

Comportement des polluants des eaux pluviales urbaines en réseaux d'assainissement (caractéristiques et origines) : cas de la plaine d'Annaba.

Behavior of pollutants in urban storm water sewer systems (characteristics and origins): the case of the plain of Annaba.

Amel Djedaoune*

Laboratoire de recherche de géologie, Université d'Annaba, 23200.Algérie
Université Badji Mokhtar Annaba 23000– BP 12 - Annaba – Algérie.

Soumis le : 14.04.2013

Révisé le : 26.02.2014

Accepté le : 07.01.2015

ملخص

التخفيف من تلوث مياه الصرف الحضري موضوع يصعب التعامل معه. تركز العديد من الدراسات على تحديد الوسط الأفضل للحصول على أكبر نسبة انحلال عضوي في مياه الصرف و الأودية. يتمثل هذا العمل في دراسة انحلال المادة العضوية في بيئات مختلفة: طبيعية (نهر)، اصطناعية (قناة صرف) وشبه طبيعية (نهر بجوانيمغطاة).

إن دراسة المعطيات المأخوذة من الأوساط الثلاثة في الفصلين الممطر و الجاف أمكنت من متابعة سرعة انحلال المواد العضوية المختارة (DBO₅, DCO, MES, O₂, NO₃, pH, T°, Fer, Turbidité).

تحديد مستوى التلوث عن طريق حساب معامل الانحلال Kd اعلن عن نقصان واضح في نسب التلوث من شهر جانفي إلى شهر مارس في الوسط الطبيعي مقارنة مع الوسطين الآخرين. و هذا ما يجعله الوسط الأمثل لانحلال المواد العضوية.

كلمات مفتاحية : الانحلال العضوي. الصرف الحضري. المواد العضوية. معامل الانحلال. قناة مياه الصرف

Résumé

La réduction de la pollution urbaine reste un sujet délicat à traiter. De nos jours, plusieurs études s'intéressent à évaluer un milieu ambiant où la dégradation s'apprête le mieux. C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail qui porte sur la dégradation des paramètres organiques (DBO₅, DCO, MES, O₂, NO₃, pH, T, Fer, turbidité) dans différents milieux : naturel (rivière), canal artificiel, rivière (aux rives revêtues). Le traitement des données, effectué sur les trois sites d'observation sur deux saisons (à régime différent), a permis de suivre la cinétique de dégradation des paramètres pris en considération.

L'évaluation du niveau de pollution, en calculant le coefficient de dégradation (Kd) pour chaque site, a annoncé une dégradation dans l'espace (le milieu naturel dégrade mieux relativement aux autres sites) ; dans le temps, on observe une décroissance de la pollution du mois de janvier vers le mois de mars.

Il ressort alors de la présente étude que la dégradation de la pollution est optimale en milieu naturel et puis secondairement en site semi-naturel.

Mots clés : Rejets urbains - Matière organique - Coefficient de dégradation - Collecteur d'eaux usées – Dégradation organique.

Abstract

Reducing urban pollution remains a delicate subject to handle Nowadays many studies focus on assessing an environment where degradation is most likely to occur.

It is in this context that the present work focuses on the degradation of organic parameters (BOD₅, COD, TSS, O₂, NO₃, pH, temperature, Turbidity) in different environments: natural (river), artificial canal, river (to the shores coated). Data processing carried out of the above three observation sites over two seasons (with different rules) was used to follow the degradation kinetics parameters. The assessment of the pollution level by calculating the coefficient of degradation (Kd) for each site, show a degradation in space (the environment degrades better pollution than other sites) and in time, there is a marked decrease in the pollution from January to march. It emerges from this study that the degradation of the pollution in natural environment is optimal, compared with semi-natural environment.

Keywords: Urban waistes - Organic matter - Degradation coefficient – Was- organic degradation

*Auteur correspondant: E-mail: djedaoune_amel@yahoo.fr

1. INTRODUCTION

L'épuration naturelle est le processus de dégradation de la pollution des eaux, par lequel l'eau des rivières, des lacs et des canaux s'auto-épurent. Cette dégradation est le résultat de la décomposition de la pollution, soit par phénomènes physico-chimiques (filtration, oxydation, absorption sur particules décantées...), soit par certains organismes qui vivent dans le milieu aquatique (bactéries, plantes, insectes, etc.); ces derniers consomment graduellement la pollution dans l'écosystème. On définit alors qu'un écosystème n'est autre qu'une rivière naturelle ou un canal artificiel comprenant des caractéristiques structurelles et fonctionnelles provoquées [1-5], dont le comportement de la charge dégradable est différent selon le milieu récepteur dans lequel elle séjourne. Plusieurs auteurs [6-8] ont essayé de quantifier ou d'élaborer des méthodes de décroissance des concentrations des eaux usées, afin de dégager au mieux les conditions ou les limites de dégradation des matières polluantes.

La vitesse de dégradation bactériologique, a fait l'objet de plusieurs études de décroissance aboutissant à des équations cinétiques [8-10]. Pour mettre en évidence le milieu récepteur adéquat, nous avons essayé d'appliquer la cinétique de dégradation dans plusieurs milieux récepteurs et d'en tirer l'optimisation de la dégradation dans le contexte convenable.

2. DESCRIPTION DU SITE D'ETUDE

Le terrain d'étude se situe dans la partie Nord Ouest de la plaine d'Annaba, limité au Nord par la mer méditerranée, à l'Ouest par le massif cristallin de l'Edough, à l'Est par le bassin versant de l'oued Seybouse, et au Sud par la chaîne montagneuse de Guelma. Il couvre une superficie de 3.75 km² et s'étale du Nord au Sud sur 2.5 km. Il débute dans le bassin versant de Forcha passant par le canal de ceinture pour aboutir dans l'oued Boudjema, ce tronçon collecte les eaux usées des cités traversées.

3. MATERIEL ET METHODES

Trois campagnes de mesures en été effectuées pendant l'année 2012 aux mois de janvier, février et mars, sur les trois sites (A, B et C) (Fig.1).

Site A : rivière (à rives revêtues)

C'est un des affluents de l'oued Forcha. Deux points de prélèvement ont été réalisés : A et A' distants de 500 mètres.

Site B : le canal de ceinture

C'est un canal artificiel de 600m de longueur, une largeur qui varie entre 5 et 8 m et une profondeur moyenne de 3m. Deux points de prélèvement ont été réalisés : B et B' distants de 500m.

Site C : rivière naturelle

C'est un tronçon de l'oued Boudjema. Deux points de prélèvement ont été réalisés : C et C' distants de 500m.

Les paramètres mesurés sont : la température, le pH, l'oxygène dissous(O₂), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène(DBO₅), les matières en suspension(MES), la turbidité, le fer et les nitrates. La température, le pH et l'oxygène dissous, ont été mesurés in situ, par une valise multi-paramètres, (HANNA-HI 93703) comportant 2 sondes 0.00 pH à 14.00 pH, température 5.0 à 75.0 °C.

La DCO, la DBO₅, les MES, la turbidité, le fer et les nitrates ont été mesurés au laboratoire par un spectrophotomètre HACH soil and irrigation water laboratory (Drell2010, Cat .N.26.700-22).

3.1 La cinétique de dégradation

La décroissance des paramètres mesurés est soumise à une équation cinétique d'ordre 1.

$$dC/dt = -k C \quad (1)$$

C : est la concentration du paramètre mesuré en mg L⁻¹.

dc : dérivé de la concentration

dt : dérivé du temps

k : coefficient de décroissance (heure⁻¹).

Le développement de l'équation (1) donne

$$C(t) = C_0 \exp(kt) \quad (2)$$

C₀ est la concentration initiale en mg L⁻¹

C(t) est la concentration dans un temps (t) en mg L⁻¹

L'équation (2) permet de calculer, à partir d'une concentration initiale du paramètre P₀ au temps t₀, la concentration résiduelle P(t) en un instant t sous réserve de connaître le coefficient de décroissance k [11-15].

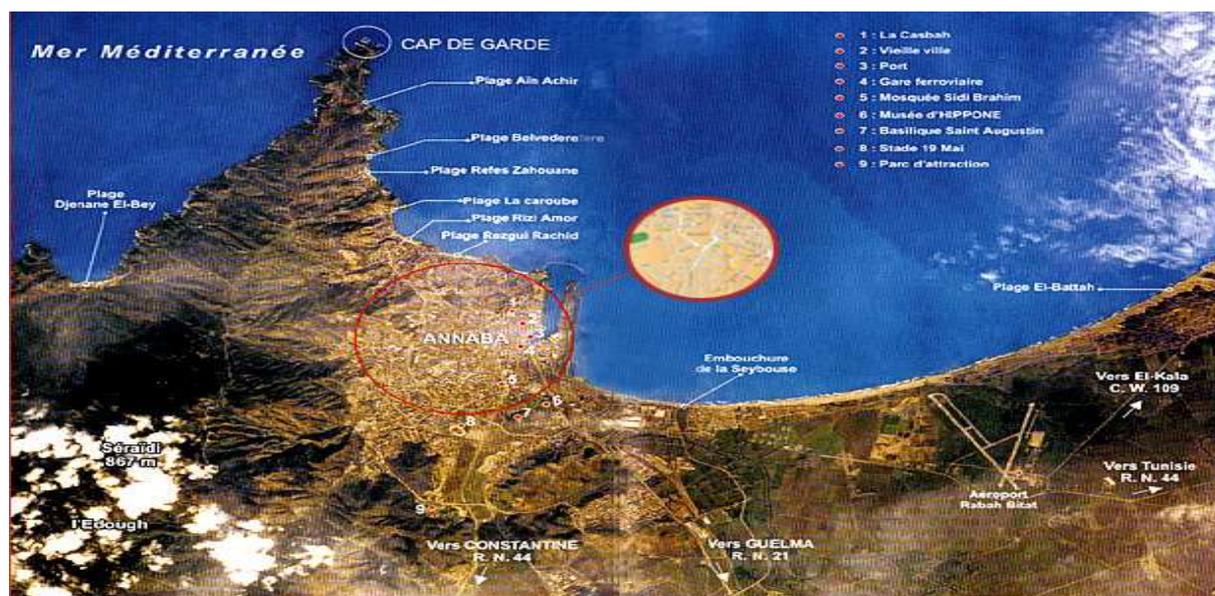


Figure. 1 Situation géographique de la plaine d'Annaba

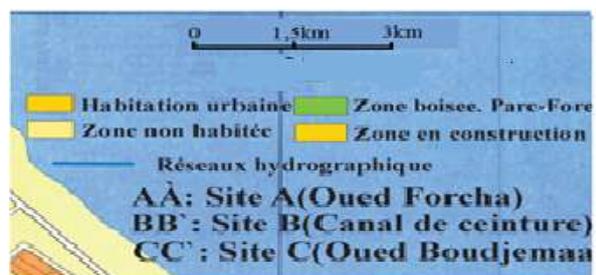
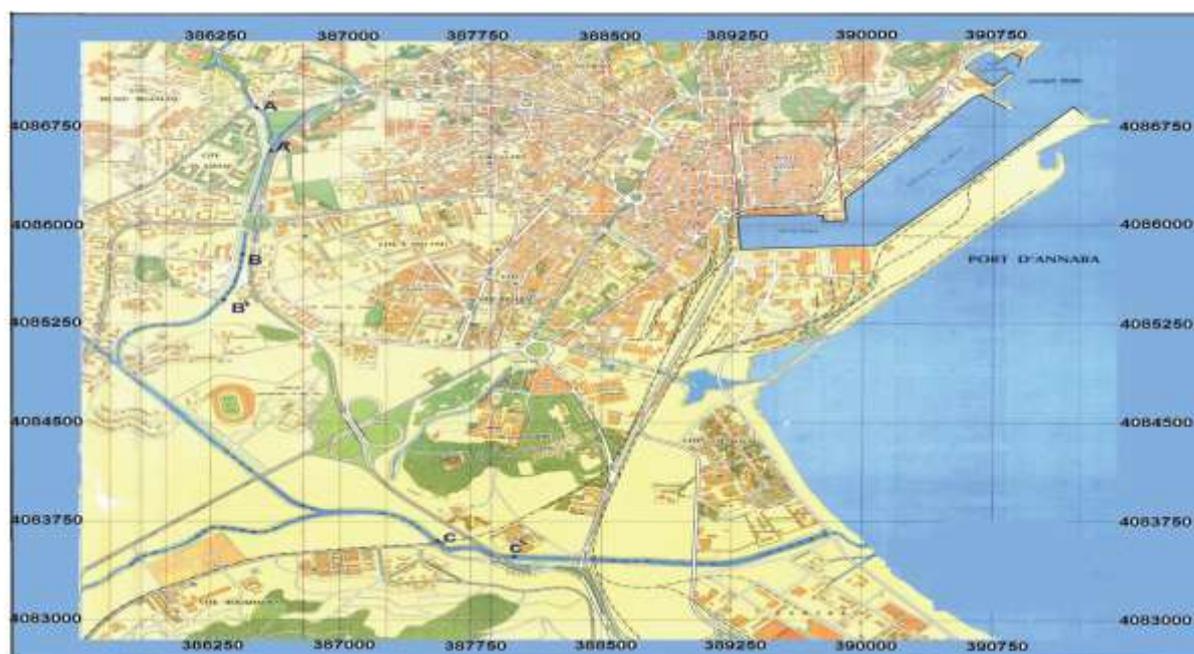


Figure. 2 Situation des points de prélèvement sur le réseau hydrographique de la ville d'Annaba

3.2 Coefficient de décroissance k

Le coefficient de décroissance k (heure^{-1}) traduit la capacité d'auto-épuration des eaux dans leur milieu récepteur. Il permet d'estimer l'optimisation de la diminution de la pollution dans les trois différents milieux étudiés ; il est caractéristique des paramètres qui lui sont attribués.

La méthode étudiée se base sur la cinétique de dégradation du 1^{er} et 2^{ème} degré.

4. RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 Evolution spatio-temporelle

Le suivi des paramètres T, O₂, pH a permis d'examiner une évolution spatio temporelle dans les trois sites étudiés (Fig 3, 4, 5).

La température de l'eau est un facteur écologique qui agit aussi bien sur les réactions chimiques et biochimiques que sur le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les micro-organismes. Le suivi des températures enregistrées oscille entre 9 et 16°C dans les trois sites d'observation durant la période d'étude (saison humide). Cette variation de température suit celles du climat de la région (Fig 3).

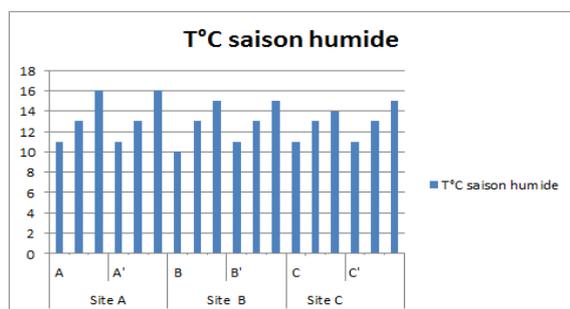


Figure 3. Evolution spatio-temporelle du paramètre température en mg/l (Année 2012)

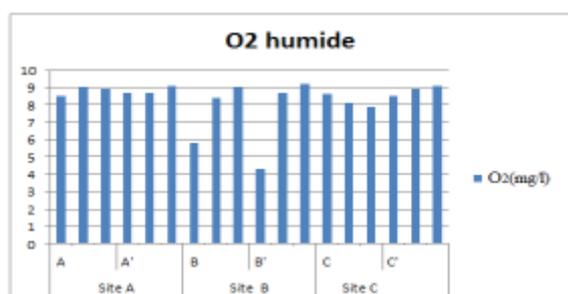


Figure 4. Evolution spatio-temporelle du paramètre oxygène dissous en mg/l (Année 2012)

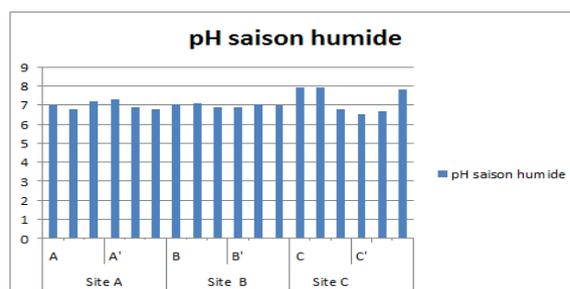


Figure 5. Evolution spatio-temporelle du paramètre PH en mg/l (Année 2012)

L'oxygène constitue un excellent indicateur de la qualité de l'eau. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'auto-épuration d'un cours d'eau. L'évolution du paramètre oxygène dissous durant la saison humide et dans les trois sites d'étude (A, B, C) a montré des concentrations élevées 4.2 à 9.1 mg/l.

Ceci est dû à la diminution de la température de l'eau; car une eau froide contient une quantité d'oxygène dissous plus grande qu'une eau chaude [4 ,5], aussi les fortes vitesses des vents engendrent un brassage de la masse d'eau provoquant un enrichissement de la phase dissoute en oxygène (Fig 4).

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H⁺ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique. Les valeurs observées dans la saison d'étude, révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans les trois sites d'observation, il varie entre 6.7 à 7.8 (Fig 5).

Le suivi des paramètres organiques DBO₅, DCO, MES, a permis aussi d'examiner une évolution spatio-temporelle dans les trois sites étudiés (Figs 6, 7, 8). Les figures 6, 7 et 8 montrent une dégradation de la pollution dans l'espace dans les trois différents sites du point A vers le point A', du point B vers le point B' et du point C, vers point C' sachant que premier (site A) est revêtu, le second (site B) est artificiel et le troisième (site C) est naturel. On distingue une diminution importante de la pollution dans le milieu C relativement aux autres milieux traversés

L'évolution dans le temps des paramètres DBO₅, DCO, MES montre une augmentation de

la concentration entre le mois de janvier et le mois de mars. Pour évaluer le comportement qualitatif de ces paramètres dans le temps et dans l'espace, nous avons appliqué le calcul de la vitesse de la dégradation de la pollution ; il **il en résulte un coefficient de dégradation K_d pour chaque milieu récepteur (Fig.9).**

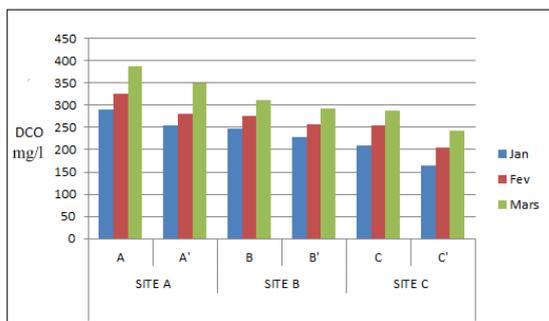


Figure 6. Evolution spatio temporelle du paramètre DCO en mg/l (Année 2012)

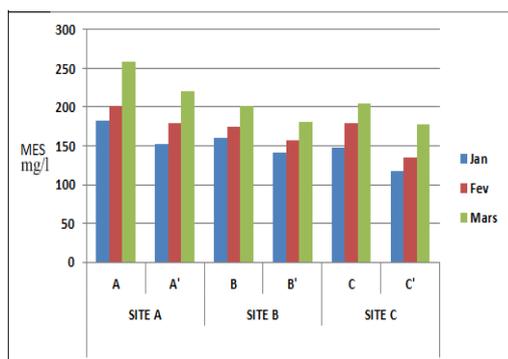


Figure 7. Evolutionspatio temporelle du paramètre MES en mg/l (Année 2012)

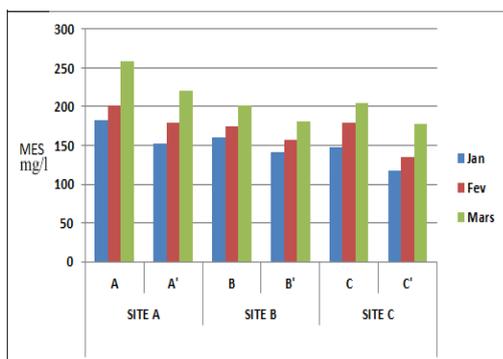


Figure 8. Evolution spatio temporelle du paramètre MES mg/l (Année 2012)

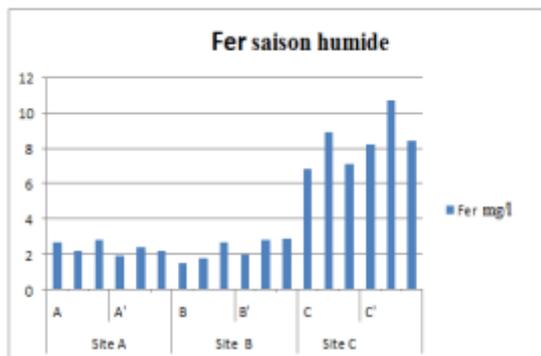


Figure9. Coefficient de décroissance K_d des paramètres DCO, DBO₅, MES dans les sites A, B, C (Année 2012)

4.2 Cinétique de dégradation

La vitesse de décroissance des paramètres étudiés semble décrire le milieu récepteur. Ainsi, le site C se distingue des autres sites (A, B) par unemeilleure vitesse de dégradation qui est représentée par les plus grands coefficients de dégradation K_d pour les paramètres étudiés. Le site C se caractérise par des valeurs de coefficient de décroissance k_d variant entre 0.16 et 0.17 heure⁻¹, relativement supérieurs aux autres valeurs des sites A et B dont les coefficients de dégradation sont respectivement 0.06 et 0.11 (heure⁻¹). Ce calcul a permis de confirmer que la dégradation optimale se passe bien en milieu naturel dans le site C. Aux sites A et C (Fig 8), l'ordre de décroissance des paramètres étudiés commence par la décomposition du paramètre DCO puis celui de la DBO₅ et enfin celui des MES. La dégradation de la DCO est attribuée à la consommation d'une quantité importante d'oxygène qui est nécessaire à l'oxydation de la matière organique et minérale. Cette dernière va être dégradée par des bactéries qui consomment naturellement de l'oxygène dissous dans les milieux A (milieu semi naturel) et C (milieu naturel) en présence de la lumière du soleil. Le site C est bien aéré et ensoleillé, ce qui mène à une forte dégradation. Cependant, cette suite de décroissance est mieux tolérée en milieu naturel (C) qu'en milieu semi-naturel (A). Ainsi, la DCO donne une image de la matière organique et minérale présente, même quand le développement de micro-organismes est impossible (présence d'un toxique par exemple). La présence d'oxydes de

fer, demanganèse, des oxydes métalliques, et autres consomment de l'oxygène et participent à dans le site C révèlent une forte concentration (6.8 à 10.7 mg.L⁻¹).



la diminution de la DCO [16-19] ; La figure 10 confirme cette observation où les teneurs en fer

Figure 10. Teneur en fer dans les sites A , B, C en saison humide en mg/l (Année 2012)

Un autre facteur influençant la dégradation de la DCO est celui du couvert végétal. Les observations ont montré que la disparition des polluants organiques était plus rapide sur les sols couverts de végétation que sur les sols nus [7,14].

Plusieurs études, ont montré la contribution des plantes à absorber toute une gamme de polluants organiques néfastes pour l'environnement [17-20].

Tableau 1. Variation des teneurs en DCO, DBO₅, MES (en mg/L) en période de hautes eaux des sites A ,B, C (Année 2012).

Paramètre (mg.L ⁻¹)	Milieu	jan	fév	mars	
DCO	Site A	A	291	326	388
		A'	255	281	349
	Site B	B	248	275	312
		B'	228	256	293
	Site C	C	210	254	287
		C'	164	205	242
DBO ₅	Site A	A	174	194	235
		A'	148	176	217
	Site B	B	145	157	192
		B'	130	142	176
	Site C	C	140	164	190
		C'	111	132	161
MES	Site A	A	182	201	258
		A'	152	179	221
	Site B	B	160	174	201
		B'	142	157	181
	Site C	C	147	180	204
		C'	118	135	178

Tableau 2. Les teneurs de K_d des paramètres DBO₅, DCO, MES dans les sites A, B, C en mg/l (Année 2012)

Kd(h ⁻¹)	Paramètre	Site A	Site B	Site C
	DBO ₅	0.08	0.08	0.16
	DCO	0.11	0.06	0.17
	MES	0.07	0.08	0.16

Ainsi, la présence de différentes plantes sur les rives et le lit de l'oued Boudjemaa (site CC') constitue un autre facteur qui éclaire la bonne diminution de pollution de ce milieu.

Le canal de ceinture (site BB') n'offre pas une bonne dégradation mais elle reste non négligeable, les matières en suspension (MES) se dégradent en premier lieu avec la DBO₅ juste après. (Fig.6).

La présence des nitrates et du fer (même en faible quantité) constituent le stade final de l'oxydation de l'azote et du fer, par conséquent elle joue un rôle dans l'auto-épuration [19]. Par ailleurs, le site B présente une topographie faible, provoquant un écoulement presque nul (eau usée stagnée) défavorisant l'échange de l'oxygène de l'air avec les eaux usées [20].

5. CONCLUSION

Ce travail a pour objectif d'évaluer le degré de dégradation de la pollution des eaux usées dans différents milieux (naturel, artificiel et semi naturel) en période humide. Ainsi, l'étude de la cinétique de décroissance de la charge polluante présente une sélectivité de dégradation selon le milieu ambiant. Les résultats de caractérisation des trois sites d'étude montrent que, pour la majorité des paramètres analysés, la pollution des eaux est évidente et sa dégradation est différente d'un milieu à l'autre. Le calcul du coefficient de dégradation K_d démontre que la dégradation de la pollution est optimale en milieu naturel (C) avec un K_d variant entre 0.16 et 0.17 heure⁻¹. Le site C indique la meilleure décroissance de pollution qui est due à la bonne aération, l'ensoleillement du site assemblé à la présence des plantes.

Secondairement, en sites semi-naturel et artificiel (A, B), le K_d varie entre 0.06 et 0.11 heure⁻¹ justifiant la moyenne ou la faible dégradation dans ces milieux. Pour améliorer la dégradation, surtout dans le site artificiel (B), il faut augmenter la quantité des nitrates parce que ces derniers renforcent l'activation des plantes ; par ailleurs, le taux de biodégradation des polluants organiques est plus élevé pour les sols avec végétation que pour les sols nus. L'ajout de fer devrait éliminer les odeurs et permettre une hausse de l'activité des micro-organismes qui mène à une parfaite auto-épuration.

REFERENCES:

- [1] Derradji F., Bousnoubra H., Kherici N., Romeo M. & Caruba R. 2007. Impact de la pollution organique sur la qualité des eaux superficielles dans le Nord-est algérien. *Revue sécheresse*, Vol. 18, N°1.23-27.
- [2] Bousnoubra H., Chettab N., Kherici N. & Rousset C.L. 2004. Evaluation et exploitation des ressources en eau dans un système aquifère sud méditerranéen exemple d'Annaba. El Taref (Nord Est de l'Algérie), *Revue synthèse*, Vol. (13), 2-9.
- [3] Castany G., 1982. Principes et méthodes de l'hydrogéologie, EDP sciences. 210p.
- [4] Makhoukh M., Sbaa M., Berrahou A & Clooster M., 2011. Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya. (Maroc Oriental), *Larhyss journal*, Vol.9 (5), 149-169.
- [5] Guasmi A., Kherici H., Kerici N & Hadji F., 2006. Pollution des eaux de l'oued Medjerda par les nutriments, *Larhyss journal*, Vol. 05, 113-119.
- [6] Tanawa E., Djeuda Tchapnga H.B., Nginkam E., Temgoua E. & Siakou J., 2002. Habitat and protection of Water resources in suburban areas in African cities, *Building and Environment*, Vol. 37(4) 269-275.
- [7] Abouelouafa M., El Halouani H., Kharboua M & Berrichi A., 2002. Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville d'Oujda : canal principal et oued Bounaim. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et vétérinaires*, vol 22(3), 143-150.
- [8] Bennasser L., 1997. Diagnostique de l'état de l'environnement dans la plaine du Gharb: suivi de la macro-pollution et ses incidences sur la qualité hydro-chimique et biologique du bas Sebou. *Larhyss journal*, Vol. 9 (4), 120-156.
- [9] Azzaoui S., 1999. Métaux lourds dans le bassin versant du Sebou, Géochimie, source de pollution et impact sur la qualité des eaux de surface. Thèse de Doctorat en chimie. Université d'Ibn Tofail, Maroc. 130p.
- [10] Louhi A., 2006. Pollution des eaux et des sols. Cas de la région de Annaba, étude des interférences et dosage de Al, Fe, Cu, Zn, Ni, Cr, Pb, Sn, V et Hg par spectrométrie d'émission Plasma-ARC (DCP-AES), absorption atomique (SAA) et spectrophotométrie UV/VIS. Thèse de Doctorat en sciences et techniques de l'environnement. Université d'Annaba, Algérie. 167p.
- [11] Bressy A., 2010. Flux de micropolluants dans les eaux de ruissellement urbaines. Effets de différents modes de gestion des eaux pluviales. Thèse de doctorat en sciences et techniques de l'Environnement. Université d'Aix-Marseille, France. 119p.
- [12] Marechal A., 2000. Relation entre caractéristiques de la pollution particulaire et paramètres optiques dans les eaux résiduaire urbaines. Thèse de doctorat en sciences et l'environnement. Université de Limoge, France. 217p.
- [13] De Bertoldi M. & Schnappinger U., 2001. Correlation among plant design, process control and quality of compost, *Bioprocessing of Solid waste & Sludge*, Vol. 8, 71-88.

[14] Xu S. & Hasselblad S., 1996. A simple biological method to estimate the readily biodegradable organic matter in wastewater, *Water Science and Technology*, Vol. 34 (3), 323–328.

[15] Jaumouille D., 2003. Hétérogénéités des vitesses et des concentrations dans les collecteurs d'assainissement : application à la mesure des flux polluants. Thèse de Doctorat en mécanique. Université de Bordeaux I, France. 54p.

[16] ERA-Cameroun. , 2004. Mise en place de structures de pré-collecte et de traitement des déchets solides urbains dans une capitale tropicale. B.P 3356 .166 p.

[17] Editions du CERTU, 2003. La ville et son assainissement – Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau, 315 p.

[18] Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales, 1994. Agences de l'Eau, 304 p.

[19] Dossier eau et Aménagement, 2000. Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain CERTU, 123 p.

[20] Follea V & Brunet F., 2001. Revue comparative des modes de gestion des déchets urbains adoptés dans différents pays de la ZSP, .Agence française du développement 161p..