par les métaux lourds qui constituent les éléments de pollution permanente de l'environnement. On a observé une augmentation de la mortalité des poissons dans une rivière recevant des effluents d'une industrie textile en Ethiopie [23]. On a montré tout récemment que les rejets des eaux usées risquent de perturber la biodiversité des milieux récepteurs [24].

La pollution due aux effluents des industries textiles peut être réduite en adoptant des méthodes de traitement adéquates (traitements physico-chimique, biologique, électrochimique ou par oxydation avancée). Dans certains laboratoires des universités africaines, des travaux sont en cours pour la mise au point des méthodes de traitement physico-chimique ou biologique [25-28].

Comme on peut le voir, le manque de législation ou la non application des réglementations en vigueur en matière de gestion des eaux usées industrielles au Togo expose les milieux aquatiques et terrestres à toute forme de pollution dont les conséquences, à court ou à long terme, finiront par atteindre l'homme. Ce problème est souligné ailleurs par d'autres chercheurs africains [29-31].

## **5. Conclusion**

Cette étude nous a permis de mettre en évidence la pollution de quelques milieux aquatiques apportée par les effluents industriels.

L'usine d'extraction de phosphate de Kpémé contribue à la pollution de l'eau de mer par un apport de particules insolubles et des éléments métalliques.

Les effluents déversés par l'industrie textile de Datcha sont très alcalins et riches en sels dissous. Tous les principaux paramètres globaux de pollution de l'effluent ont des valeurs très élevées.

En fait, ces résultats sont prévisibles car on sait qu'il n'existe pas encore au Togo une législation en matière de gestion des eaux usées industrielles.

## Références

- [1] - Eau - Méthode d'essai de l'AFNOR., 3ème édition, A.F.Nor édition, Paris (1986)
- [2] - J. RODIER., Détermination de la chlorophylle. In *l'Analyse de l'eau*, Dunod (ed) Paris, Bruxelles, Montréal, (1975) 626-627
- [3] - G. CHARLOT., Méthodes sélectionnées d'analyse chimique des éléments. In *Chimie Analytique Quantitative II*, Masson et Cie (ed.), Paris, (1974) 363-365
- [4] - T. A. ABDOUL-KASSIM, and N. M. DOWIDAR, Sewage disposal as a source of phosphorus in the coastal environment of Alexandria. *Wat. Sci. Tech.*, 25 (1992), 125-132
- [5] - C. M. JOY, K. P. BALAKRISHNAN and J. AMMINI, Effect of industrial discharges on the ecology of phytoplankton production in the river periyar (India). *Wat. Res.*, 24 (1990) 787-796
- [6] - C. CASELLAS, G. PENA, B. PICOT, S. ILLES et J. BONTOUX, Structure spatiale des sels nutritifs au sein d'un écosystème lagunaire : l'étang de Thau., *Wat. Res.*, 12 (1990) 1479-1489
- [7] - G. TCHANGBEDJI, G. DJETELI, K. A. KILI, J-M. SAVARIAULI and J-L. LACOUT. Chemical and structural characterization of natural phosphate of Hahotoé (Togo). *Bull. Chem. Soc. Ethiop.*, 17 (2) (2003) 139-146
- [8] - G. TCHANGBEDJI, G. DJETELI, K. KILI et O. A. TCHASSANTI, Extraction de quelques éléments métalliques dans les phosphates naturels (apatites) par granulométrie et démagnétisation : cas des phosphates de Hahotoé (Togo)., *J. Rech. Sc. Univ. Bénin (Togo)*, 4 (2000) 111-120
- [9] - A. K. C. JOHNSON et K. GNANDI, Les déchets miniers phosphatés source de la pollution marine au Togo. In *Programme des communications, deuxièmes journées scientifiques internationales de Lomé*, Lomé (2002)
- [10] - N. CHAHBANE, Z. OUBAKA, S. SOUABI, S. BEN BRAHIM, A. CHAFIK, S. MAHARI and K. BAKKAS. Impact des rejets industriels sur le littoral de la ville de Mohammedia : cas des éléments métalliques (Zn, Pb et Hg), *Tribune de l'Eau*, 629/3, (2004)
- [11] - J. F. MACHIWA, Heavy metal and organic pollutants in sediments of Das Es Salaam harbour prior to dredging in 1999, *Tanzania Journal of Science*, 26 (2000)
- [12] - J. DENISEGER, L. J. ERICKSON, A. AUSTIN, M. ROCH and M. J. CLARK, The effects of decreasing heavy metal concentrations on the biota of buttle lake, vancouver island, british Columbia., *Wat. Res.*, 24 (1990) 403-416
- [13] - E. NYARKO and S. M. EVANS, Heavy metal pollution in marine molluscs from the coastal waters of Accra, Ghana., *Journal of the Ghana Science*, 1 (1999)

- [14] - INERIS—Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (cadmium et dérivés). *INERIS-DRC-01-25590-00DF249.doc* Version N° 2-3-février 05, [www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)
- [15] - INERIS—Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (mercure et ses dérivés). *INERIS-DRC-00-25590-99DF389.doc* Version N° 2-2 mai 2005, [www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)
- [16] - P. GRAU, Textile industry wastewaters treatment., *Wat. Sci. Tech.*, 24 (1991) 97-103
- [17] - C. ALLEGRE, P. MOULIN, M. MAISEN and F. CHARBIT, Treatment and reuse of reactive dyeing effluent. *Journal of Membrane Science* (2005), Article in press
- [18] - N. K. PAREEK, Industrial wastewater management in developing countries, *Wat. Sci. Tech.*, 25 (1992) 69-74
- [19] - M. NICOLAOU and L. HADJIVASSILIS, Treatment of wastewater from the textile industry., *Wat. Sci. Tech.*, 25 (1992) 31-35
- [20] - DEGREMONT, Réglementation. In *Memento technique de l'eau*, Lavoisier -Tech et doc (ed.), Paris, (1989) 575-584
- [21] - M. CASTILLO, D. BAZRCELO, A. S. PEREIRA and F. R. AQUINO-NETO. Characterization of organic pollutants in industrial effluents by high-temperature gas chromatography-mass spectrometry. *Trends in analytical chemistry*, 18, 1, (1999)
- [22] - C.K. LO and Y.S. FUNG, Heavy metal pollution profiles of dated sediment cores from Hebe haven, Hong Kong., *Wat. Res.* 26 (1992) 1605-1619
- [23] - Z. GEBRE-MARIAM and Z. DESTA, The chemical composition of the effluent from Awassa textile factory and its effects on aquatic biota. *SINET.*, 25 (2002)
- [24] - N. NASSALI, H. BEN BOUIH, A. SRHIRI et M. DHAHBI, Influence des rejets des eaux usées sur la composition des eaux de surface et des sédiments superficiels du lac Merja Fouarate au Maroc. *Afrique Science*, 01 (1), (2005) 145-165, [www.afriquescience.net](http://www.afriquescience.net)
- [25] - H. KHALLAKI, S. SOUABI, A. ARAD, A. YAACOUBI and D. ZAKARYA, Essai de coagulation-floculation des rejets de raffinerie de pétrole par un tannin végétal (Polysep 3000) : cas de la société SAMIR. *Tribune de l'Eau*, 631/5-632/6 (2004)
- [26] - S. A. DOGBE, G. EMI-REYNOLDS and G. K. BANINI, Gamma radiation treatment of waste waters from textile industries in Ghana. *J.A.S.T.*, 6 (2001) 1-2
- [27] - E. AIT HSINE, A. BENHAMMOU and M-N PONS, Industrial water demand management and cleaner production potential : a case of beverage industry in Marrakech-Morocco, *Afrique Science*, 01 (1), (2005) 95-108, [www.afriquescience.net](http://www.afriquescience.net)

- [28] - J. BELL and C. A. BUCKLEY, Treatment of textile dye in the anaerobic baffled reactor. *Water SA.*, 29 (2003)
- [29] - S. A. LARMIE, R. A. OSAFO and N. B. AYIBOTELE, Surface water quality monitoring and control in Ghana., *Wat. Sci. Tech.*, 24 (1991) 35-41
- [30] - P. GRAU, J. A. PUHAKKA and J. RINTALA, Summary of pappers on water pollution in eastern Africa., *Wat. Sci. Tech.*, 24 (1991) 1-3
- [31] - T. MAKELA, Improved industrial water pollution control in Botswana — From strategy to practical implementation., *Wat. Sci. Tech.*, 24 (1991) 15-24.