

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences biologiques de l'environnement
Filière : Santé et environnement
Option : environnement et santé publique



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Impact du déversement des eaux usées dans
le bassin versant de la Soummam sur
l'environnement et la santé publique
(Cas de la laiterie Danone Djurdjura
Algérie)**

Présenté par :

LAHDIR Ouafa & TAYEB CHERIF Sofiane

Soutenu le : **11 Juin 2015**

Devant le jury composé de :

M. : MOUSLI Mohand laïd

M. : BALLA El Hacène

Mme. : DJOUAD Salima

Mme. : BENBATOUCHE Samira

MAA

MCA

MAA

Responsable
environnement
Chez DDA

Président

Encadreur

Examinatrice

Invitée

Année universitaire : 2014 / 2015

Remerciements

On remercie tous ceux et celles qui nous ont apporté à divers titres, leur aide dans la réalisation de ce travail,

On exprime notre gratitude au D^r BALLA El Hacène, Maître de Conférences à l'université de Bejaïa et notre promoteur pour ses précieux conseils, sa disponibilité et son suivi constant de ce travail,

On aimerait exprimer notre profonde reconnaissance à M^{me} BENBATOUCHE Samira responsable environnement à Danone Djurdjura, pour son accueil au laboratoire, ses encouragements, son aide et pour la confiance qu'elle nous a témoigné tout au long de la réalisation de ce travail,

A M. Mousli Mohand Laid Maître Assistant à l'université de Bejaïa pour son aide et ses conseils, et pour avoir accepté de présider le jury et de juger ce travail,

A Mme Djouad Salima Maître Assistante à l'université de Bejaïa, d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail,

On tient à exprimer nos profonds remerciements à tout le personnel de la station d'épuration des eaux usées de Danone Djurdjura qui nous ont apporté une aide efficace et précieuse dans l'élaboration de ce travail : Hocine, Kader, Hamid, Sofiane, Mohand et les autres,

Enfin, on adresse dans nos remerciements, une mention particulière à M. AIT SIDHOUM D. pour sa sympathie et son soutien.

Dédicaces

A mes très chers parents

A mon petit frère

*Pour leur soutien tout au long de ces années,
Je leur dédie ce modeste travail.*

A tous mes cher(e)s ami(e)s

A tous mes cousins et cousines

Et à toute la famille LAHDIR

Qu'ils trouvent ici mon affection

Ouafa

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

.

A ma très chère mère

A la mémoire de mon défunt père

Sans eux je n'y serais pas arrivé, J'espère toujours rester fidèle aux valeurs morales que vous m'avez enseignées.

A mes chères sœurs pour leur soutien

A tous ceux et celles qui m'ont toujours soutenu

A toute ma famille, tantes et oncles, cousins et cousines

A tous mes cher(e)s ami(e)s, ceux de la résidence Targua-Ouzemour en particulier.

Qu'ils trouvent ici mon affection

Sofiane

Liste des figures

Figure n° 1 : Cycle de l'azote	10
Figure n° 2 : Zone d'étude	19
Figure n° 3 : Station d'épuration de Danone Djurdjura Algérie	20
Figure n° 4 : Schéma des différentes étapes de traitement des eaux usées au niveau de la STEP DDA.	22
Figure n° 5 : Préleveur automatique	24
Figure n° 6 : Echantillons entré et sortie STEP	24
Figure n° 7 : Turbidimètre	26
Figure n° 8 : Cuve pour analyse de la DCO	28
Figure n° 9 : Oxymètre	29
Figure n° 10 : DosiCap Zip	29
Figure n° 11 : Tablettes B	31
Figure n° 12 : MicroCap	31
Figure n° 13 : Courbes de variations du pH à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de Danone Djurdjura Algérie durant l'étude.	37
Figure n° 14 : Courbes de variations de la turbidité des rejets à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de Danone Djurdjura Algérie durant l'étude.	38
Figure n° 15 : Courbes des variations de la conductivité des rejets avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.	39
Figure n° 16 : Histogrammes représentant les variations des quantités de matières en suspension à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de DDA durant l'étude.	40
Figure n° 17 : Courbes des variations de la DCO avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.	41
Figure n° 18 : Courbes des variations de la DBO₅ des effluents avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.	42

Figure n° 19 : Courbe représentant le rapport DCO/ DBO durant l'étude	43
Figure n° 20 : Histogrammes représentant les variations des teneurs en cyanures des rejets avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.	44
Figure n° 21 : Histogrammes présentant les variations des teneurs en phosphore dans les rejets avant et après traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.	45
Figure n° 22 : Histogramme montrant les teneurs en ammonium à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de DDA durant l'étude.	46
Figure n° 23 : Courbes représentant les variations des teneurs en azote total des effluents avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.	47
Figure n° 24 : Histogrammes montrant les variations des teneurs en nitrates dans les eaux des rejets avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.	48
Figure n° 25 : Histogrammes des variations des teneurs en nitrites dans les rejets avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.	49
Figure n° 26 : Courbes des variations des teneurs en plomb dans les rejets avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.	50
Figure n° 27 : Histogrammes illustrant les variations des teneurs en zinc dans les rejets avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.	51
Figure n° 28 : Histogrammes présentant les variations des teneurs en chrome à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration à la station d'épuration de DDA durant l'étude.	52
Figure n° 29 : Histogrammes illustrant les différentes teneurs en cuivre des effluents à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de DDA durant l'étude.	53
Figure n° 30 : Histogrammes présentant les variations des teneurs en nickel dans les eaux des rejets avant et après traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.	54
Figure n° 31 : Histogrammes des variations des teneurs en manganèse avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.	55
Figure n° 32 : Histogrammes des variations des teneurs en fer avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.	56

Figure n° 33 : Histogrammes des variations des teneurs en aluminium dans les rejets avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude. **57**

Liste des tableaux

Tableaux n° 1 : Tableau comparatif entre les normes algériennes de rejets liquides industriels et les rejets de Danone Djurdjura Algérie. **58**

Liste des abréviations

°C : degré Celsius

µS/cm : micro-siemens par centimètre

µg/l : microgramme par litre

% : pourcentage

ADN : acide désoxyribonucléique

Al : aluminium

ARN : acide ribonucléique

CN⁻ : ion cyanure

Cr : chrome

Cu : cuivre

DBO₅ : demande biologique en oxygène

DCO : demande chimique en oxygène

DDA : Danone Djurdjura Algérie

EqH : équivalent Habitant

FAO : organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

Fe : Fer

g/cm³ : gramme par centimètre cube.

Hm³ : hectomètre cube (1million de mètre cube)

Km² : kilomètre carré

m³ : mètre cube

m³/j : mètre cube par jour

MES : matières en suspension

mg/l : milligramme par litre

Mg : magnésium

NaOH : soude caustique

min : minute

Mn : manganèse

Ni : nickel

nm : nanomètre

NTU : unité de Turbidité Néphélométrique.

OMS : organisation mondiale de la santé

Pb : plomb

PCB : polychlorobiphényles

pH : potentiel d'Hydrogène

ppm : partie par million

STEP : station d'épuration

Zn : Zinc

Sommaire

Remerciements

Liste des figures I

Liste des tableaux III

Liste des abréviations III

Introduction 1

Chapitre I : Généralités sur les eaux

I-1- Définition de l'eau 2

I-2- Importance de l'eau 2

I-3 - Les ressources en eau en Algérie 2

1-4- Utilisation de l'eau 2

1-5- Les eaux usées 3

I-5-1- Les eaux usées résiduaires 3

I-5-2- Origines des eaux usées 3

I-6- La pollution des eaux 4

I-6-1- Les sources de la pollution des eaux 4

I-6-2- Les types de pollution des eaux 4

1-7- Le bassin versant de la Soummam 5

1-7-1- Importance économique de la vallée de la Soummam 5

1-7-2- Importance écologique de la vallée de la Soummam 6

1-7-3- Origines de la pollution de l'Oued Soummam 8

Chapitre II : Impacts des polluants de l'eau sur l'environnement et la santé publique

A- Les polluants organiques 9

1- Le cyanure 9

2- Les substances contribuant à l'eutrophisation 9

2-1- Le phosphore total 10

2.2- L'azote	10
2.3- Les nitrates et les nitrites	11
B- Les polluants inorganiques	12
1- Pollution par les métaux lourds	12
2- Définition des métaux lourds	12
3- Impacts des métaux lourds sur l'environnement et la santé publique	12
a- Le plomb	12
b- Le zinc	13
c- Le chrome	14
d- Le cuivre	15
e- Le nickel	16
f- Le manganèse	17
g- Le fer	17
h- L'aluminium	18
Chapitre III : matériel et méthodes	
1- Présentation de l'entreprise Danone Djurdjura Algérie	19
2- La station d'épuration des eaux usées de Danone Djurdjura Algérie	20
3- Les techniques d'analyses	24
3-1- Echantillonnage	24
3-2- Matériel utilisé	25
3-3- Mesure des paramètres physico-chimiques	25
a- Le pH	25
b- La turbidité	25
c- La conductivité	26
d- Les matières en suspension	26
e- La demande chimique en oxygène	27
f- La demande biologique en oxygène	28

g- Le cyanure	29
h- Le phosphore total	30
i- L'ammonium	30
j- L'azote total	31
k- Les nitrates	32
l- Les nitrites	32
m- Le plomb	33
n- Le zinc	33
o- Le chrome	34
p- Le cuivre	34
q- Le nickel	35
r- Le manganèse	35
s- Le fer	36
t- L'aluminium	36

Chapitre IV : Résultats et discussions

1- Le Ph	37
2- La turbidité	38
3- La conductivité	39
4- Les matières en suspension	40
5- La demande chimique en oxygène	41
6- La demande biologique en oxygène	42
7- Le rapport DCO/DBO	43
8- Le cyanure	44
9- Le phosphore total	45
10- L'ammonium	46
11- L'azote total	47
12- Les nitrates	48

13- Les nitrites	49
14- Le plomb	50
15- Le zinc	51
16- Le chrome	52
17- Le cuivre	53
18- Le nickel	54
19- Le manganèse	55
20- Le fer	56
21- L'aluminium	57
22- Tableau comparatif entre les normes algériennes de rejets liquides industriels et les rejets de Danone Djurdjura Algérie.	58
Conclusion	59
Références bibliographiques	60
Annexes	
Glossaire	

Introduction

L'eau est un bien précieux qui subit diverses pollutions et dégradations d'origines diverses : industrielles, domestiques ou agricoles.

Depuis plus de cinquante ans, la pollution est l'un des plus graves problèmes auxquels est confronté notre monde moderne. L'écosystème aquatique est de plus en plus menacé par différentes sources de pollution qui risquent de diminuer ses potentialités économiques et d'avoir des répercussions néfastes sur la santé humaine. (El Morhit, 2009).

L'impact sur l'environnement des effluents industriels est aujourd'hui une réalité manifeste et une menace sérieuse à moyen terme pour la qualité des eaux de surface et des nappes souterraines. (Fathallah et *al.*, 2014).

En Algérie, de nombreuses industries agroalimentaires, grandes consommatrices d'eau, déversent directement leurs effluents liquides fortement polluants dans des oueds réputés inaptes à assurer la moindre auto épuration notamment en période de sécheresse. (Bengherbia et *al.*, 2014)

L'oued Soummam qui serpente à travers plusieurs villages de la Wilaya de Béjaia et qui est utilisé par certaines communes comme « fosse septique » (Mouni, 2004), connaît de multiples agressions quotidiennes engendrées par l'industrialisation, l'agriculture et l'urbanisation.

La laiterie «DANONE Djurdjura Algérie» comme toutes les industries agro-alimentaires utilise énormément d'eau pour la fabrication de ses produits ainsi que pour le nettoyage et la désinfection et génère 1481m³ d'eaux usées par jour.

Le traitement ou l'épuration des eaux usées a pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles contiennent afin de permettre une meilleure protection des milieux récepteurs.

Dans le cadre de la réalisation de notre travail, nous avons tracé un objectif qui est d'identifier et de quantifier d'éventuels polluants en effectuant des analyses physico-chimiques des effluents de Danone Djurdjura Algérie, ainsi que l'évaluation de l'efficacité du traitement de sa station d'épuration.

I-1- Définition de l'eau

L'eau est l'élément essentiel à la vie, la molécule d'eau est l'association d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène sous le symbole H₂O. L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, il se congèle à 0°C, il peut devenir vapeur à 100°C. Ces principales caractéristiques sont qu'il est inodore, incolore et sans goût. (Hamed et *al.*, 2012).

I-2- Importance de l'eau

L'eau demeure le principal constituant des êtres vivants et l'élément indispensable à toute forme de vie. Sans eau, aucun organisme, qu'il soit végétal ou animal, simple ou complexe, petit ou gros, ne peut vivre.

I-3- Les ressources en eau en Algérie

Les ressources en eau de l'Algérie sont actuellement, relativement bien connues, mais la sécheresse qui sévit depuis plus de 20 ans a amené les services du secteur de l'eau à actualiser leurs évaluations de la pluviométrie dans chaque région. Les potentialités sont actuellement évaluées à 16,3 milliards de m³ qui se décomposent comme suit :

- 9,8 milliards de m³ d'eau superficielle ;
- 1,5 milliards de m³ d'eau souterraine dans la région Nord ;
- 5 milliards de m³ d'eau souterraine dans la région du Sahara septentrional. (Arfa, 2008).

I-4- Utilisation de l'eau

L'eau est utilisée dans plusieurs secteurs. Dans l'industrie l'eau peut participer au processus industriel proprement dit, ou être utilisée dans le lavage et l'évacuation des déchets mais aussi pour le refroidissement des installations ou pour faire fonctionner les chaudières. (Barhoumi-Andeani et *al.*, 2004).

D'après la FAO, l'agriculture irriguée représente 20% de la superficie totale de terres cultivées dans le monde. Cette consommation d'eau dans ce secteur peut s'expliquer par l'irrigation massive dans le but d'assurer des rendements maximums. (Anonyme, 2015).

L'eau peut aussi être utilisée quotidiennement par les ménages dans l'alimentation humaine, Les soins d'hygiène, Nettoyage...etc.

I-5- Les eaux usées

I-5-1- Les eaux usées résiduelles

Les eaux usées sont toutes les eaux parvenant dans les canalisations d'eaux usées dont les propriétés naturelles sont transformées par les utilisations domestiques, l'industrie, l'agriculture, aussi les eaux de pluie qui s'écoulent dans ces canalisations. Leur qualité très médiocre exige une épuration avant leur rejet dans le milieu naturel. (Bliefert et Perraud, 2001 ; Sadi et Mellal, 2006).

I-5-2- Origines des eaux usées

➤ Les eaux usées domestiques

Elles comprennent les eaux vannes issues des WC caractérisées par une forte teneur en azote organique et ammoniacale et de germes pathogènes et les eaux usées ménagères issues des autres activités domestiques (cuisines, salle de bain, lavage,...etc.). (Bahroun et Kherici Bousnoubra, 2011 ; Behra, 2013).

➤ Les eaux usées industrielles

Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des hydrocarbures...etc. (Daffri, 2008).

➤ Les eaux pluviales

L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...). (Lakhdari, 2011).

➤ Les eaux agricoles

Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargées d'engrais phosphatés, azotés et de résidus issus de l'utilisation de pesticides, conduisent par ruissellement à une pollution des cours d'eau.

I-6- La pollution des eaux

En 1965, le Comité scientifique officiel de la Maison-Blanche pour la protection de l'environnement a défini La pollution comme une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme le sous-produit de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les modalités de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes et encore la santé humaine. (Bourrinet et *al.*, 2008).

I-6-1- Les sources de la pollution des eaux

Les rejets polluants présentent principalement trois origines distinctes ; ils peuvent en effet d'origine :

- Urbaine (activités domestiques; eaux d'égout, eaux de cuisine...);
- Agricole (engrais, pesticides) ;
- Industrielle (chimie-pharmacie, pétrochimie, raffinage...). (Mekhalif, 2009).

I-6-2- Les types de pollution des eaux

➤ La pollution chimique

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories :

- **Organiques** (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols..);
- **Minérales** (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...).

➤ La pollution physique

C'est une pollution due aux agents physiques, On peut la répartir en trois classes :

- **Mécanique** : correspond aux particules solides et aux matières en suspension ;
- **Thermique** : correspond à une forte hausse ou diminution de la température d'un milieu par rapport à sa température naturelle. (Mekhalif, 2009).
- **Radioactive** : correspond aux substances radioactives issues de l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ses formes.

➤ **La pollution biologique**

Elle résulte de la présence dans l'eau de micro-organismes pathogènes (virus, bactéries, parasites) responsables de beaucoup de maladies hydriques (les hépatites virales, le choléra).

1-7- Le bassin versant de la Soummam

Vaste de 9125 km², le bassin versant de la Soummam se trouve au Nord de l'Algérie. Il est caractérisé par la présence de deux plateaux (le plateau de Bouira et le plateau de Sétif) et de la vallée de la Soummam. Il est limité au nord par les montagnes de la grande Kabylie (massif du Djurdjura), par la mer méditerranée et les chaînes côtières de la petite Kabylie. Au Sud, il est limité par les monts de Hodna. (Benhamiche, 1997).

Le système de drainage principal du bassin versant de la Soummam comprend vers l'Ouest, l'oued Sahel et ses affluents, et vers l'Est, l'oued Boussellem et ses affluents. Ces deux rivières se réunissent près d'Akbou pour former l'oued Soummam qui se jette dans la mer méditerranée à Bejaia après un parcours de 80 km environ le long de la vallée de la Soummam. (Zouggaghe et *al.*, 2014).

1-7-1- Importance économique de la vallée de la Soummam

La vallée de la Soummam joue un rôle essentiel dans le développement économique national et régional.

Dans le domaine agricole elle représente un potentiel important de terres irrigables économiquement. Ces terres sont situées sur les bordures immédiates de l'oued Soummam.

Les principales spéculations agricoles sont les agrumes, olives, les vignes, les arbres fruitiers et les cultures maraichères.

La région abrite un certain nombre de villes et de villages qui attirent et sédentarisent de plus en plus la population montagnarde de la région.

Dans le domaine de la communication, elle représente un axe très important et vital, à la fois régional et national sur le plan routier (RN12, RN24, RN26), ferroviaire (voie ferrique Bejaia Alger), portuaire (port de Bejaia) et aérien (aéroport de Bejaia).

Elle est emprunté sur toute sa longueur par l'Oléoduc Hassi Messaoud/Bejaia qui assure l'acheminement, jusqu'au port de Bejaia, d'une partie du pétrole extrait du Sud.

L'industrie quant à elle, occupe une place importante dans le développement économique de la région. Notamment avec l'expansion des zones industrielles d'Akbou, El kseur, et de Bejaia. (Adjaoud, 2006).

1-7-2- Importance écologique de la vallée de la Soummam

a) La faune

❖ Les mammifères :

L'inventaire des mammifères dans la vallée de la Soummam fait apparaître la présence de 41 mammifères dont 26 sont protégés par la loi soit 63,41% du patrimoine mammalogique.

❖ Les oiseaux :

Quatre catégories d'oiseaux ont été décrites par Dahmana (2003), le long de la Soummam, représentées comme suit :

- les estivants nicheurs : 29 espèces ;
- les sédentaires nicheurs : 39 espèces ;
- les hivernants : 10 espèces ;
- les visiteurs de passage (pré ou post nuptial) : 10 espèces.

Parmi les espèces inventoriées, 29 (soit 27,61%) jouissent de statut d'espèces protégées par la loi algérienne (décret n°83-509 du 20 août 1983 complété par l'arrêté du 17 janvier 1995), dont 9 rapaces, 5 échassiers, 2 oiseaux d'eau, 4 passereaux et 9 autres.

❖ Les macro-invertébrés :

Les études précédentes sur l'oued Soummam, Zougaghe (2003), Haddadi et Benmouhoub (2002), Rahmani et Kharouni (2005), ont dressé des listes systématiques qui révèlent la présence de 34 taxons repartis en 4 classes (insectes, oligochètes, hydracariens et gastéropodes).

❖ L'ichtyofaune :

Le peuplement ichtyologique de l'oued Soummam est représenté par 19 espèces réparties en 11 familles ;

Le cours principal de la Soummam depuis Akbou jusqu'à El-kseur est représenté par 10 espèces, où on remarque l'absence des espèces d'eau saumâtre tels que les Moronidae et les espèces à affinité marine tels que les Scianidae et les Carangidae. (Adjaoud, 2006).

b) La flore

La vallée de la Soummam est marquée par la présence d'une végétation naturelle arbustive. Elle occupe une superficie de 27 364 hectares, caractérisée par la présence de nombreux essence ligneux voir les plus dominant comme : le chêne liège, le pin d'Alep, le chêne vert et le peuplier.

En plus des forêts naturelles, il existe aussi des forêts artificielles à Eucalyptus camaldulensis qui a été introduite d'Australie. (Chenni, 2005).

La ripisylve de l'oued Soummam est constituée essentiellement de :

- Peuplier blanc (*Populus alba*) l'espèce la plus dominante ;
- Des plantes lianescentes comme la Salse pareille (*Smilax aspersa*);
- Des espèces buissonnantes comme la Ronce (*Rubus ulmofolius*), le rosier toujours vert (*Rosa sempervirens*) ;
- Ricin (*Ricinus communis*);
- Des herbacées hautes représenté par le roseau (*Arundo donax*) ;

Des graminées constituant des zones claires au bord du lit et à la lisière de la ripisylve ainsi que de nombreuses cultures : maraichère, arbres fruitiers, agrumes, oliveraie...etc.

❖ La flore algale :

Les études précédentes révèlent la présence de 57 genres répartis en 128 espèces. (Chenni, 2005).

- Les Schizophytes : 18 genres répartis en 60 espèces.
- Les Chlorophytes : 12 genres repartis en 37 espèces.
- Les Chromophytes : 13 genres repartis en 24 espèces.
- Les Euglénophytes, le moins représenté soit 7 espèces identifiées.
- ✓ Il reste encore de nombreuses formes indéterminées.

1-7-3- Origines de la pollution de l'oued Soummam

- Origine urbaine

La quantité d'eau usée domestique déversée dans l'oued Soummam et ses affluents est importante et dépasse les 29 810 m³/j. (Abderrahim, 2007).

La plupart des centres urbains situés le long de la vallée de la Soummam déversent leurs eaux usées directement dans l'oued et ce, sans aucun traitement à l'exception de certaines collectivités qui possèdent leurs bassins de décantation).

- Origine industrielle

Les établissements industriels rejettent plusieurs types d'eaux usées, dont le volume et le degré de contamination sont très variables. En règle générale, on distingue les eaux de procédé, les eaux de refroidissement, plus ou moins contaminées et les eaux sanitaires. De même, les stations de lavages et graissage ainsi que des fabricants de carrelage déversent leurs rejets dans l'oued Soummam. (Mouni, 2004).

- Origine agricole

Elle peut se manifester sous 3 formes :

- les différents engrais chimiques et les pesticides périmés ;
- les huileries traditionnelles et modernes ;
- les abattoirs.

A- Les polluants organiques

1- Le cyanure

C'est un composé chimique ayant comme radical l'ion cyanure (CN^-) ; les cyanures sont présent dans l'eau sous forme d'acide cyanhydrique ;

➤ Effets du cyanure

▶ Sur l'environnement

- **La faune** : une concentration de 1mg/l de cyanure pendant quelques heures est mortelle pour les truites et de 0,08 mg/l pour les invertébrés ;
- **La flore** : une concentration de 0.03 mg/l de cyanure est mortelle pour les algues. (Gaujous, 1995).

▶ La santé humaine

L'effet toxique principal est l'hypoxie tissulaire subaiguë, aiguë ou suraiguë par fixation de l'ion CN^- sur le fer ferrique de la cytochrome-oxydase au niveau de la chaîne respiratoire mitochondriale. (Botta et Bellon, 2004).

2- Les substances contribuant à l'eutrophisation

Des éléments tels que l'azote et le phosphore constituent des éléments nutritifs (nutriments) indispensables aux végétaux. Ces substances présentes en trop grande quantité suite à des rejets intempestifs, favorisent le phénomène de l'eutrophisation. (De Viller et *al.*, 2005).

- **L'eutrophisation** : déséquilibre d'un écosystème aquatique dû à un excès de nutriments provenant des activités humaines. Il se traduit par une croissance excessive d'algues et une diminution de l'oxygène dissous. (Raven et *al.*, 2009).

Selon Lévêque (1996), la modification de la production primaire résultant de l'eutrophisation a des effets sur différents niveaux de la pyramide biologique.

Chapitre II Impacts des polluants de l'eau sur l'environnement et la santé humaine

Les substances responsables de l'eutrophisation des cours d'eaux sont :

2-1- Le phosphore total

Le phosphore se retrouve dans l'environnement sous forme de phosphates. Les phosphates sont des substances importantes pour le corps humain car elles entrent dans la composition de l'ADN, et participent à la distribution d'énergie. (Ramade, 2002).

➤ Impacts du phosphore sur la santé humaine

- **Intoxication aiguë** : Maux d'estomac, vomissement, fatigue, Saignement du nez, Urines albumineuses ;
- **Intoxication chronique** : Caries dentaires, anémies profondes. (Kazouit et Hamadache, 2006).

2-2- L'azote

L'azote est un élément de numéro atomique $Z=7$, dont le corps simple est un gaz dans les conditions ordinaires. (Ramade, 2002).

Le cycle de l'azote et ces différentes étapes conduisent à la formation de différents composés (ammonium, nitrite, nitrate) qui peuvent présenter des risques pour l'environnement et la santé humaine.

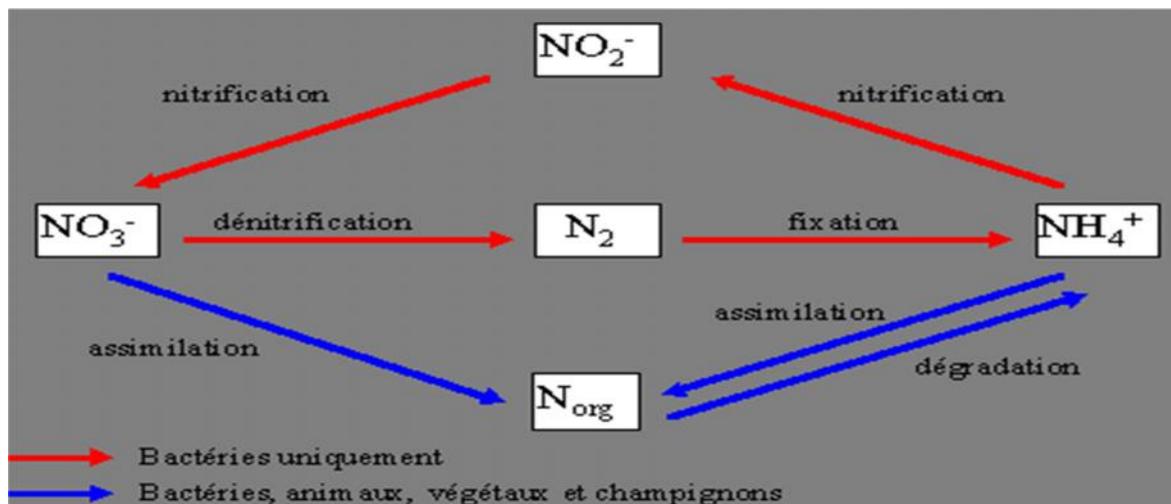


Figure n° 1 : Cycle de l'azote (<http://mars.reefkeepers.net>)

2-3- Nitrates et nitrites

Les nitrates et les nitrites sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium, présent dans l'eau et le sol, qui est oxydé en nitrites par les bactéries du genre *Nitrosomonas*, puis en nitrates par les bactéries du genre *Nitrobacter*. (Chaussé et al., 2003 ; Maiga, 2005).

➤ Effets des nitrites

▸ Sur l'environnement

• La faune :

- **Effets aigüé** : difficultés respiratoires, une faiblesse généralisée et une coloration brune du sang ;
- **Effets chroniques** : un retard de croissance, des avortements, stérilité, des goitres, des avitaminoses A. (Lacaze, 1996).

-

• La flore :

- Diminution du poids sec, de la croissance des feuilles et une perte du rendement de production ;
- Sensibilité chez : pommiers, poiriers, salade. (Bliefert et Perraud, 2001).

▸ Sur la santé humaine

Les nitrites dans l'eau de boisson sont mis en cause dans la cyanose du nourrisson (méthémoglobinémie du nourrisson) qui conduit à une hypoxie tissulaire. Ceci est dû à l'incapacité de la méthémoglobine à transporter l'oxygène ;

Les nitrosamines se forment quand des nitrites se combinent avec certaines amines ou amides, formant diverses formes moléculaires de nitrosamines dont l'effet cancérigène a été prouvé chez l'animal et doit être considéré comme probable chez l'homme. (Botta et Bellon, 2004).

B- Les polluants inorganiques

1- Pollution par Les métaux lourds

Les activités humaines agricoles, urbaines et industrielles, sont à l'origine d'une contamination de notre environnement par les métaux lourds. Alors que de nombreuses molécules organiques peuvent être dégradées, les métaux lourds ne le peuvent pas et leur concentration augmente régulièrement dans les sols et les eaux.

2- Définition des métaux lourds

Les métaux lourds sont des éléments métalliques ayant une masse volumique supérieure à 5 g/cm^3 tels le plomb, le cuivre, le nickel, le zinc, le manganèse et le chrome. Qui sont présents généralement dans l'environnement sous forme de traces. Ces éléments sont présents naturellement dans la croûte terrestre et dans tout organisme vivant à des concentrations variables suivant les milieux et les organismes. (Chiffolleau, 2001 ; Huynh, 2009 ; Zorrig, 2011).

3- Impacts des métaux lourds sur l'environnement et la santé publique

a- Le plomb

Le plomb est un métal de forte densité, de couleur grise argentée, mou, malléable, flexible et facile à laminier. C'est un polluant environnemental, on le trouve surtout au voisinage des sites industriels et dans les zones à fort trafic automobile. (Oulhote, 2012 ; Seddik, 2014).

❖ Effets du plomb

► Sur l'environnement

- **La faune** : intoxication des canards et des oies avec le plomb des balles perdues. (Redouani et Touazi, 2008).
- Des cas de saturnisme ont été observés chez des oiseaux ingérant des plombs de chasse. (Gaujous, 1995).
- **La flore** : le plomb parvient dans les plantes à travers les racines et empêche la synthèse de la chlorophylle ;

Chapitre II Impacts des polluants de l'eau sur l'environnement et la santé humaine

- Le plomb peut parvenir dans les sols, lorsque les boues d'épuration sont utilisées comme engrais. (Bliefert et Perraud, 2001).

▀ Sur la santé humaine

- **Toxicité aiguë** : troubles digestifs, douleurs et crampes abdominales et vomissements;
- **Toxicité chronique** :
 - **Le saturnisme** : présence du plomb dans le sang.
 - **Effets hématologiques** : Une anémie, d'une part, par l'inhibition de l'activité des enzymes intervenant dans la synthèse de l'hème ; la Delta amino-lévilino-synthétase et la Delta amino-lévilino- déshydrase, et d'autre part, par la réduction de la durée de vie des érythrocytes ;
 - **Effets sur le système nerveux central** : irritabilité, troubles du sommeil, anxiété, perte de mémoire, confusion, sensation de fatigue. (Seddik, 2014).
 - **Effets sur la reproduction** : Stérilité, mortalité, morbidité post-natale et perturbation du système endocrinien. (Boukrah, 2008).
 - **Autres effets**
 - Effets dépresseurs sur la glande thyroïde ;
 - Effets sur le système immunitaire qui se manifestent par une réduction du pourcentage des cellules T. (Seddik, 2014).

b- Le zinc

Le zinc est l'un des métaux les plus abondants de la croûte terrestre. C'est un oligo-élément. Sous sa forme métallique, il possède un aspect blanc bleuté, résiste bien à la corrosion et est insoluble dans l'eau. (Robert-Nadeau, 2012 ; Elazhari, 2013).

Le zinc intervient dans les grandes voies métaboliques, soit comme constituant structural des facteurs de transcription, soit comme constituant de la structure de près de 200 enzymes telles que la phosphatase alcaline et la glutamate déshydrogénase. (Nzengue, 2008).

Chapitre II Impacts des polluants de l'eau sur l'environnement et la santé humaine

❖ Effets du zinc

▸ Sur l'environnement

➤ La faune :

- Perturbation du développement embryonnaire et effet inhibiteur sur la croissance des coquilles de certains mollusques bivalves ;
- Effet sur le développement embryonnaire et la fertilisation chez les poissons. (Kazouit et Hamadache, 2006).
- Effet négatif sur l'activité des micro-organismes et de verres de terre qui sont responsables de la décomposition de la matière organique. (Kadouche, 2013).

➤ La flore :

- Perturbation de la croissance des végétaux par détérioration de l'appareil chlorophyllien. (Gaujous, 1995).
- Diminution de la biomasse dans les sols riches en zinc. (Kadouche, 2013).

▸ Sur la santé humaine

- Diminution des fonctions immunes et une dépression respiratoire. (Nzengue, 2008).
- Une anémie sévère par interaction avec le cuivre peut survenir avec des doses peu supérieures aux apports recommandés. (Bendada et Boulakradeche, 2011).
- De très hauts niveaux de zinc peuvent endommager le pancréas et perturber le métabolisme des protéines. (Lkebir, 2013).

c- Le chrome

Le chrome est un métal dur de couleur bleu blanc. Il est présent dans l'environnement de manière ubiquitaire. (Jean, 2007 ; Affoune, 2013).

❖ Effets du chrome

▸ Sur l'environnement

- **La faune :** Chez le rat, l'inhalation de dichromate de sodium stimule le système immunitaire humoral, affecte les lymphocytes T et augmente l'activité de phagocytose des macrophages alvéolaires. (Pichard et *al.*, 2005).

Chapitre II Impacts des polluants de l'eau sur l'environnement et la santé humaine

- **La flore :** Le Cr (III) est toxique pour le navet, le blé et le sarrasin uniquement à fortes concentrations, tandis que Cr (VI) est toxique à des concentrations plus faibles. (Jean, 2007).

▀ Sur la santé humaine

- **Toxicité aiguë :** L'ingestion de fortes doses de chrome (VI) induit des vertiges, une sensation de soif, des douleurs abdominales, des diarrhées hémorragiques ;
- **Toxicité chronique :** une irritation, des démangeaisons nasales, une atrophie de la muqueuse nasale, des ulcérations et des perforations du septum nasal, des bronchites, une diminution des fonctions pulmonaires et des pneumonies. (Pichard et *al.*, 2005).
- **Cancers :** Le temps de latence des cancers est d'environ 20 ans. Le chromage électrolytique a été accusé d'excès de cancers surtout pulmonaires. (Poëy et Philibert, 2000).

d- Le cuivre

C'est un métal de couleur rougeâtre, malléable et ductile, moyennement abondant dans la croûte terrestre. Il possède une conductivité thermique et électrique exceptionnelles à température ambiante après l'argent. (Chaoui, 2013).

Le Cu est un oligo-élément essentiel entrant dans la composition de nombreuses enzymes et protéines (certains cytochromes oxydases). (Poëy et Philibert, 2000).

❖ Effets du cuivre

▀ Sur l'environnement

- **La faune :**
 - Altération des branchies et retardement de la ponte des poissons. (Gaujous, 1995).
- **La flore :**
 - Empêchement de la germination des spores (champignons). (Petit, 2001).
 - Perturbation de la croissance des végétaux à fortes doses. (Gaujous, 1995).

▀ Sur la santé humaine

- **Intoxication aiguë :** Une gastro-entérite hémorragique avec diarrhée, Une anémie hémolytique aiguë ;

Chapitre II Impacts des polluants de l'eau sur l'environnement et la santé humaine

➤ **Intoxication chronique :**

- Effets locaux et cutanés (eczéma), effets sur les tissus sanguins et endocriniens et hépatiques (hépatomégalie). (Kazouit et Hamadache, 2006).

e- Le nickel

C'est un métal de couleur blanche bleuâtre. C'est un allergène puissant, ubiquitaire et un carcinogène prouvé. C'est également un oligoélément essentiel pour l'organisme, dont les carences sont graves. (Boucheseiche et *al.*, 2002 ; Stoltz et *al.*, 2003).

❖ **Effets du nickel**

▸ **Sur l'environnement**

➤ **La faune :**

- Effet toxique pour des doses de 1mg/l chez les poissons ;
- Effets cancérogènes et tératogènes expérimentaux chez l'animal. (Gaujous, 1995).
- Effets sur la reproduction des bivalves à des concentrations très élevées. (Chiffolleau, 2001).

➤ **La flore :**

- Effets toxiques sur le maïs se traduisent par un ralentissement de croissance des racines et par une diminution du nombre de grains par épi, ce qui implique une diminution significative de la production du maïs. (Baba Ahmed, 2012).
- L'ajout de nickel sur les sols, inhibe la croissance des racines de l'orge et des feuilles de la tomate. (Jean, 2007).

▸ **Sur la santé humaine**

- **Toxicité aiguë :** maux de tête, vertiges, nausées, vomissements, insomnie et irritabilité, de cyanose, de tachycardie, de symptômes gastro-intestinaux occasionnels et de perturbations visuelles.
- **Chronique :** bronchite chronique, emphysème, asthme, stimulation du système immunitaire et cancer des poumons et du nez. (Jean, 2007).

f- Le manganèse

Le manganèse est un métal dur. Il fait partie des oligoéléments indispensables au bon fonctionnement de l'organisme. Le manganèse représente environ 0,1 % de la croûte terrestre ;

❖ Effets du manganèse

► Sur l'environnement

- **La faune** : toxicité chez les amphibiens et les poissons ;
- **La flore** : sensibilité chez les algues ;

► Sur la santé humaine

- **Toxicité aiguë** : fièvre des métaux et pneumonie au manganèse. (fièvre, toux, une expectoration visqueuse). (Pourcher et Rémillard, 2009).
- **Toxicité chronique** : Atteintes du système nerveux central. Les symptômes sont à la fois des troubles psychiatriques et des atteintes purement neurologiques. (Bisson et *al.*, 2012).

g- Le fer

Le fer est un oligoélément indispensable à tous les êtres vivants. (Ramade, 2002). En présence de l'oxygène le fer change son état d'oxydation de Fe^{2+} à Fe^{3+} . Le fer participe, en tant que cofacteur enzymatique, au processus aussi importants et divers que la respiration, la photosynthèse, la fixation de l'azote inorganique, la production et consommation de l'hydrogène, le transport d'oxygène, la synthèse de l'ADN et la régulation de l'expression de l'information génétique. (Sabri, 2008).

❖ Effets du fer

► Sur l'environnement

- **La flore** : toxicité chez le riz par de petites taches rougeâtres à brunes sur les feuilles matures qui brunissent puis se dessèchent ce qui réduit la croissance du riz qui cause ainsi une chute de productivité. (Wopereis et *al.*, 2008).

Chapitre II Impacts des polluants de l'eau sur l'environnement et la santé humaine

► Sur la santé humaine

- Un faible niveau de Fer chez l'homme cause l'anémie, qui peut être imputable à des causes d'ordre nutritionnel, notamment la carence en Fer, à des troubles inflammatoires ou infectieux et à des pertes de sang.
- Le mécanisme toxique principal du Fer réside dans sa capacité à induire la formation de radicaux libres, avec, pour conséquence, une peroxydation lipidique. (Bendada et Boulakradeche, 2011).

h- L'aluminium

L'aluminium (Al) est un métal blanc, léger, solide, mou et pliable. L'aluminium est très largement utilisé dans l'industrie. L'aluminium est le métal le plus répandu sur l'ensemble de l'écorce terrestre (8,13 %). (Cunat, 1999 ; Karbouj, 2008).

❖ Effets de l'aluminium

► Sur l'environnement

- **La faune :** Effet toxique sur les poissons au niveau des branchies où il peut endommager l'épithélium respiratoire et perturber l'osmorégulation. (Van Coillie et al., 1983).
- **La flore :** Blocage des divisions cellulaires au niveau des racines et éventuellement des bourgeons aériens à fortes doses. (Boyer, 1977).

► Sur la santé humaine

- Effets neurologiques graves (encéphalopathies) chez les insuffisants rénaux dialysés ;
- Possible relation entre l'ingestion de très faibles doses d'Al durant de très longues périodes et la maladie d'Alzheimer. (Poëy et Philibert, 2000).
- Diminution de la synthèse d'ADN et une altération de l'ARNm, par une inhibition de l'ARN polymérase et une accumulation d'erreurs lors de la réplication de l'ADN. (Karbouj, 2008).

1- Présentation de l'entreprise DANONE Djurdjura Algérie

1.1- Historique

a- Groupe DANONE

Les origines du groupe DANONE remontent à 1966, lors que la fusion de deux sociétés verrières française, glaces de Boussois et verrerie Sonchoir Newrsel, a donné naissance à la société Boussois Souchon Neuversel (<< BSN>).

b- Partenariat<< DANONE DJURDJURA ALGERIE SPA>>

En octobre 2001, le leader mondial des produits laitiers frais << Groupe DANONE>> a conclu un accord de partenariat avec la laiterie DJURDJURA, leader du marché Algérien des produits laitiers frais (PLF). Après l'année 2002 consacrée à rénover le site d'Akbou et à mettre en place des outils industriels nécessaires à l'expansion future, la marque DANONE a été lancée en août 2002.

1.2- Situation géographique

DANONE DJURDJURA ALGERIE est implantée dans une zone industrielle « TAHARACHT Akbou » qui constitue un véritable carrefour économique de Bejaia, et qui est composée d'environ 50 unités de productions agroalimentaires.

DDA est située à 60km de la wilaya de Bejaïa et à 170 km à l'ouest de la capitale Alger



Figure n° 2 : Zone d'étude (google earth, 2015)

2- La station d'épuration des eaux usées de Danone Djurdjura Algérie

La station d'épuration des eaux usées industrielles de DDA est une unité de dépollution des eaux usées avant leur rejet vers le milieu naturel (dans l'oued Tifrih qui se divise après dans l'oued Soummam). C'est un enchainement de procédés physico-chimiques avec des rôles et traitements différents. (Anonyme, 2012).

La station traite un volume de $1481\text{m}^3/\text{jour}$ d'eau usée et rejette un volume de $1385\text{m}^3/\text{jour}$ d'eau épurée.



Figure n° 3 : Station d'épuration de Danone Djurdjura Algérie

- **Dans la zone industrielle, l'unité de production de DDA a un réseau séparatif :**
 - Un réseau pour les eaux pluviales ;
 - Un réseau pour les eaux usées urbaines ;
 - Un propre réseau pour les eaux usées industrielles.

- **L'effluent qui arrive à la STEP parvient uniquement de l'usine, il est essentiellement composé de :**
 - Eaux de lavage (soude, acide) ;
 - Eaux de rejets des osmoseurs ;
 - Pertes de lait principalement pour causes :
 - Présence d'antibiotiques dans le lait de vache ;
 - pH acide.
 - Pertes semi-finies pour causes :
 - mouillage du produit ;
 - pH acide ;
 - long séjour du produit dans les tanks ;
 - texture.

❖ Fonctionnement

Les effluents arrivent directement de l'usine à la STEP par un réseau d'assainissement fait spécialement pour ça et se déversent dans un bassin ou se fait le 1^{er} relevage pour l'analyse au laboratoire.

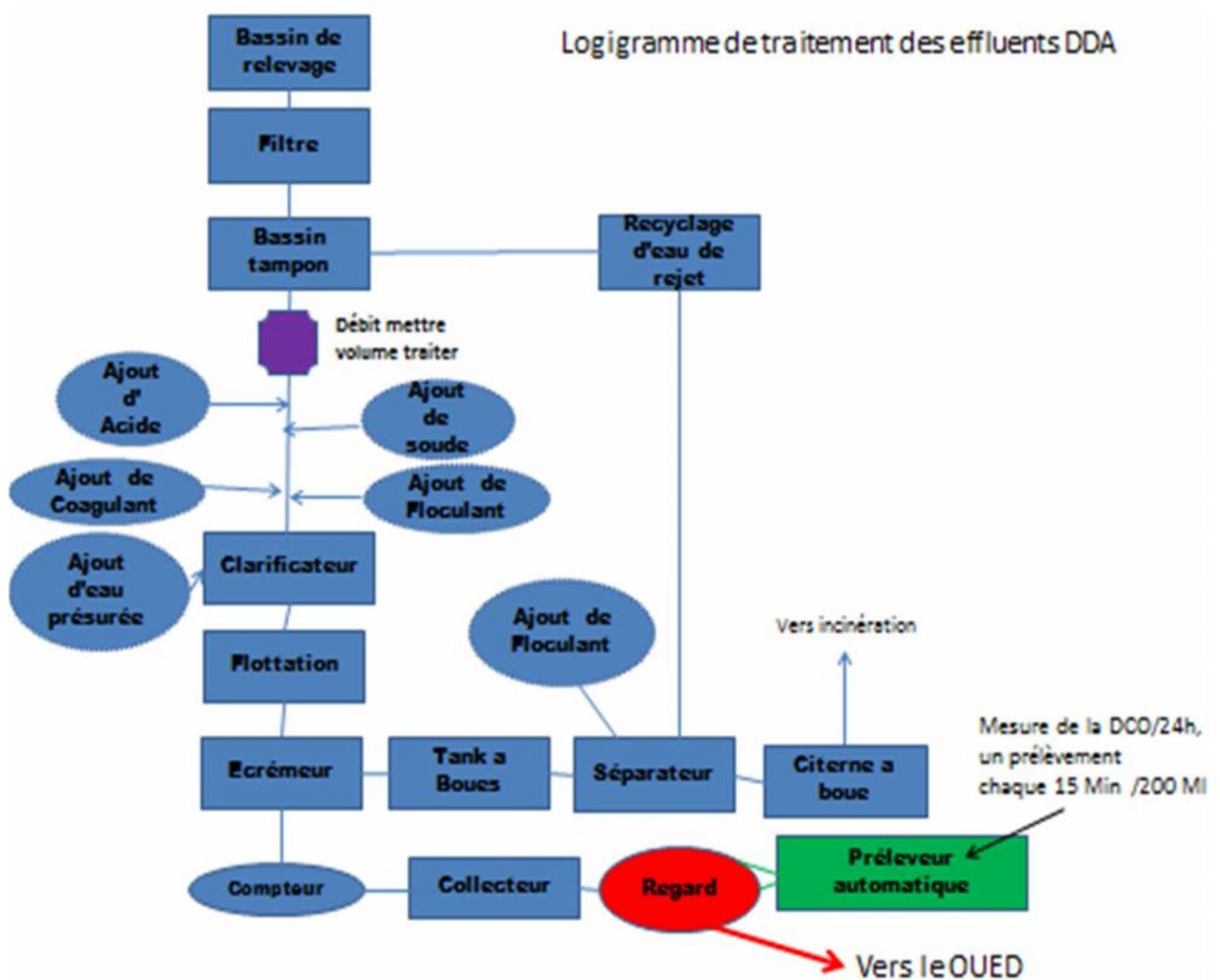


Figure n° 4 : Schéma des différentes étapes de traitement des eaux usées au niveau de la STEP DDA (Guide de l'opérateur de la STEP DDA).

- **Filtres à tamis :**

Les effluents déversés passent par deux filtres à tamis pour extraire les déchets volumineux tels que les bouts de plastique ou de papier.

- **Bassin tampon**

Sur une base journalière on peut rencontrer d'importantes variations de débit et de nature des effluents (eau de lavage, acide, soude...), ce qui induit d'importantes variations du pH. Des bassins tampons sont nécessaires pour équilibrer les flux entrants.

La STEP de DDA est dotée d'un bassin tampon d'un volume de 112,3 m³.

- ✓ **Procédés de neutralisation**

La neutralisation au sein de la STEP DDA se fait par adjonction automatique de réactifs chimiques grâce à deux pompes, une qui dose de la soude caustique (NaOH) pour la désacidification, l'autre qui dose de l'acide sulfurique (H₂SO₄) pour l'acidification.

- **Coagulation/floculation**

La coagulation et la floculation sont au cœur du traitement de l'eau. Premièrement, on ajoute un coagulant (sulfate d'aluminium), un produit qui aura pour effet de neutraliser la charge des particules colloïdales (responsables entre autre de la couleur et de la turbidité) de façon à ce qu'elles ne se repoussent plus les unes des autres. Une fois cette étape accomplie, on injecte un flocculant ou aide coagulant (polymère) qui aura pour effet d'agglutiner toutes les particules devenues neutres c'est-à-dire les rassembler ensemble pour qu'elles forment des flocons assez gros pour faciliter leur évacuation après flottation. (Hamed et *al.*, 2012).

Il faut noter que la coagulation n'est correcte qu'à l'intérieur d'une zone de pH bien déterminée (un pH compris entre 6,30 et 7,20 pour le sulfate d'aluminium).

- **Flottation :**

La flottation s'effectue dans le clarificateur, elle consiste à séparer les particules en suspension dans l'eau en les fixant autour de bulles de gaz. A l'inverse de la sédimentation, les particules remontent pour être concentrées dans une mousse surnageant en surface. La mousse est par suite récoltée par raclage et mise dans des bassins à boues. Le dégagement de gaz est obtenu par détente d'une eau pressurisée produite par un saturateur.

L'eau débarrassée des matières en suspension qui sort claire du clarificateur est déversée dans le collecteur principal à la sortie STEP, doté d'un préleveur automatique pour l'analyse des eaux au laboratoire, puis cette eau sera déversée dans le milieu naturel.

- **Décanteur de boues**

Cette étape du traitement permet de diminuer le volume des boues en évacuant l'eau qu'elles contiennent par centrifugation (dans le décanteur) des boues avec rajout de polymère, ces boues ont alors un aspect pâteux. Les boues traitées seront stockées dans des citernes puis évacuer pour incinération.

L'eau extraite des boues est déversée dans le collecteur principal à la sortie STEP puis vers le milieu naturel.

Si l'eau à la sortie n'est pas assez claire elle ne sera pas rejetée vers le milieu naturel mais sera reconduite vers le bassin tampon pour la recycler.

3-Techniques d'analyse

3-1- Echantillonnage

Le prélèvement à des fins d'analyse, est effectué avec des préleveurs automatiques à deux endroits précis, l'un à l'entrée de la STEP (eaux usées brutes) et l'autre à la sortie de la STEP (eaux usées épurées), effectuant des échantillonnages proportionnels au temps. Toutes les quinze minutes un prélèvement de 200 ml est effectué et mis dans un bocal réservé à cet effet. Les échantillons soigneusement étiquetés et conservés à 4°C seront transportés jusqu'au laboratoire dans un laps de temps ne dépassant pas les 24 heures.



Figure n°5 : Préleveur automatique



Figure n°6 : échantillons entrée et sortie STEP

3-2- Matériel utilisé

Le matériel ainsi que Les réactifs utilisés dans les mesures des paramètres physico-chimiques sont fabriqués par HACH Lang, et le matériel est décrit dans la liste suivante :

Des Pipetes de 1.0 ml, 2.0 ml, 5.0 ml, 10.0 ml, 20.0 ml, un pH mètre, un turbidimètre 2100 NTU, un conductimètre, un tube d'effluent, des éprouvettes de réaction, un dessiccateur XM 60, une plaque chauffante, un chronomètre, un spectrophotomètre, des flacons, des agitateurs magnétiques, des étuis, un oxymètre, des pastilles de NaOH, des cuves de réactif, des cuves rectangulaires (50 mm) et des béchers.

3-3- Mesure des paramètres physico-chimiques

a- Le pH

Le pH mesure la concentration en ion H^+ de l'eau, il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14; 7 étant le pH à neutralité.

Principe : connaître l'acidité ou l'alcalinité d'une eau.

Protocole :

- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée, la Sécher et la mettre dans la solution tampon pH=7, puis à pH= 4 après rinçage ;
- Plonger l'électrode dans l'échantillon d'eau à analyser, puis lire la valeur du pH Après stabilisation.

b- La turbidité

La turbidité traduit la présence de sédiments et autres matières en suspension dans l'eau (débris organique, organismes microscopique...). Elle est mesurée à l'aide d'un turbidimètre.

Une importante turbidité de l'eau entraîne une réduction de sa transparence qui réduit la pénétration du rayonnement solaire utile à la vie aquatique (photosynthèse).

Principe : la mesure traduit la présence de particules en suspension (débris organiques, argile, organismes microscopiques...).

Protocole :

- Allumer le turbidimètre et appuyer sur la touche calibration ;
- Mettre le tube d'effluent dans la fente réservée à cet effet, le résultat est immédiatement donné en NTU.



Figure n° 7 : Turbidimètre

c- La conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La mesure de la conductivité renseigne sur la teneur en matières dissoutes dans l'eau sous forme d'ions chargés électriquement. La conductivité est généralement mesurée en micro-Siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Principe : la détermination de la conductivité permet d'évaluer le taux des ions conducteurs dans l'effluent.

Protocole :

- Rincer la sonde du conductimètre avec de l'eau distillée et la plonger dans l'échantillon et lire la valeur dans le conductimètre après stabilisation en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

d- Les matières en suspension

Les MES représentent des impuretés non dissoutes dans l'eau, sont très diverses tant par leur nature que par leur dimension ;

Les MES diminuent la pénétration de la lumière dans l'eau, recouvrent les organismes aquatiques, apportent des polluants toxiques insolubles et envasent les voies d'eau. Les MES

rendent l'eau turbide et réduisent ainsi la profondeur de la pénétration de la lumière. Les MES qui sédimentent et forment une couche sur les barrières de corail et les bancs de coquillage peuvent obstruer les branchies et l'appareil nourricier de nombreux animaux aquatiques. (Raven et *al.*, 2008).

Principe : on évalue le poids sec du résidu obtenu par séchage de l'échantillon.

Protocole :

- Allumer le dessiccateur et le mettre à 0 (la tare) ;
- Mettre 3 ml d'effluent dans la coupelle de dessiccateur et appuyer sur START ;
- Sécher l'effluent pendant 10 à 15 min à une température de 105°C à 120°C ;
- Le résultat s'affiche en pourcentage (%) ; Utiliser la règle de trois pour la valeur en mg/l.

e- La demande chimique en oxygène

La DCO se définit par la quantité d'oxygène qu'il faut fournir à un échantillon pour oxyder par voie chimique les matières oxydables (organiques biodégradables ou non) qu'il contient. La matière organique sera transformée en gaz carbonique (CO₂) et en eau (H₂O). Elle est exprimée en mg/l.

Principe : on évalue la quantité d'oxygène (en mg/l), utilisé par les réactions d'oxydations à partir de la mesure du résidu au bout de 2h. L'oxydation s'effectue à chaud en milieu acide en présence d'un excès d'oxydant.

Protocole :

- Mélanger le contenu des cuves (65% d'acide sulfurique, sulfate de mercure et bichromate de potassium) pour avoir une solution homogène ;
- Pipeter 0,5 ml d'échantillon et bien mélanger le contenu puis chauffer dans la plaque chauffante pendant 120min à 148°C ;
- Sortir la cuve chaude, la retourner 2 à 3fois avec précaution et Laisser refroidir pendant 15min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre à 605 nm.



Figure n° 8 : Cuve pour analyse de la DCO

f- La demande biologique en oxygène

La demande biologique en oxygène (DBO_5), d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommée par les micro-organismes aérobies présents ou introduits dans cet échantillon pour réaliser la dégradation des composés biodégradables présents.

Principe : la DBO est mesurée au bout de 5 jours (DBO_5) à 20°C (température favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d' O_2) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite).

Protocole :

- Pipeter le volume nécessaire d'effluent dans le flacon réservé à cet effet, ajouter l'agitateur dans le flacon et deux pastilles de NaOH dans l'étui réservé à cet effet et remettre le bouchon sur le flacon ;
- Appuyer sur les touches S et M simultanément jusqu'à ce que le zéro s'affiche ;
- Mettre le flacon dans l'oxymètre (OXITOP) pendant 05 jours ;
- La lecture se fait au bout de 05 jours à la même heure en appuyant uniquement sur la touche M et la valeur s'affiche en mg/l ;
- Multiplier la valeur affichée par le facteur correspondant au volume utilisé.



Figure n° 9 : Oxygène

g- Le cyanure

Principe : les ions cyanure réagissent avec le chlore pour former le chlorure de cyanogène qui après réaction la pyridine se condense en présence d'acide barbiturique en un composé coloré en violet.

Protocole :

- Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable des cuves (chloramine B) ;
- Dévisser le DosiCap Zip contenant de l'acide barbiturique-1, 3 diméthyl.
- Pipeter 1.0 ml d'échantillon puis, visser le DosiCap Zip ; dirigeant le cannelage vers le haut et secouer énergiquement 2 à 3fois puis pipeter 1.0 ml de la solution A et bien mélanger le contenu ;
- Attendre 3 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre à 588 nm.



Figure n° 10 : DosiCap Zip

h- Le phosphore total

Principe : les ions phosphate réagissent en solution acide avec les ions molybdate et antimoine pour donner un complexe de phosphore molybdate d'antimoine, celui-ci est réduit par l'acide ascorbique en bleu de phosphoremolybdène.

Protocole :

- Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable ;
- Dévisser le DosiCap Zip contenant du peroxydisulfate de sodium métaborate de sodium et pipeter 0,4 ml d'échantillon puis visser le DosiCap Zip en dirigeant le cannelage vers le haut et secouer énergiquement 2 à 3 fois ;
- Chauffer dans la plaque chauffante pendant 60 min à 100°C ;
- Pipeter dans la cuve une fois refroidie : 0,5 ml de réactif B (LCK 348 B) contenant 16% d'acide sulfurique ;
- Visser un DosiCap C (LCK 348 C) gris sur la cuve et mélanger le contenu de la cuve ;
- Attendre 10 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre à 880 nm.

i- L'ammonium

Principe : en présence de sodium nitroprussique agissant comme catalyseur à une valeur de pH d'environ 12,6, les ions ammonium réagissent avec les ions hypochloreux et salicyliques et donnent une coloration bleue indophénol.

Protocole :

- Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable.
- Dévisser le DosiCap Zip contenant du troclosène sodique et du sodium nitroprussique et pipeter 0,2 ml d'échantillon.
- Visser immédiatement le DosiCap Zip ; dirigeant le cannelage vers le haut et secouer énergiquement 2 à 3 fois.
- Attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre à 694 nm.

j- L'azote total

Principe : l'azote de composition organique et inorganique s'oxyde en présence de peroxydisulfate et se transforme donc en nitrate, les ions nitrate réagissent dans une solution d'acides sulfurique et phosphorique avec du diméthylphénol-2, 6 en formant du nitrophénol.

Solution A : solution hydroxyde de sodium.

Solution B : tablette d'oxydant. (peroxydisulfate de dipotassium, tétraborate de disodium)

Solution C : sodium azide

Solution D : 2-propanol

Protocole :

- Doser consécutivement dans une éprouvette de réaction sèche : 0,2 ml d'échantillon et 2,3 ml de solution A (LCK 338 A), 1 tablette B (LCK 338 B) fermer immédiatement. Ne pas mélanger et chauffer directement dans la plaque chauffante pendant 60 min à 100°C ;
- Refroidir et ajouter 1 MicroCap C (LCK 338 C) ;
- Fermer l'éprouvette de réaction et mélanger jusqu'à ce que le lyophilisat du MicroCap C soit dissous et qu'il n'y ait aucune particule restante ;
- Pipeter lentement dans le test en cuve (60% d'acide sulfurique, 33% d'acide phosphorique) 0,5 ml d'échantillon désagrégé ;
- Pipeter lentement 0,2 ml de la solution D (LCK 338 D).
- Fermer immédiatement la cuve en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à qu'aucun dépôt ou agrégat ne soit observable ;
- Attendre 15 min, nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre à 345 nm.



Figure n° 11 : Tablettes B



Figure n° 12 : MicroCap

k- Les nitrates

Principe : dans une solution d'acide sulfurique et phosphorique les ions nitrate réagissent avec le 2, 6-diméthylphénol pour donner du 4-nitro-2, 6-diméthylphénol.

Protocole :

- Pipeter lentement 1.0 ml d'échantillon et 0,2 ml de la solution A (LCK 339 A) contenant du 2-propanol ;
- Fermer la cuve (60% d'acide sulfurique, 33% d'acide phosphorique) et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite ;
- Attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre à 345nm.

l- Les nitrites

Principe : les nitrites réagissent en solution acide avec les amines primaires et aromatiques pour donner des sels diazonium, ceux-ci forment avec les composés aromatiques contenant un amino-groupe ou un hydroxyle un colorant azoïque de couleur intense.

Protocole :

- Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable ;
- Dévisser le DosiCap Zip contenant le sel acide de sulfone naphthylamine 1, puis pipeter 0,2 ml d'échantillon ;
- Visser immédiatement le DosiCap Zip en dirigeant le cannelage vers le haut et secouer énergiquement 2 à 3 fois jusqu'à dissolution du lyophilisat ;
- Attendre 10 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre à 515nm.

m- Le plomb

Principe : à une valeur du pH=9, les ions plomb(II) donnent avec la 4-(2-pyridylazo)-resorcine (PAR) un complexe coloré rouge.

Protocole :

- Pipeter 10 ml d'échantillon dans une éprouvette de réaction ;
- Doser 1 cuillère du réactif A (LCK306 A) contenant le sodium salicylate ;
- Fermer l'éprouvette de réaction et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite et attendre 2 min ;
- Pipeter dans le test en cuve (cyanure de potassium), 1,5 ml de la solution B (LCK 306B) ;
- Pipeter dans la même cuve 4.0 ml d'échantillon préparé ;
- Fermer la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite ;
- Attendre 2 min ;
- Pipeter dans la même cuve 0,3 ml de la solution C (LCK 306C) ;
- Fermer la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite ;
- Bien nettoyer l'extérieur de la cuve ;
- Attendre 1 min et mesurer dans le spectrophotomètre à 520 nm.

n- Le Zinc

Principe : à une valeur de PH entre 6 et 11. Les ions zinc réagissent avec le 4-2-pyridylazo-resorcine pour donner un complexe coloré rouge-orange soluble dans l'eau.

Protocole :

- Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable de la cuve (cyanure de potassium)
- Dévisser le DosiCap Zip et pipeter 0,2 ml d'échantillon et 0,2 ml de la solution A (LCK 360 A) contenant du hydrate de chloral ;
- Visser immédiatement le DosiCap Zip, en dirigeant le cannelage vers le haut et secouer énergiquement 2 à 3 fois ;
- Attendre 3 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre à 490 nm.

o- Le chrome total

Principe : la diphényl-1, 5-carbazide réagit avec les ions-chrome VI et forme la diphényl-1, 5-carbazone qui donne avec le chrome VI un complexe coloré rouge.

Protocole :

- Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable ;
- Dévisser le DosiCap Zip et pipeter 2.0 ml d'échantillon dans la cuve (23% d'acide phosphorique)
- Visser le DosiCap Zip, dirigeant le cannelage vers le haut et secouer énergiquement 2 à 3 fois ensuite Chauffer dans la plaque chauffante pendant 60 min à 100°C ;
- Ne pas mélanger la cuve après la digestion, laisser refroidir à température ambiante ;
- Visser un DosiCap B (LCK 313 B) contenant du peroxodisulfate de sodium et métaborate de sodium de couleur orange sur la cuve mélanger ;
- Attendre 2 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre à 543 nm.

p- le cuivre

Principe : les ions cuivre I forment avec l'acide bathocuproïne disulphonique-sel disodique (BADIDI), un complexe de couleur orange. Les ions cuivre II contenus dans l'échantillon d'eau sont réduits en ions cuivre I par de l'acide ascorbique avant la formation du complexe.

Protocole :

- Pipeter 0.5 ml de la solution A (LCK 529 A) et 5.0 ml d'échantillon ;
- Fermer la cuve et mélanger jusqu'à ce que le lyophilisat du MicroCap soit parfaitement dissous ;
- Attendre 5 min et mélanger à nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre à 478 nm.

q- Le nickel

Principe : en présence d'un oxydant les ions nickel forment en solution alcaline avec de la diméthylglyoxime un complexe coloré orange brun.

Protocole :

- Doser une cuillère de réactif B (LCK 537 B) contenant du peroxydisulfate de diammonium, acide citrique ;
- Pipeter 4.2 ml d'échantillon et 0.6 ml de la solution A (LCK 537 A) contenant de l'hydroxyde de sodium ;
- Fermer la cuve et mélanger jusqu'à ce que le réactif soit totalement dissous ;
- Attendre 5 min, mélanger à nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre à 466 nm.

r- Le manganèse

Principe : les ions manganèse (II) réagissent en solution ammoniacale avec la formaldoxime pour donner un complexe coloré rouge.

Protocole

- Pipeter 20.0 ml d'échantillon dans un bécher et 1.0 ml de la solution A (LCW 032 A) contenant du cyanure de potassium et 18% d'ammoniaque et 1.0 ml de la solution B (LCW 032 B) contenant du para-aldéhyde formique et du chlorhydrate d'hydroxylamine ;
- Mélanger et attendre 2 min puis pipeter 1.0 ml de la solution C (LCW 032 C) contenant du chlorhydrate d'hydroxylamine, mélanger et laisser reposer pendant 5 min, mélanger à nouveau ensuite, transférer dans une cuve rectangulaire (50 mm) adéquate ;
- Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre à 450 nm.

s- Le fer

Principe : les ions de fer II forment avec la 1, 10-phénantroline un complexe rouge-orange. Les ions de fer III contenus dans l'échantillon sont réduits à l'état fer II avant la formation du complexe grâce à l'acide ascorbique.

Protocole :

- Pipeter 2.0 ml d'échantillon puis fermer la cuve, mélanger le contenu jusqu'à dissolution du lyophilisat ;
- Attendre 15min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre à 485 nm.

t- L'aluminium

Principe : le chromazurol S forme avec l'aluminium en milieu tampon acétate légèrement acide une laque colorée verte.

Protocole :

- Pipeter 2.0 ml de la solution A (LCK 301 A) contenant du méthanol et 3.0 ml d'échantillon ;
- Doser une cuillère rase du réactif B (LCK 301 B) ;
- Fermer la cuve et mélanger le contenu jusqu'à dissolution du lyophilisat ;
- Attendre 25 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre à 620 nm.

Dans le but d'identifier d'éventuels polluants dans les rejets liquides de la laiterie Danone Djurdjura Algérie et de connaître leurs concentrations, différentes analyses physico-chimique ont été réalisées et les résultats obtenues sont discutés ci-dessous.

1) Potentiel en hydrogène

Les mesures du pH durant la période d'étude et leurs variations sont présentées dans la figure suivante :

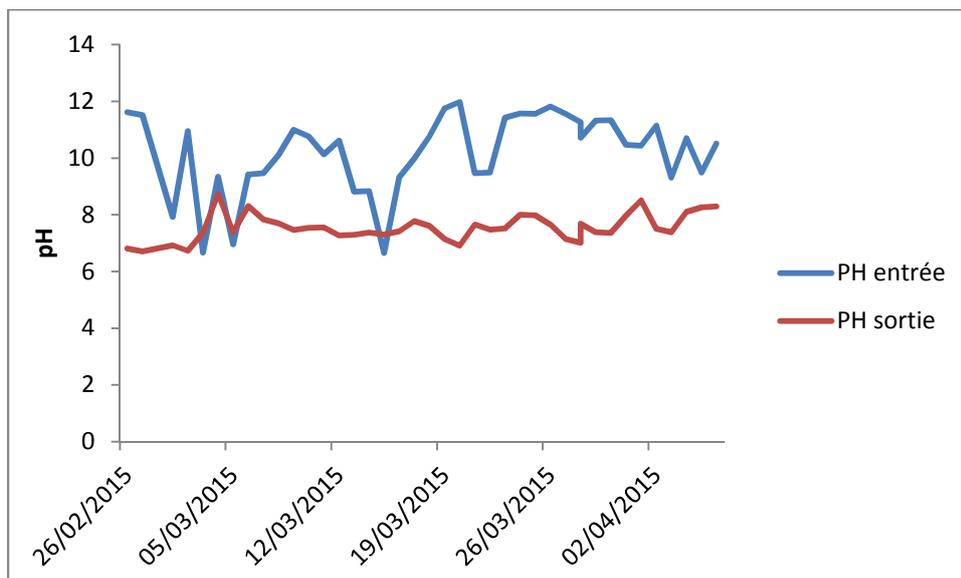


Figure n° 13 : Courbes de variations du pH à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de Danone Djurdjura Algérie durant l'étude.

Les résultats illustrés dans le tableau I (annexe I) et la figure n°13 montrent de grandes variations des valeurs du pH à l'entrée STEP (entre 6,65 à 11,98), cela est dû à la nature des rejets (pertes de produits, soude, acide), avec une moyenne de 10,20. Cette moyenne indique que les effluents de DDA sont généralement de nature alcaline et cela est dû à l'utilisation de produits basiques tels que la soude caustique.

Les valeurs du pH à la sortie STEP varient entre 6,71 et 8,74 avec une moyenne de 7,55 ce qui est conforme à la norme algérienne qui est de 6.5 à 8.5. (JORA, 2006).

Une seule valeur dépasse la norme, celle du 04/03/2015 (8,74mg/l), à cause d'un problème technique (arrêt de la pompe doseuse de l'acide sulfurique).

2) La turbidité :

Des mesures quotidiennes de la turbidité ont été faites et les résultats obtenus sont présentés dans la figure suivante :

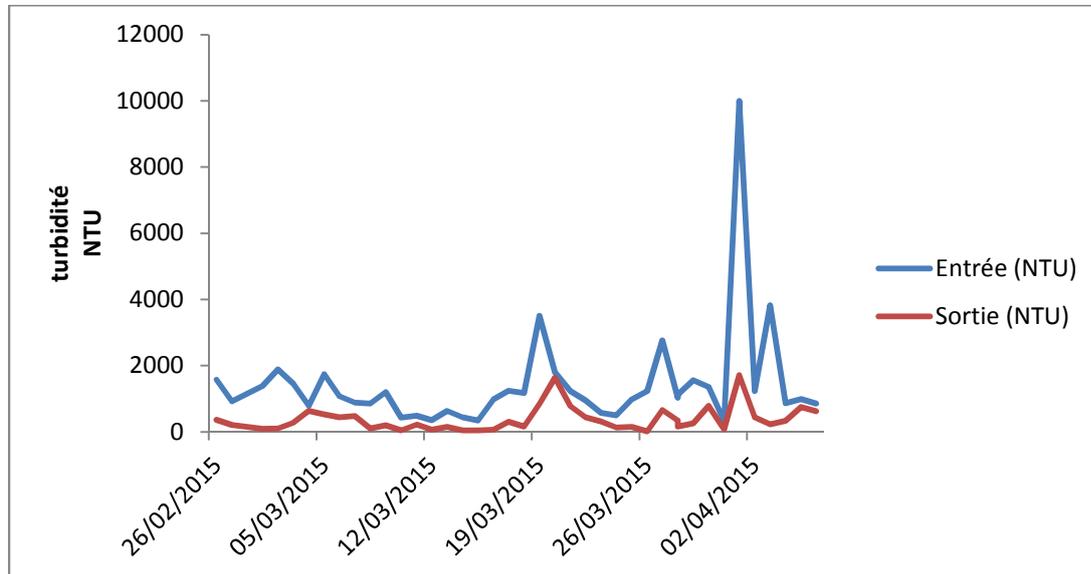


Figure n° 14 : Courbes de variations de la turbidité des rejets à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de Danone Djurdjura Algérie durant l'étude.

Les variations des valeurs de la turbidité des effluents qui arrivent à la STEP selon le tableau II (annexe II) oscillent entre 324NTU et 3827NTU avec une moyenne de 1412,57 NTU, ces énormes oscillations ont pour origines les différentes natures et quantités de rejets et aux charges importantes en matières organiques et autres matières en suspension présentes dans ces rejets.

Un pic a été enregistré le 01/04/2015 (figure n°14) en raison d'un rejet de 8 tonnes de produit non conforme (yaourt).

Les valeurs de la turbidité à la sortie STEP varient entre 19,40 NTU et 1712 NTU, avec une moyenne de 379,78 NTU. Les erreurs d'estimation des concentrations du coagulant et floculant nécessaires à la bonne épuration des eaux rejetées sont à l'origine de ces variations.

La comparaison entre les deux courbes montre que même si le traitement ne permet pas d'avoir une eau bien claire, elle diminue considérablement la charge en matière organique et en suspension.

3) La conductivité

Les mesures de la conductivité et ses variations ont donné les résultats présentés dans la figure ci-dessous :

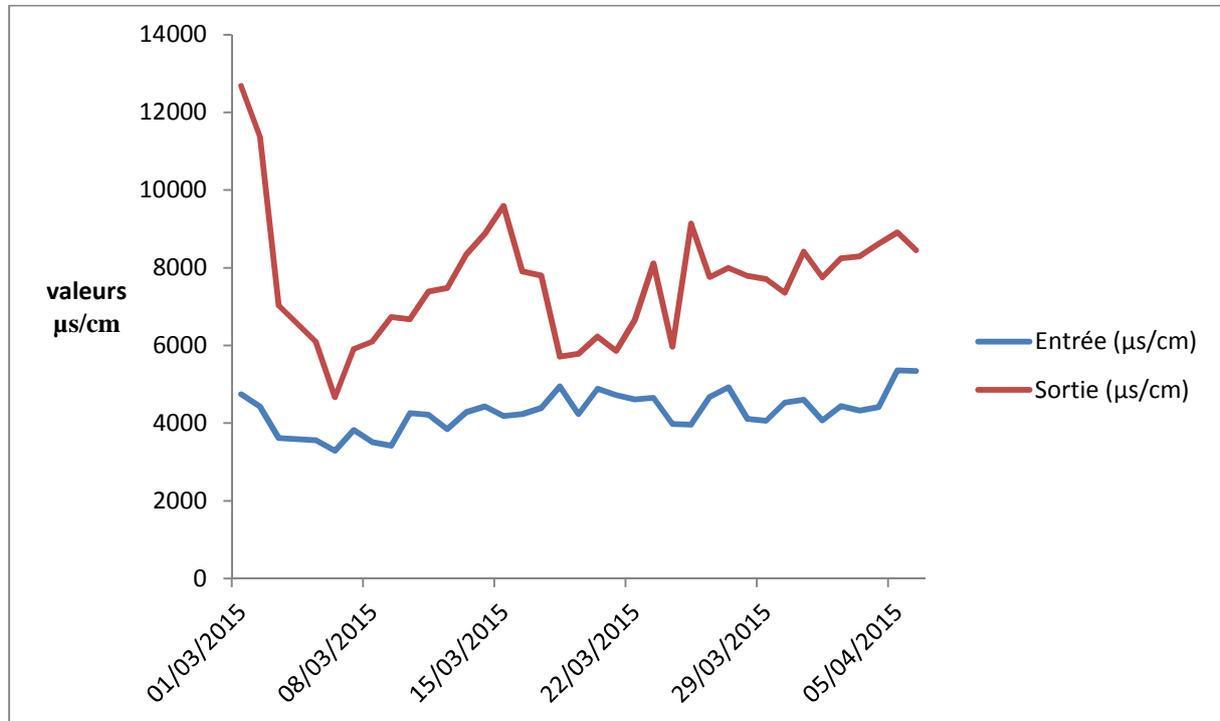


Figure n° 15 : Courbes des variations de la conductivité des rejets avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

L'analyse des effluents à l'entrée de la station présente des valeurs de la conductivité allant de 3290 µs/cm à 5360 µs/cm (tableau III de l'annexe III) avec une moyenne de 4307µs/cm. Ces valeurs élevées sont dues aux différents ions présents dans les rejets.

La conductivité des eaux à la sortie STEP varie de 4 670 µs/cm à 12 680 µs/cm avec une moyenne de 7 650 µs/cm.

La conductivité des effluents augmente à la sortie STEP par rapport à celle à l'entrée STEP cela s'explique par une augmentation des ions lors de l'ajout des différents produits de traitement (sulfate d'alumine, flocculant).

4) Les matières en suspension

Les résultats illustrés dans la figure suivante montrent l'importante charge en matières en suspension des rejets de DDA et les résultats de leur épuration.

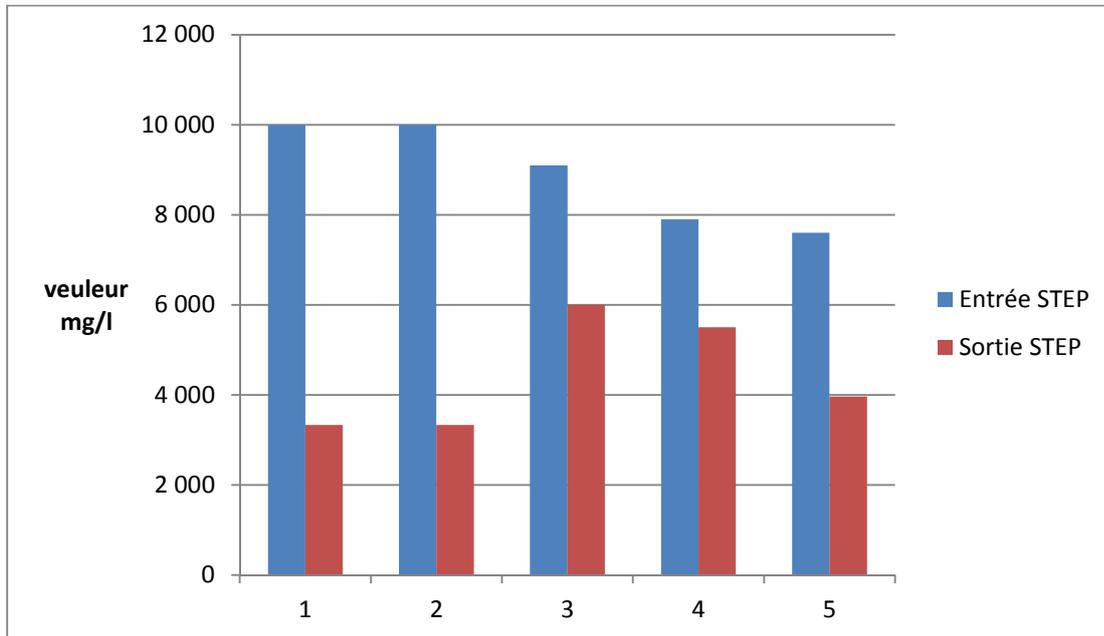


Figure n° 16 : Histogrammes représentant les variations des quantités de matières en suspension à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Les résultats du tableau IV (annexe IV) montrent une forte présence des matières en suspension dans les différents échantillons prélevés.

Les quantités de matières en suspension enregistrées à l'entrée STEP varient de 4600 mg/l à 10 000 mg/l avec une moyenne de 8 920 mg/l. ces valeurs élevées sont dues à la nature des rejets de l'industrie laitière (lait et produits issus des erreurs du process, lactosérum...)

A la sortie STEP, les quantités de matières en suspension varient de 3 333 mg/l à 6 000 mg/l avec une moyenne de 4 427 mg/l qui dépasse largement la limite de 35 mg/l fixée par la loi algérienne (JORA, 2006).

Une diminution de la quantité de matières en suspension est constatée après traitement (figure n° 16) mais reste insuffisante pour une bonne épuration, cela peut s'expliquer par la difficulté d'estimation des doses de coagulant et de floculant nécessaires au bon traitement des eaux vue la variabilité de la nature des rejets au court d'une même journée.

4) La demande chimique en oxygène

Les résultats des mesures de la DCO durant l'étude sont illustrés dans la figure suivante :

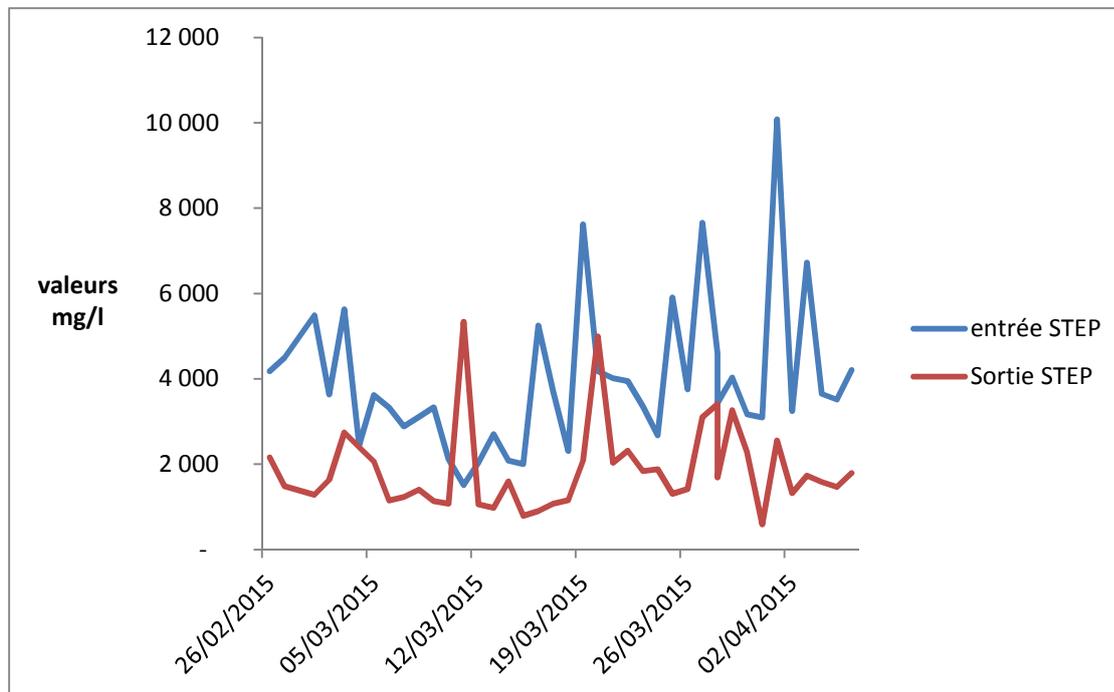


Figure n° 17 : Courbes des variations de la DCO avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

D'après les valeurs mentionnées dans le tableau V (annexe V), les valeurs de la DCO des effluents à l'entrée STEP varient de 1509 mg/l à 7655 mg/l avec une moyenne de 3967 mg/l.

Un pic de 10 080 mg/l (figure n°17) a été enregistré le 01/04/2015 en raison du rejet de 8 tonnes de produit non conforme.

Pour les valeurs à la sortie STEP, elles oscillent entre 591 mg/l et 5337 mg/l avec une moyenne de 1882 mg/l, ces valeurs dépassent largement la norme algérienne pour les eaux usées qui est de 120 mg/l. cela est dû à l'importance de la charge polluante en matières organique et minérale.

En général les valeurs de la DCO à la sortie STEP sont nettement inférieures aux valeurs de l'entrée, néanmoins deux valeurs ont été plus élevées à la sortie qu'à l'entrée STEP celles du 11/03/2015 et 20/03/2015 pour cause : le temps de séjour de l'effluent dans le bassin tampon après l'arrêt de la station pour des raisons de maintenance.

6) La demande biologique en oxygène sur 5 jours

Les mesures de la DBO_5 durant l'étude, avant et après le traitement à la STEP Danone Djurdjura Algérie ont donné les résultats illustrés dans la figure suivante :

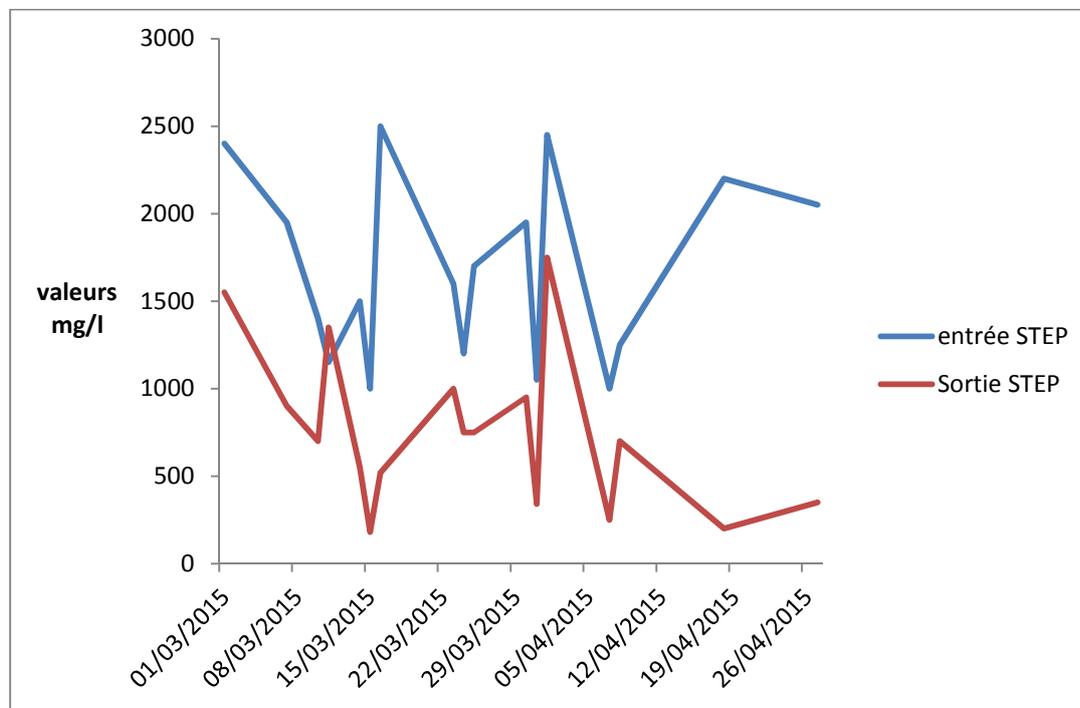


Figure n° 18 : Courbes des variations de la DBO_5 des effluents avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Les résultats représentés dans la figure n° 18 ci-dessus montrent une forte charge en DBO_5 , allant de 1000 mg/l à 1700 mg/l à l'entrée STEP (tableau VI de l'annexe VI) avec une moyenne de 1667 mg/l. ces fortes valeurs seraient liées à la charge importante en matières minérale et organique des effluents de DDA.

A la sortie STEP les valeurs sont comprises entre 180 mg/l et 1750 mg/l avec une moyenne de 752 mg/l qui dépasse fortement la norme fixée par la loi algérienne qui est de 35 mg/l.

Les valeurs de la DBO_5 diminuent nettement après traitement cependant, en date du 11/03/2015 la valeur à la sortie STEP était plus élevée qu'à l'entrée et pour cause : le temps de séjour de l'effluent dans le bassin tampon après l'arrêt de la station pour des raisons de maintenance.

7) Rapport de la demande chimique en oxygène/demande biologique en oxygène

Etude de la biodégradabilité des rejets de DDA

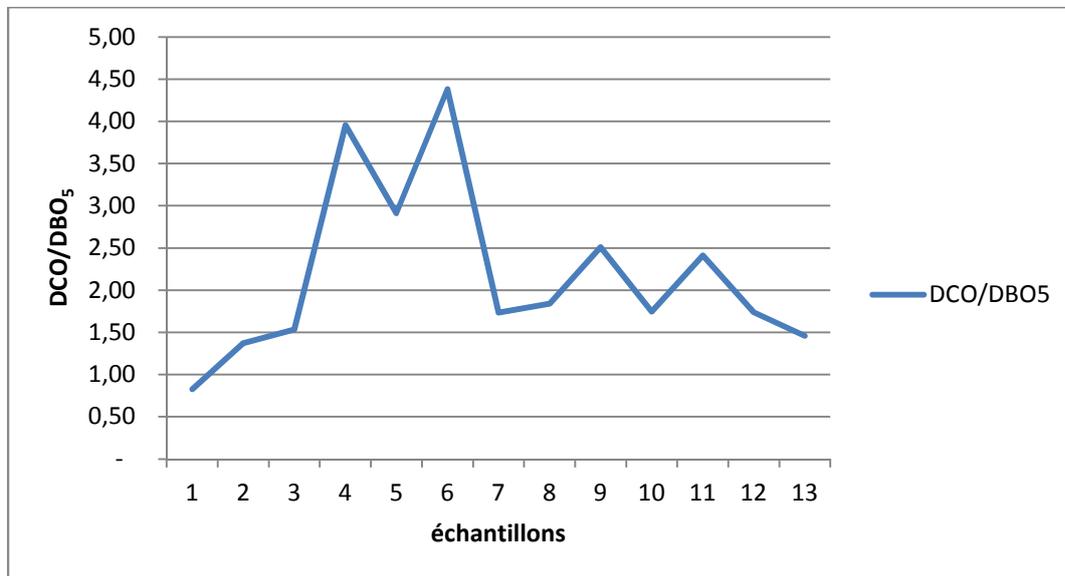


Figure n° 19 : Courbe représentant le rapport DCO/ DBO durant l'étude.

Les valeurs du rapport DCO/DBO₅ illustrées dans la figure n°19 oscillent entre 0,8 et 4,4 avec une moyenne de 2,0. Le ratio DCO/DBO₅ <3 indique que l'effluent de DDA est généralement biodégradable. Mais, le processus de biodégradabilité peut être ralenti par l'inhibition du métabolisme bactérien par de forts rejets de produits de nettoyage

Cette moyenne est comparable à celle de la majorité des industries laitières où les rapports se situent entre 1,5 et 2.

8) Le cyanure

Résultats de la mesure du cyanure dans les effluents de Danone Djurdjura Algérie avant et après le traitement.

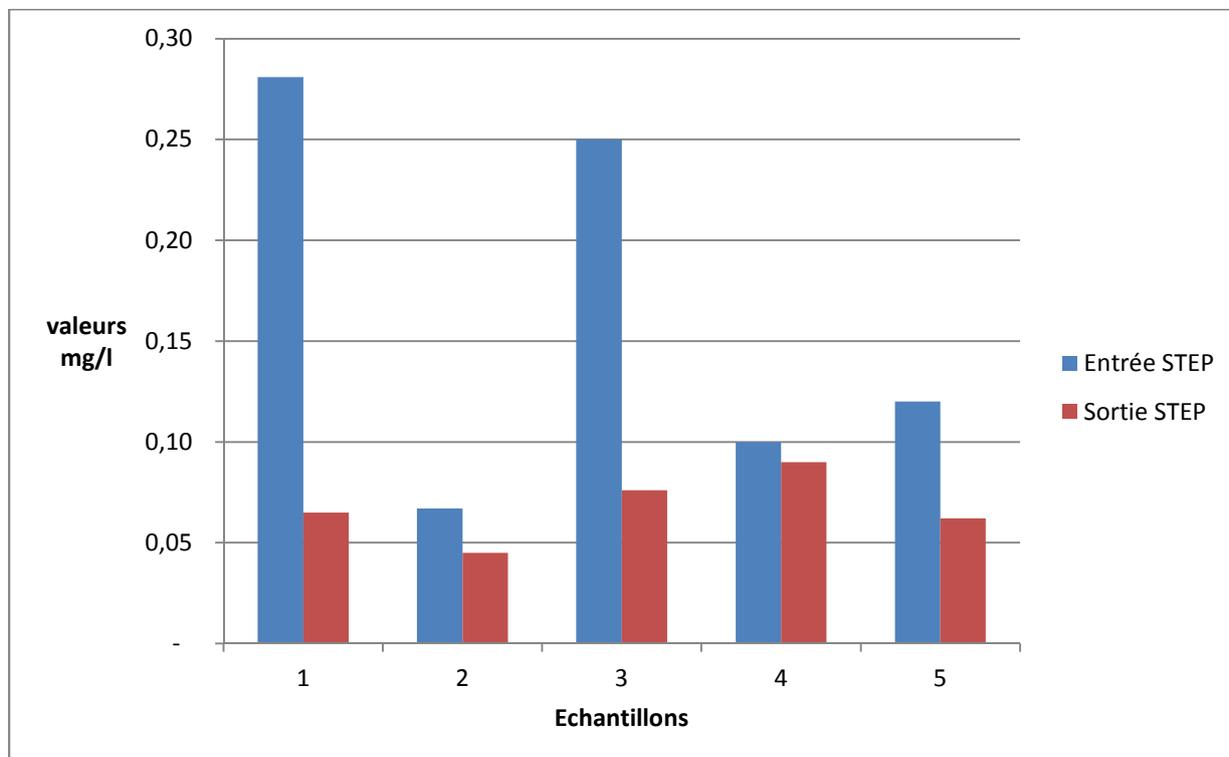


Figure n° 20 : Histogrammes représentant les variations des teneurs en cyanures des rejets avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Les teneurs en cyanures dans les effluents à l'entrée STEP enregistrent des concentrations allant de 0,07 mg/l à 0,28 mg/l avec une moyenne de 0,16 mg/l (tableau VII de l'annexe VII).

Après traitement les teneurs en cyanures diminuent considérablement (figure n°20) et varient entre 0,05 mg/l et 0,09 mg/l avec une moyenne de 0,07 mg/l qui ne dépasse pas en général la norme algérienne qui est de 0,07 mg/l. néanmoins certaines valeurs dépassent cette norme en raison des fortes charges en matières organiques.

9) Le phosphore total

Les teneurs en phosphore enregistrées durant l'étude, avant et après le traitement à la STEP Danone Djurdjura Algérie sont représentées dans la figure ci-dessous :

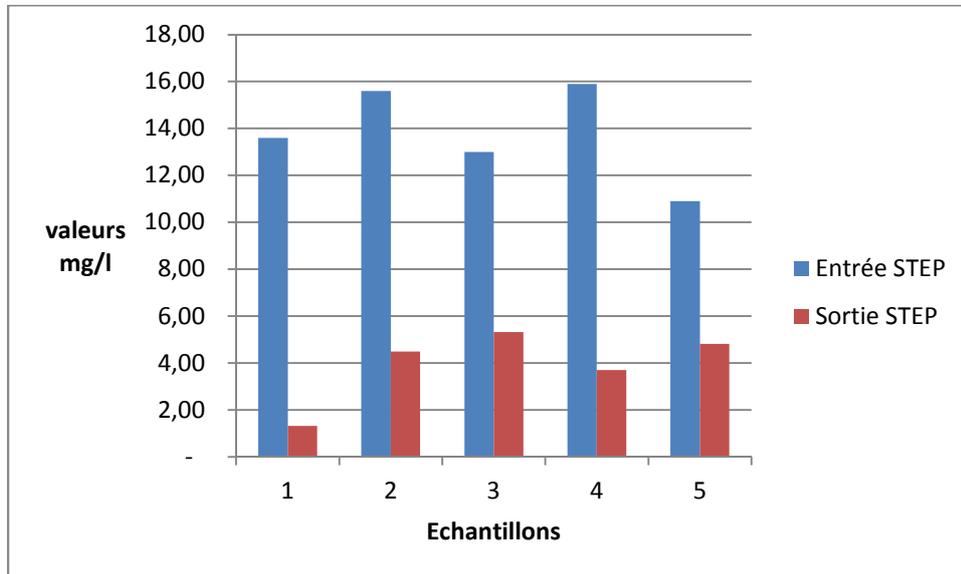


Figure n° 21 : Histogrammes présentant les variations des teneurs en phosphore dans les rejets avant et après traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Les teneurs en phosphore des eaux à l'entrée STEP présentées dans le tableau VIII (annexe VII) varient de 10,90 mg/l à 15,90 mg/l avec une moyenne de 13,80 mg/l et sont dues aux charges importantes de matières organiques et minérales dans ces rejets.

Les teneurs en phosphore après le traitement de l'effluent diminuent comme le montre la figure n°21 et varient entre 1,32 mg/l et 5,32 mg/l avec une moyenne de 3,93 mg/l au-dessous de la norme algérienne qui fixe les teneurs en phosphore dans les rejets liquides industriels à 10 mg/l.

10) L'ammonium

Mesure des teneurs en ammonium dans les rejets de DDA durant l'étude avant et après leur passage par la station d'épuration.

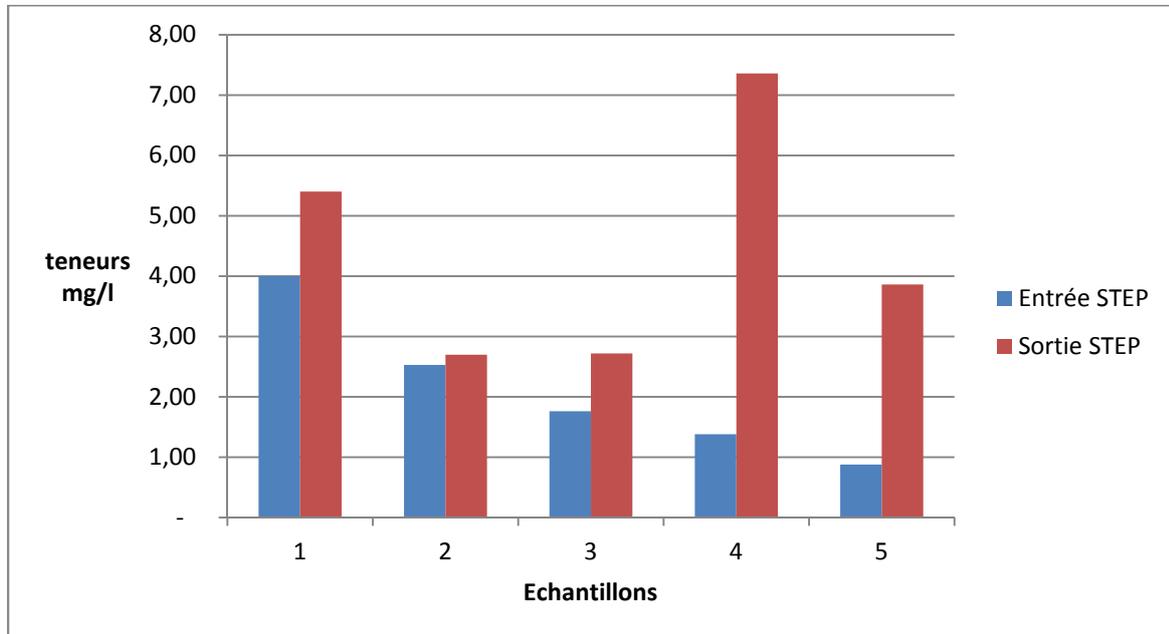


Figure n° 22 : Histogramme montrant les teneurs en ammonium à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Les teneurs en ammonium dans les effluents de DDA à l'entrée de la STEP varient de 0,88 mg/l à 4 mg/l avec une moyenne de 2,11 mg/l (tableau IX de l'annexe VII) ces variations suivent les différentes natures et quantités des rejets.

A la sortie STEP les teneurs en ammonium oscillent entre 2,70 mg/l et 7,00 mg/l avec une moyenne de 4,41 mg/l qui dépasse la norme algérienne fixée à 3 mg/l.

L'augmentation des teneurs en ammonium après le passage des eaux par la STEP (figure n° 22) se traduit par un processus de dégradation incomplète de la matière organique renfermant des composés azotés et cela lors du temps de séjour de l'effluent dans la station d'épuration.

11) L'azote total

Les mesures de l'azote total des effluents de DDA avant et après le traitement ont donné les résultats illustrés dans la figure suivante :

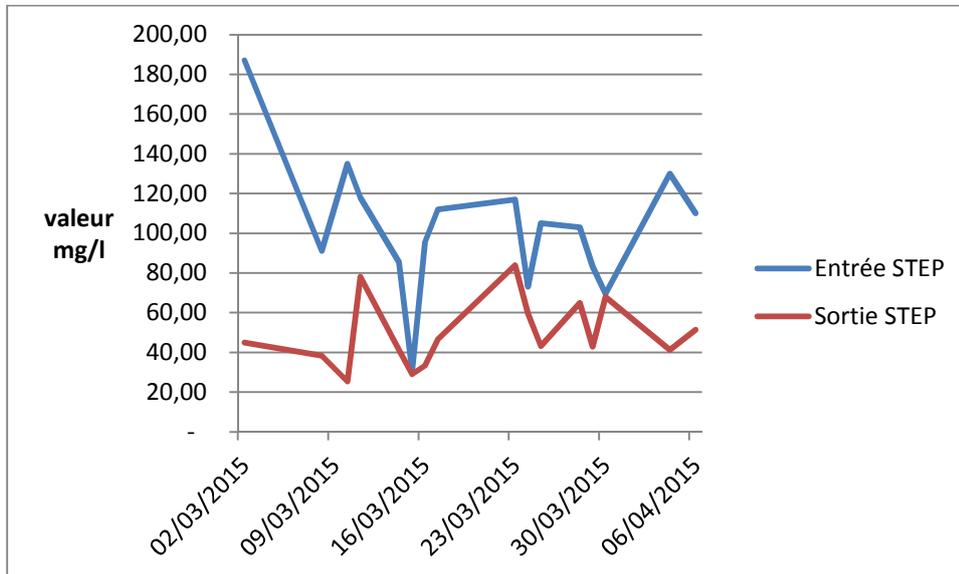


Figure n° 23 : Courbes représentant les variations des teneurs en azote total des effluents avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Les teneurs en azote des rejets de DDA à l'entrée STEP enregistrent de grandes variations allant de 30,60 mg/l à 187 mg/l (tableau X de l'annexe VIII), avec une moyenne de 102,85 mg/l. cela s'explique par la nature organique des rejets et la variation des quantités rejetées.

Les résultats obtenues après traitement montrent que les teneurs en azote diminuent après traitement (figure n° 23) allant de 25,30 mg/l à 83,90 mg/l avec une moyenne de 49,48 mg/l dépassant la norme algérienne qui est de 30 mg/l (JORA, 2006). Cela est dû aux fortes charges des effluents en matières organique (protéines) ou minérale (ammoniaque, nitrates).

Les teneurs élevées en azote contribuent à l'enrichissement des cours d'eaux en nutriments et augmentent les risques d'eutrophisation. (Genin, 2003).

12) Les nitrates

Teneurs en nitrates des effluents de DDA avant et après le traitement durant l'étude

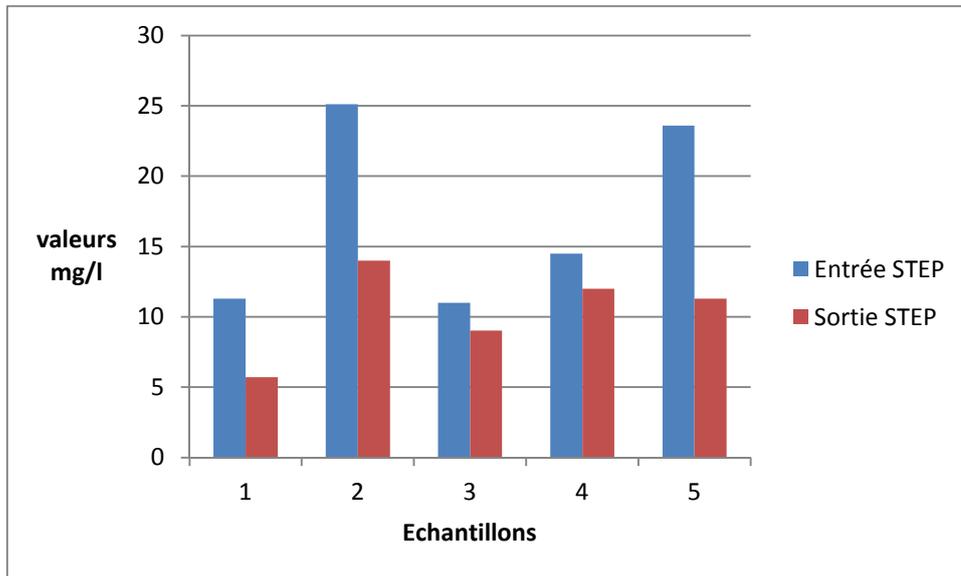


Figure n° 24 : Histogrammes montrant les variations des teneurs en nitrates dans les eaux des rejets avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Les résultats illustrés dans le tableau XI (Annexe IX) indiquent que les teneurs en nitrates dans les rejets de DDA varient de 11 mg/l à 25 mg/l avec une moyenne de 17,7 mg/l. Ces nitrates dans les rejets proviennent de la dégradation des matières organiques et la transformation des nitrites en nitrates par les bactéries telles que les *nitrobacters*.

A la sortie STEP les teneurs en nitrates diminuent par rapport aux rejets initiaux (figure n°24) et varient entre 5,7 mg/l et 14 mg/l avec une moyenne de 10,4 mg/l largement inférieure à la limite fixée par la loi algérienne qui est de 50 mg/l. la baisse des teneurs en nitrates après traitement s'explique par la diminution des quantités de matières organiques.

13) Les nitrites

Les mesures des teneurs en nitrites présentes dans les rejets de DDA avant et après le traitement ont donné les résultats illustrés dans la figure ci-dessous :

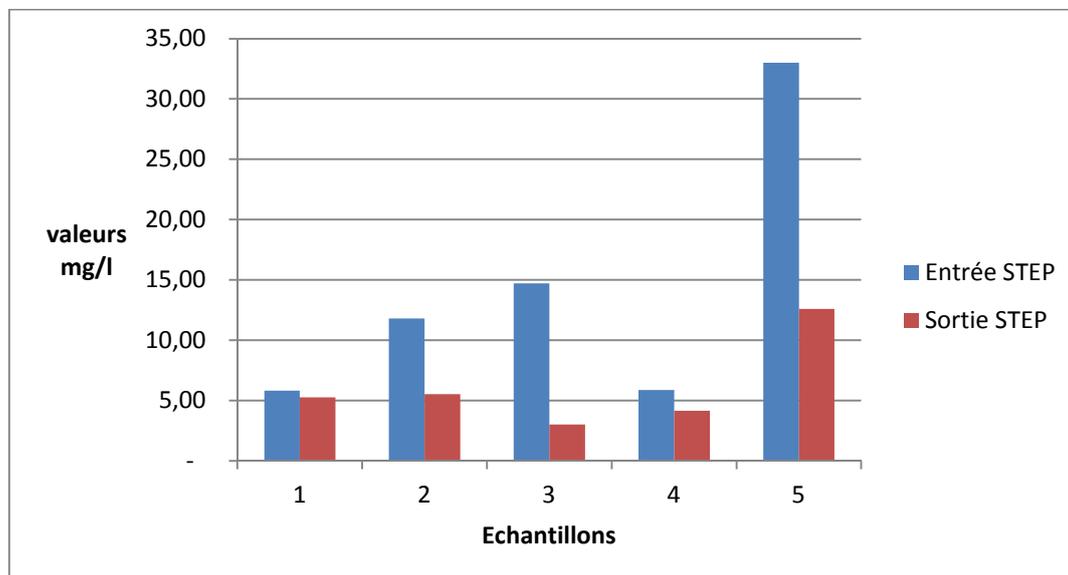


Figure n° 25 : Histogrammes des variations des teneurs en nitrites dans les rejets avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Les résultats observés (tableau XII (Annexe IX) montrent de grandes variations des teneurs en NO_2^- entre les différents échantillons à l'entrée STEP allant de 5,81 mg/l à 33 mg/l avec une moyenne de 14,24 mg/l. cela s'explique par les variations de la nature et des quantités de matières organiques renfermant des composés azotés.

Le pic observé le 31/03/2015 (figure n°25, échantillon n°5) correspond au déversement de 6,5 tonnes de produits non conformes.

A la sortie STEP les valeurs enregistrées oscillent entre 3 mg/l et 12,60 mg/l avec une moyenne de 6,10 mg/l dépassant largement la norme algérienne fixée à 0,02 mg/l.

Les valeurs enregistrées à la sortie STEP indiquent que le traitement a permis de diminuer les teneurs en nitrites dans les eaux des rejets mais pas suffisamment pour que l'eau soit bien épurée en cause : la nature des rejets (lait, produit issu des erreurs de process...) qui renferment des composés azotés.

14) Le plomb

Les résultats des mesures des teneurs en plomb durant l'étude sont illustrés dans la figure suivante :

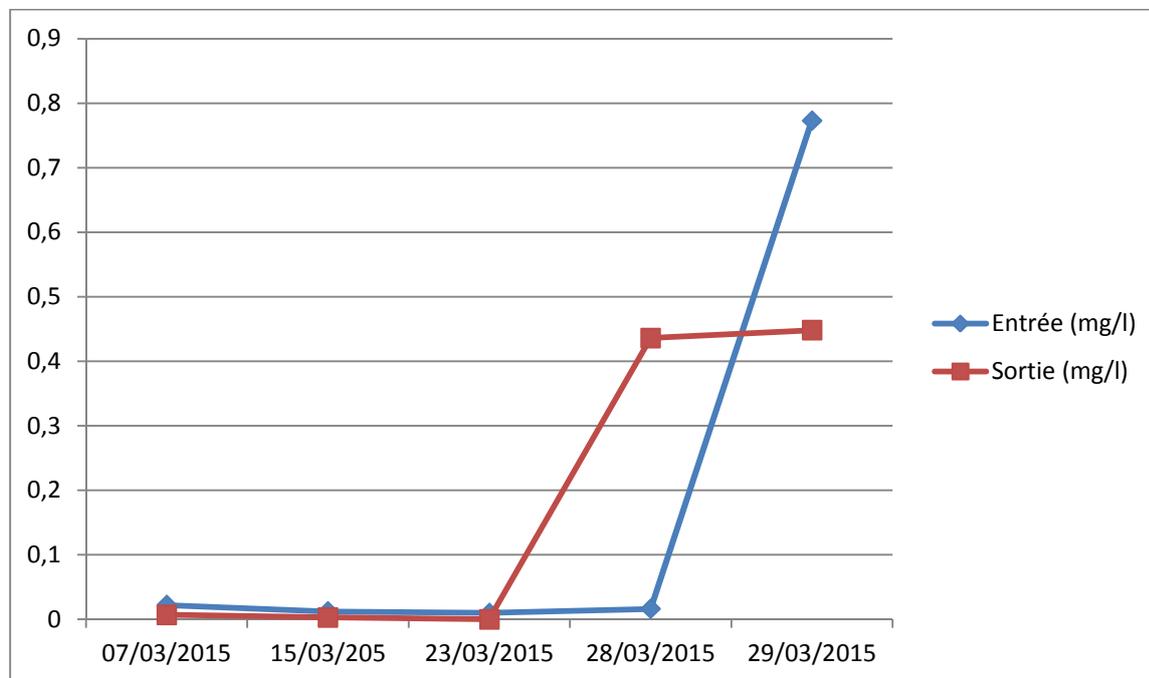


Figure n° 26 : Courbes des variations des teneurs en plomb dans les rejets avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Les résultats rapportés dans le tableau XIII (Annexe X) montrent que les teneurs en plomb des effluents à l'entrée STEP varient entre 0,010 mg/l et 0,773 mg/l avec une moyenne de 0,166 mg/l. Ces valeurs peuvent être expliquées par la nature et les quantités des rejets qui varient d'un jour à l'autre.

A la sortie STEP, les teneurs en plomb varient entre 0,003 mg/l et 0,448 mg/l avec une moyenne de 0,223 mg/l. Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne exigée sur les rejets liquides industriels qui est de 0,500 mg/l.

Les teneurs en plomb qui augmentent après le traitement (figure n°26) peuvent s'expliquer par l'utilisation de grandes quantités de coagulant qui contient du plomb dans sa composition.

15) Le zinc

Les teneurs en Zn présentes dans les rejets de DDA avant et après le traitement durant l'étude sont présentées dans la figure suivante :

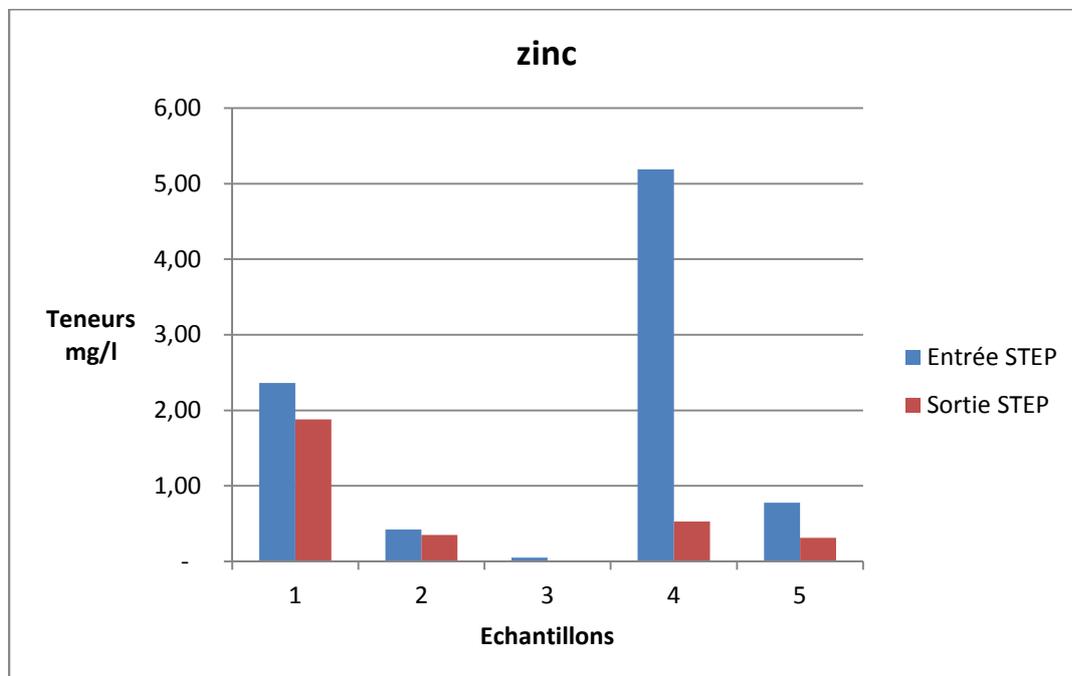


Figure n° 27 : Histogrammes illustrant les variations des teneurs en zinc dans les rejets avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Les teneurs en zinc à l'entrée STEP varient de 0,05 mg/l à 2,36 mg/l (tableau XIV de l'annexe X) avec une moyenne de 1,76 mg/l. un pic a été enregistré le 24/03/2015 (figure n°27) pour cause le rejet de 900 kg de produit non conforme. Les grandes variations des teneurs en zinc entre chaque rejet sont dues aux différentes natures et quantités de rejets (eaux de lavage, lactosérum, produits non conformes).

Les teneurs en zinc à la sortie STEP varient entre 0,01 mg/l et 1,88 mg/l avec une moyenne de 0,61 mg/l inférieure à la limite tolérée par la loi algérienne qui est de 3 mg/l (JORA, 2006)

La diminution des teneurs en zinc après traitement est le résultat du piégeage des particules de zinc dans les floes.

16) Chrome

Les teneurs en chrome dans les rejets de DDA obtenues durant l'étude sont représentées dans la figure ci-dessous.

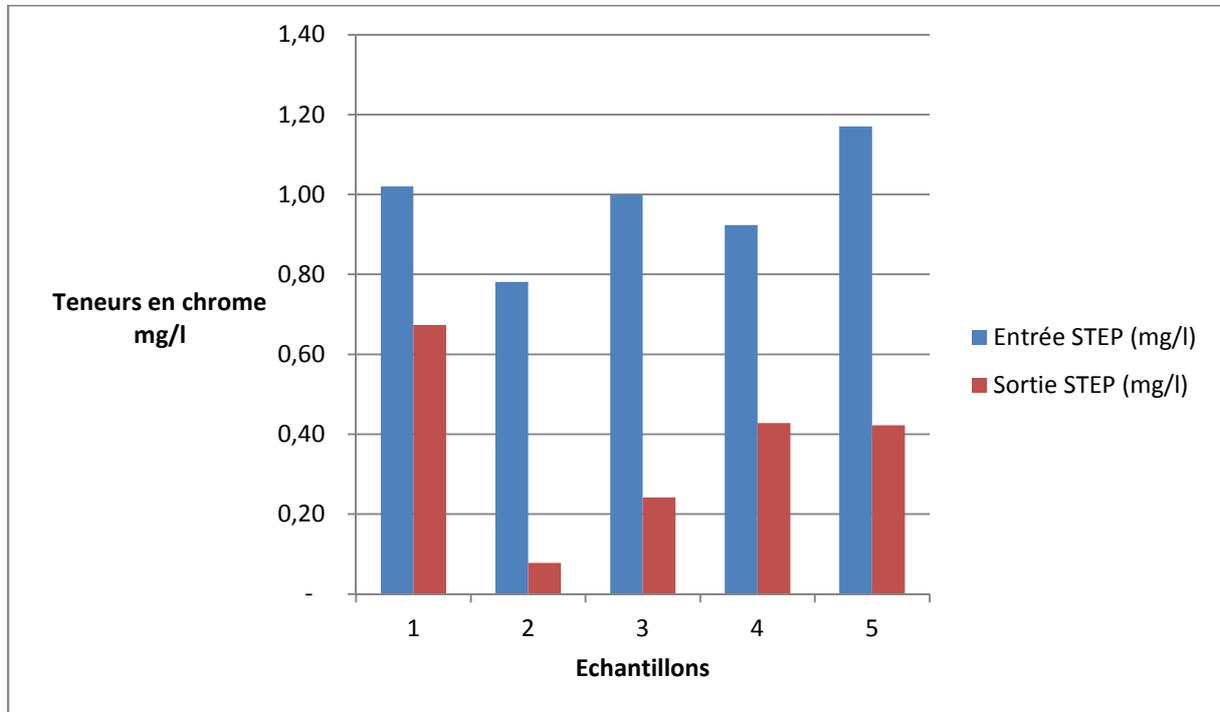


Figure n°28 : Histogrammes présentant les variations des teneurs en chrome à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Le tableau XV (annexe XI) montre que les teneurs en chrome à l'entrée STEP varient de 0,78 mg/l et 1,17 mg/l avec une moyenne de 0,98 mg/l.

A la sortie de la STEP les teneurs en chrome dans les rejets diminuent de façon significative par rapport à l'entrée STEP (figure n°28), et varient entre 0,08 mg/l et 0,67 mg/l avec une moyenne de 0,37 mg/l qui, en général ne dépasse pas les 0,5 mg/l limité par la norme algérienne (JORA, 2006).

17) Le cuivre

Les mesures du cuivre dans les effluents de DDA durant l'étude, avant et après le traitement ont donné les résultats illustrés dans la figure suivante :

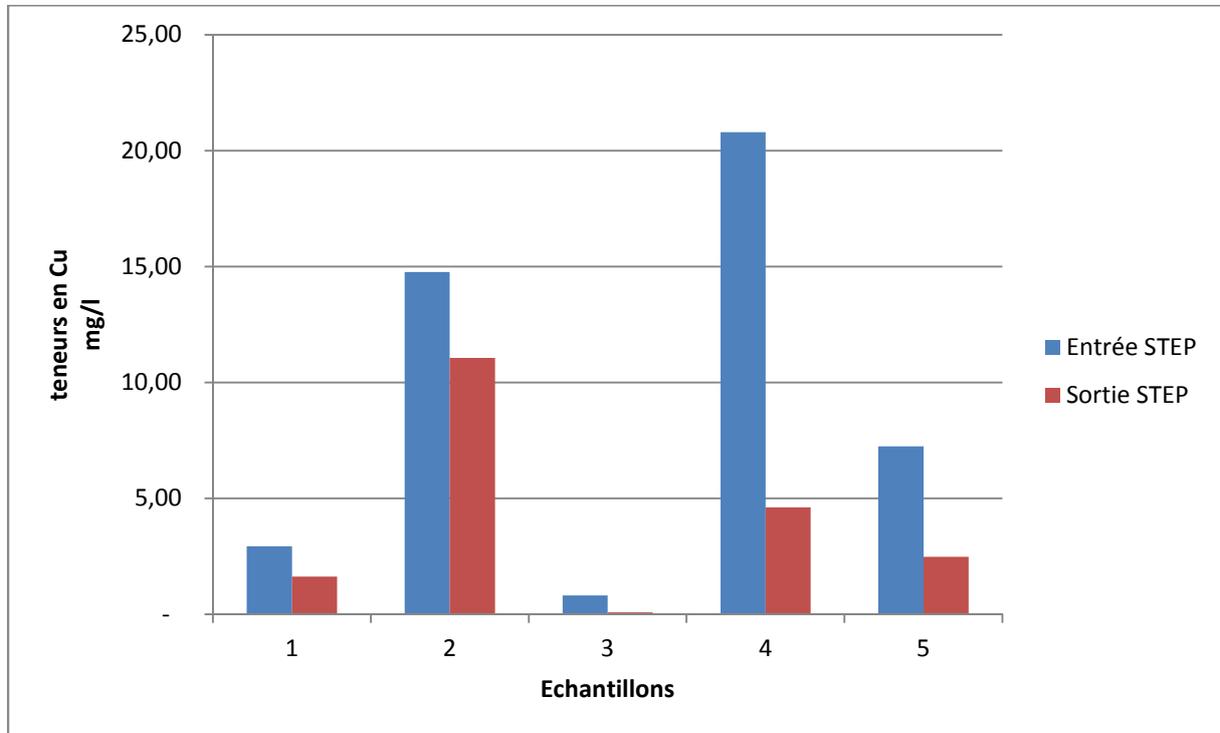


Figure n° 29: Histogrammes illustrant les différentes teneurs en cuivre des effluents à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de DDA durant l'étude.

De grandes variations des teneurs en cuivre sont illustrées dans le tableau XVI de l'annexe XI allant de 0,82 mg/l à des pics de 14,77 mg/l et 20,80 mg/l (figure n°29). Les valeurs élevées correspondent aux journées d'utilisation du sulfate de cuivre (anti-algue) pour la décontamination.

Les teneurs en cuivre à la sortie STEP diminuent par rapport à l'entrée allant de 0,09 mg/l à 11,06 mg/l avec une moyenne de 3,97 mg/l. dépassant la norme algérienne qui fixe la limite des teneurs en cuivre dans les rejets liquides industriels à 0,5 mg/l

Les résultats à la sortie STEP montrent que la coagulation-floculation qui consiste à piéger les polluants comme le cuivre dans les floes n'est pas efficace quand la charge est très importante dans les effluents à l'entrée.

18) Le nickel

Les teneurs en nickel dans les rejets de DDA mesurées durant l'étude ont donné les résultats illustrés dans la figure ci-dessous :

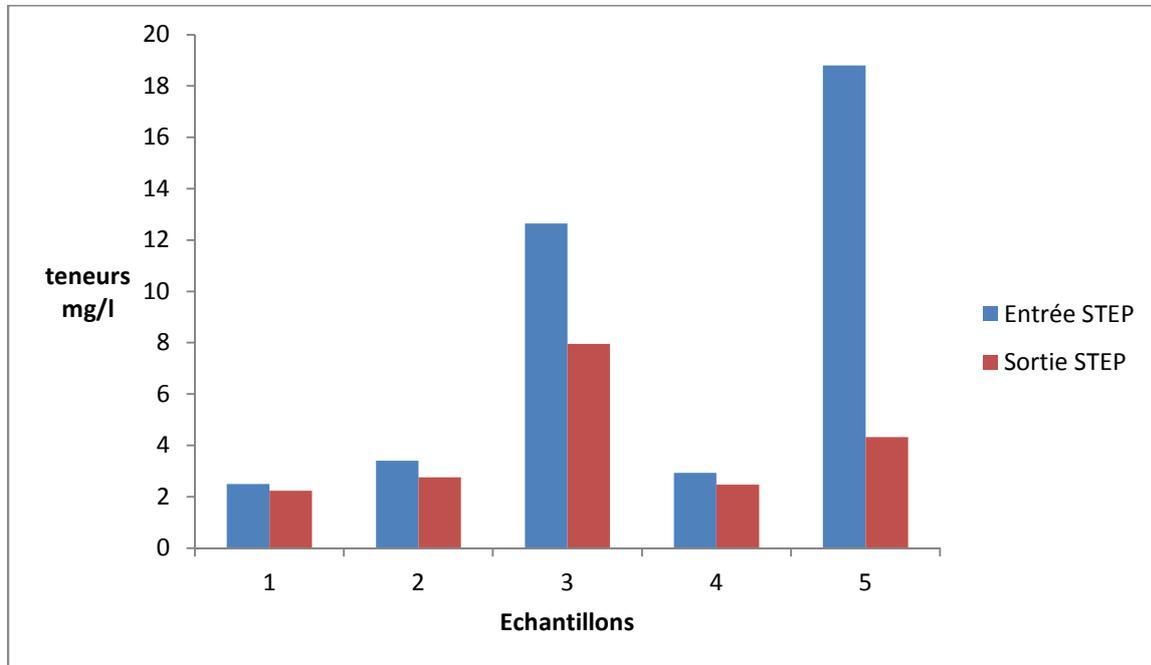


Figure n° 30 : Histogrammes présentant les variations des teneurs en nickel dans les eaux des rejets avant et après traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Les valeurs du nickel indiquées dans le tableau XVII de l'annexe XII à l'entrée STEP varient de 2,5 mg/l à 18,8 mg/l avec une moyenne de 8,06 mg/l. La forte teneur de 18,8 mg/l (figure n°30) correspond au rejet de 8 tonnes de produit non conforme.

A la sortie STEP les teneurs en nickel diminuent par rapport à l'entrée allant de 2,24 mg/l à 7,95 mg/l avec une moyenne de 3,95 mg/l dépassant la norme algérienne qui fixe la valeur limite dans les rejets liquides industriels à 0,5 mg/l. cela démontre l'insuffisance du traitement effectué quant à la diminution des teneurs en nickel dans les eaux usées.

19) Le manganèse

Les teneurs en manganèse dans les effluents avant et après le traitement à la STEP Danone Djurdjura Algérie enregistrées durant l'étude sont représentées dans la figure suivante :

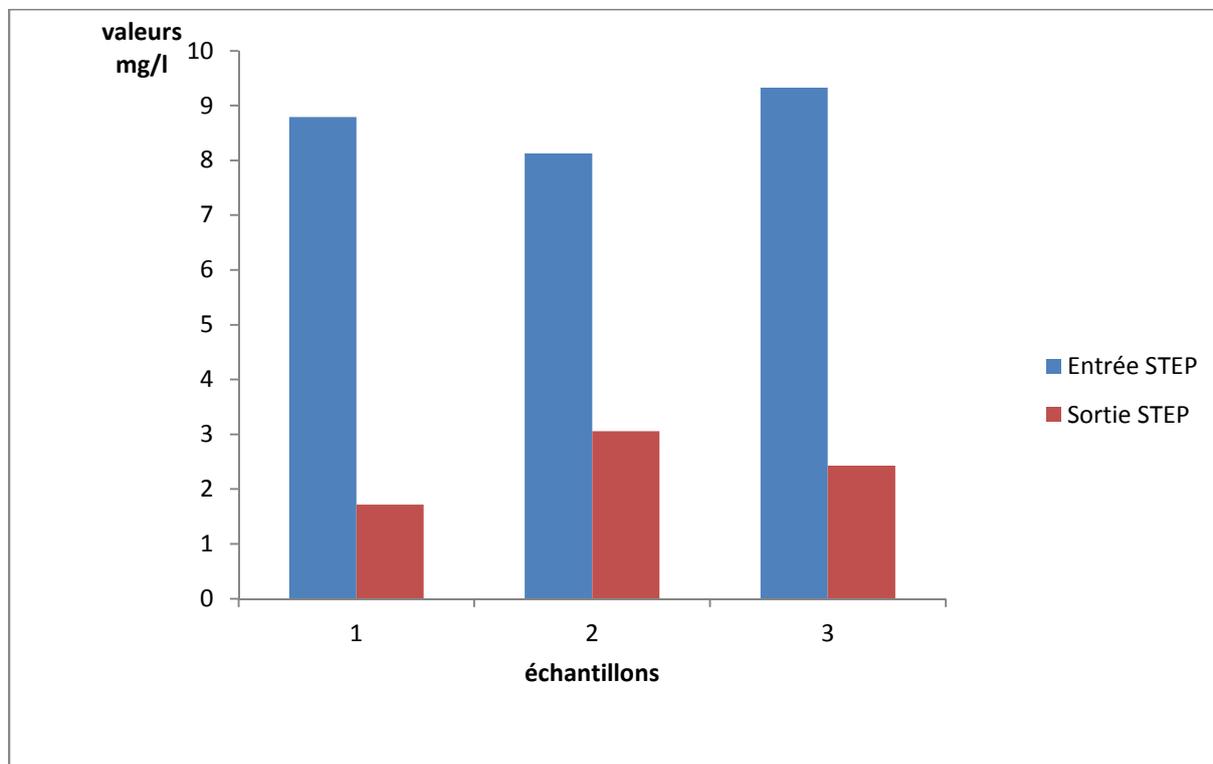


Figure n° 31 : Histogrammes des variations des teneurs en manganèse avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Les teneurs en manganèse à l'entrée STEP varient de 8,13 mg/l à 9,33 mg/l avec une moyenne de 8,75 mg/l (tableau XVIII de l'annexe XII). Les eaux de forage qu'utilise DDA pour la production sont à l'origine de ces fortes teneurs.

A la sortie STEP, les teneurs en manganèse varient entre 1,72 mg/l et 3,06 mg/l avec une moyenne de 2,40 mg/l. Ces valeurs dépassent la limite fixée par la loi algérienne pour les rejets liquides industriels qui est de 1 mg/l.

Les résultats obtenus à la sortie STEP (figure n°31) signifient que le traitement a fait réduire significativement les teneurs en manganèse, mais pas aux normes exigées en raison des fortes charges des effluents rejetés.

20) Le fer

La figure ci-dessous montre la variation des teneurs en fer mesurées dans les rejets de DDA durant l'étude.

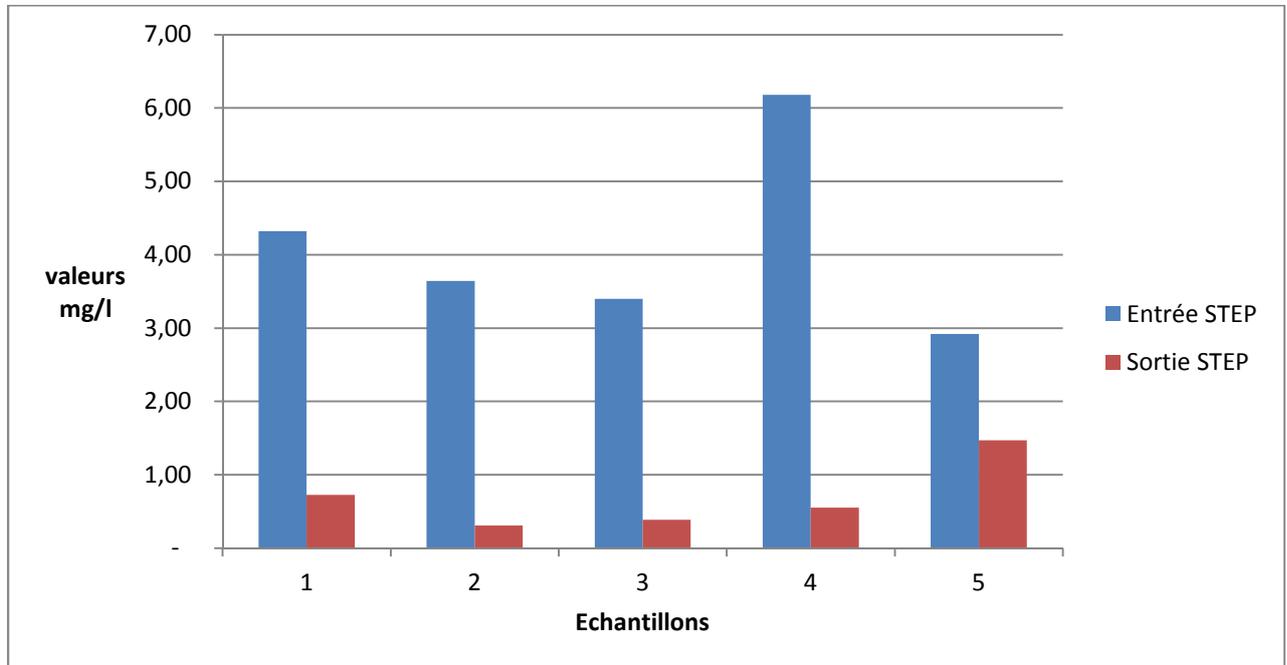


Figure n°32 : Histogrammes des variations des teneurs en fer avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Les teneurs en fer enregistrées à l'entrée STEP varient de 2,92 mg/l à 6,18 mg/l avec une moyenne de 4,09 mg/l (tableau XX de l'annexe XII).

Après traitement, les teneurs en fer contenues dans les rejets diminuent et varient entre 0,31 mg/l et 0,73 mg/l avec une moyenne de 0,69 mg/l qui est nettement inférieure à la norme algérienne qui est de 3 mg/l. (JORA, 2006).

Les écarts observés après le passage des rejets par la STEP (figure n°32) sont le résultat du piégeage des particules de fer dans les floccs.

21) L'aluminium

Les teneurs en aluminium mesurées durant l'étude dans les effluents de DDA avant et après le traitement sont illustrées dans la figure ci-dessous.

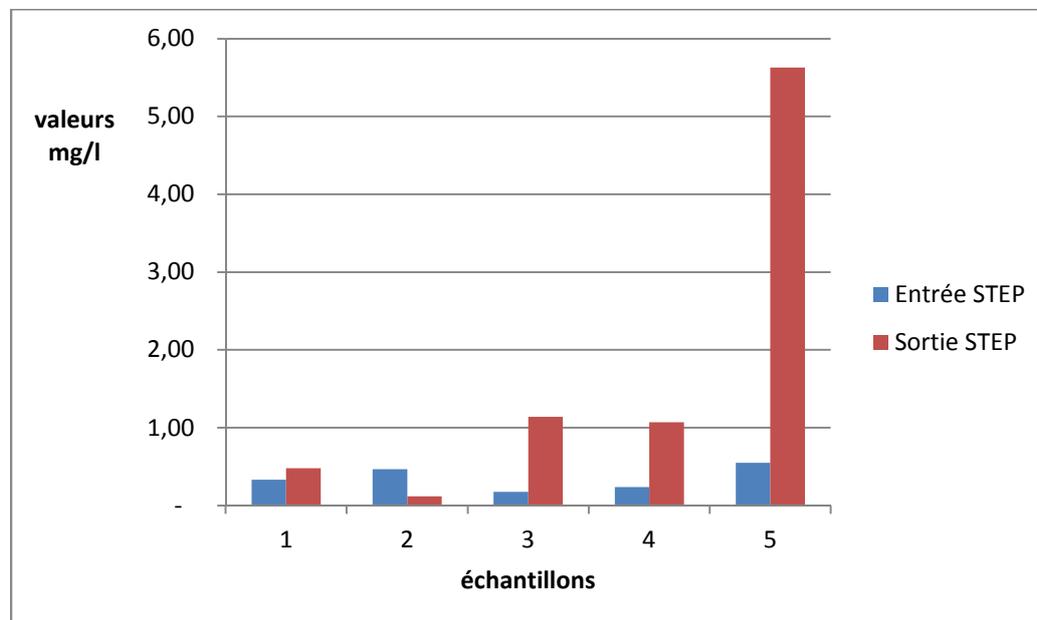


Figure n°33 : Histogrammes des variations des teneurs en aluminium dans les rejets avant et après le traitement à la station d'épuration de DDA durant l'étude.

Le tableau XXI (annexe XIII) montre que les teneurs en aluminium à l'entrée STEP sont minimales, elles varient entre 0,18 mg/l et 0,55 mg/l avec une moyenne de 0,35 mg/l.

Les teneurs en aluminium enregistrées à la sortie de la STEP sont comprises entre 0,12 mg/l et 1,14 mg/l avec une moyenne de 1,69 mg/l ce qui est inférieur à la limite tolérée par la norme algérienne qui est de 3 mg/l.

Les teneurs élevées enregistrées à la sortie STEP par rapport à celles des effluents à l'entrée sont dues à l'utilisation du sulfate d'alumine (coagulant, alumine de 17% à 18% du poids) dans le processus de traitement des eaux, et le pic enregistré le 31/03/2015 (figure n°33) avec une teneur de 5,63 mg/l est expliqué par un dosage excessif de coagulant.

22- Tableau n° I : Tableau récapitulatif et comparatif entre les normes algériennes de rejets liquides industriels et les rejets de Danone Djurdjura Algérie.

Paramètres	Moyennes des rejets finals de Danone Djurdjura Algérie	Normes algérienne
pH	7,55	6,5-8,5
Organiques	mg/l	mg/l
DCO	1882,67	120
DBO ₅	752	35
MES	4427	35
Ammonium	4,41	3
Nitrite	6,10	-
Nitrate	10,40	-
Phosphore	3,93	10
Cyanure	0,07	0,1
Azote total	49,48	30
Inorganiques	mg/l	mg/l
Manganèse	2,40	1
Aluminium	1,69	3
Plomb	0,22	0,5
Zinc	0,61	3
Nickel	3,95	0,5
Cuivre	3,97	0,5
Chrome	0,37	0,5
Fer	0,69	3

Conclusion

L'agriculture, l'urbanisation et surtout l'industrialisation ont fait exploser la consommation d'eau entraînant des rejets de quantités astronomiques d'eaux usées qui finissent par rendre cette précieuse ressource impropre.

Ce travail s'était donné pour objectif d'évaluer le degré de pollution des effluents de Danone Djurdjura Algérie. Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que pour la majorité des paramètres analysés, la pollution des eaux est évidente et la norme algérienne en matière de rejets industriels est parfois dépassée. Les valeurs moyennes trouvées en MES, DBO₅, DCO, et en composés azotés, permettent d'avancer que la charge polluante est essentiellement organique, et elle est représentative d'une eutrophisation possible du milieu aquatique récepteur (Oued Soummam).

Les résultats obtenus après traitement ont révélé que la station d'épuration (traitement par coagulation floculation) réduit la charge polluante des rejets notamment en ce qui concerne la DCO, DBO₅, MES. Mais, son rendement épuratoire reste insuffisant car le traitement se limite aux procédés physico-chimiques.

Pour les polluants inorganiques tels le cuivre et l'aluminium leur présence excessive dans les rejets est attribuable aux substances utilisées dans les différents processus de production ainsi que ceux de traitement des eaux. Les teneurs excessives de ces polluants inorganiques peuvent avoir des effets néfastes sur les organismes vivants dans et à proximité de l'oued Soummam.

Cette évaluation permet de dire que la STEP de DDA est peu performante, pour cela et pour satisfaire les normes algériennes des rejets industriels, nous suggérons :

- L'installation d'une station d'épuration biologique dont le but est d'éliminer la pollution organique soluble au moyen de microorganismes principalement les bactéries.
- Des entretiens et des suivis réguliers des équipements ;
- Une bonne estimation des concentrations du coagulant et flocculant.
- Installation d'un bassin d'anoxie qui permet d'éliminer les nitrates par dénitrification qui est la transformation des nitrates en azote gazeux.

Références bibliographiques

- Abderrahim L. (2007). Contribution à l'étude hydrobiologique de la basse vallée de la Soummam. Mém. Ing. en pathologie des écosystèmes. Université A.MIRA, Bejaïa, 60p.
- Adjaoud A. (2006). Caractérisation physico-chimique des eaux de la Soummam et contribution à l'étude de sa flore algale. Mém. Mag. en Biologie de la Conservation et Ecodéveloppement. Université A.MIRA, Bejaïa, 109p.
- Affoune A.M. (2013). Substitution de composants de bains d'électrolyse et étude de la détoxification des boues de traitement de surface. Rapport général du projet PNR. Université du 8 mai 1945, Guelma, 108p.
- Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé. (2011). Evaluation du risque lié à l'utilisation de l'aluminium dans les produits cosmétiques. Rapport d'expertise, 43p.
- Anonyme. (2012). Document technique de la station d'épuration de Danone Djurdjura Algérie.
- Anonyme. (2015). <http://www.fao.org/water/fr/>. consulté le 21/05/2015.
- Arfa A.M.T. (2008). Les incendies de forêt en Algérie : Stratégies de prévention et plans de gestion. Mém. Mag. en Ecologie et Environnement. Université Mentouri, Constantine, 115p.
- Baba Ahmed A. (2012). Etude de contamination et d'accumulation de quelques métaux lourds dans des céréales, des légumes et des sols agricoles irrigués par des eaux usées de la ville de Hammam Boughrara. Thèse de Doctorat en chimie de l'environnement. Université Abou Bekr Belkaid, faculté des sciences, Tlemcen, 227p.
- Bahroun S., Kherici-Bousnoubra H. (2011). Evaluation de l'indice de pollution organique dans les eaux naturelles cas de la région d'El Taref (Nord Est algérien). Larhyss Journal. 09, 171-178p.
- Barhoumi-Andreani Y., Gaudremeau J., Gerbe B., Khamsing F., Rabatel Y., (2004). Eau ressources et menaces. 30p.
- Behra P. (2013). *Chimie et environnement*. Edition : Dunod. Paris. 415p.
- Belhaouari B. (2012). Etude écotoxicologique chez un gastéropode marin, *Osilinus turbinatus* (Born, 1780) dans le littoral algérien occidental. Thèse de Doctorat en sciences de l'environnement. Université d'Oran, faculté des sciences, Oran, 96p.

- Bendada K., Boulakradeche M.W. (2011). Optimisation des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomique (SAAF et SAAET) : Application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds. Mém. Mast. en Analyse et Contrôle. Université Houari Boumediene, Alger, 57p.
- Benhamiche N. (1997). Modélisation de la relation pluie-relief en vue de la cartographie par krigeage : cas du bassin versant de la Soummam. Thèse. Mag. en Aménagement et mise en valeur. I.N.A., Alger, 158p.
- Bengherbia A., Hamaidi F., Zahraoui R., Hamaidi M.S., Megateli S. (2014). Impact des rejets des eaux usées sur la qualité physico-chimique et bactériologique de l'Oued Beni Aza (Blida, Algérie). Lebanese Science Journal. 02, 39-51p.
- Bennouna M., Kehal S. (2001). Production de méthane à partir des boues des stations d'épuration des eaux usées : potentiel existant en Algérie. Energie renouvelables. 29-36p.
- Bessenasse M. (2014). Traitement des eaux usées par la technique d'assainissement autonome pour la préservation des ressources en eau du sud algérien. Journal de l'eau et de l'environnement. 56-60p.
- Bisson M., Bureau J., Houeix N., Jolibois B., Gay G., Lefevre J.P., Tack K. (2012). le manganèse et ses dérivés. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques- INERIS. 02, 81p.
- Bliefert C. et Perraud R. (2001). *Chimie de l'environnement air, eau, sols, déchets*. Edition : De Boeck. Bruxelles. 477p.
- Botta A., Bellon L. (2004). Pollution chimique de l'eau et santé humaine. Service de médecine et santé au travail, laboratoire de Biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. 23p.
- Boucheseiche C., Cremille E., Pelte T., Pojer K. (2002). Quand les toxiques se jettent à l'eau. Guide technique n°7. 111p.
- Boulkrah H. (2008). Etude comparative de l'adsorption des ions plomb sur différents adsorbants. Mém. Mag. en Pollution chimique et Environnement. Université du 20 août 1955, Skikda, 108p.
- Bourrinet P., Ramade F., Rémond-Gouilloud M. (2008). Pollution. 68p.
- Boyer J. (1977). L'aluminium échangeable : incidences agronomiques, évaluation et correction de sa toxicité dans les sols tropicaux. ORSTOM. 04, 259-269p.

- Chaoui M. (2013). Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et métallique des eaux de surface (Oued Moulouya/ Barrage Hassan II) au voisinage de la mine abandonnée Zeïda (Haute Moulouya). Mém. Mast. en Eau et Environnement. Université Cadi Ayyad, Marrakech, 86p.
- Chenni Y. (2005). Synthèse des études réalisées sur l'Oued Soummam et contribution à la connaissance de sa faune ichthyaire. Mém. Ing. en Ecosystème Aquatique. Université A.MIRA, Bejaïa, 64p.
- Chiffolleau J-F. (2001). *La pollution métallique*. Edition : Infremer. Rouen. 39p.
- Cunat L. (1999). Biodisponibilité de l'aluminium dans l'intestin in vitro et in vivo chez le rat. Thèse de Doctorat en toxicologie de l'environnement. Université de Metz, faculté des sciences fondamentales et appliquées, Metz, 207p.
- Daffri A. (2008). Biodégradation des crésols par le microbiote des eaux usées de la ville de Constantine. Mém. Mag. en biotechnologies microbiennes. Université Mentouri, Constantine, 57p.
- Dahmana A. (2003). Caractérisation de la biodiversité dans la ripisylve de l'Oued Soummam : cas de la végétation et des oiseaux. Mém. Mag. en Biologie de la Conservation et Ecodéveloppement. Université A.MIRA, Bejaïa, 96p.
- De Villers J., Squilbin M., Yourassowsky C. (2005). Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface : cadre général. Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement/observatoire des données de l'environnement. Fiche n°2. 16p.
- Elazhari A. (2013). Etude de la contamination par les éléments traces métalliques des sédiments de l'oued Moulouya et de la retenue du barrage Hassan II en aval de la mine abandonnée Zeïda, Haute Moulouya. Mém. Mast. en Eau et Environnement. Université Cadi Ayyad, marrakech, 105p.
- El Morhit M. (2009). Hydrochimie, éléments traces métalliques et incidences écotoxicologiques sur les différentes composantes d'un écosystème estuarien (Bas Loukkos). Thèse de Doctorat en sciences de l'environnement. Université Mohammed V, faculté des sciences, Rabat, 232p.
- El Morhit M., Fekhaoui M., Serghini A., El Blidi S., El Abidi A., Yahyaoui A. (2013). Typology of water quality in the Loukkos river estuary (MOROCCO). Larhyss Journal. 12, 7-24p.

- Fathallah Z., Elkharrim K., Fathallah R., Hbaize E M., Hamid C., Ayyach A., Elkhadmaoui A., Belghyti D. (2014). Etude physico-chimique des eaux usées de l'unité industrielle papetière (cdm) à Sidi Yahia el gharb (Maroc). Larhyss Journal. 92, 57-69p.
- Gaujous D. (1995). *La pollution des milieux aquatiques : Aide mémoire*. 2^{ème} édition : TEC & DOC. Paris. 220p.
- Genin B., Chauvien C., Ménard F. (2003). *Cours d'eau et indices biologiques*. 2^{ème} édition : Educagri. Dijon. 221p.
- Chaussé K., Phaneuf D., Levallois P. (2003). Nitrates/Nitrites, Dans Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine, Institut national de santé publique du Québec, 12p.
- Haddadi N., Benmouhoub H. (2002). Contribution à l'étude de la qualité de l'eau de l'Oued Soummam par la méthode des indices biotiques (IB). Mém. Ing. en Ecologie et Environnement. Université A.MIRA, Bejaïa, 58p.
- Hamed M., Guettache A., Bouamer L. (2012). Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA Bechar. Mém. Ing. en Contrôle de Qualité et d'analyse. Université de Bechar, Bechar, 66p.
- Huss J. (2011). Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux. Rapport n°1, commission des questions sociales, de la santé et de la famille. Luxembourg, 13p.
- Huynh T.M.D. (2009). Impact des métaux lourds sur l'interaction plante/ver de terre /microflore tellurique. Thèse de Doctorat en écologie microbienne. Université Paris est, école doctorale science de la vie et de la santé, 145p.
- Jean L. (2007). Mobilisation du chrome et du nickel à partir de sols contaminés, en présence de complexants : Transfert et accumulation de ces métaux chez *Datura innoxia*. Université de Limoges, faculté des sciences et techniques, Limoges, 237p.
- Kadouche S. (2013). Utilisation des biomatériaux dans le traitement des eaux. Thèse de Doctorat en chimie appliquée. Université Mouloud Mammeri, faculté des sciences, Tizi Ouzou, 156p.
- Karbouj R. (2008). Transfert d'aluminium : cas des matériaux pour contact alimentaire. Thèse de Doctorat en génie des procédés. Institut polytechnique de Grenoble, école doctorale matériaux et génie des procédés, Grenoble, 291p.
- Kazouit S., Hamadache L. (2006). Inventaire et étude de l'impact des activités industrielles sur l'environnement à Bejaïa. Mém. Ing. en pathologie des écosystèmes. Université A.MIRA, Bejaïa, 88p.

- Lacaze J.C. (1996). *L'eutrophisation des eaux marines et continentales*. Edition : Ellipses. Paris. 191p.
- Lakhdari B. (2011). Effet de la coagulation-floculation sur la qualité des eaux épurées de la STEP de Ain El Houtz. Mém. Mag. en Chimie inorganique et Environnement. Université Abou Bekr Belkaid , Tlemcen, 83p.
- Lév que C. (1996). *Ecosystèmes aquatiques*. Edition : Hachette. Paris. 159p.
- Lkebir N. (2013). Comportement hydrochimique, qualité des eaux et cartographie de quelques minéralisations au voisinage de la mine de Hajjar (Plaine du Haouz, Maroc). Mém. Mast. en Eau et Environnement. Université Cadi Ayyad, Marrakech, 102p.
- Maiga S.A. (2005). Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'edm.sa dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Bamako, faculté de médecine de pharmacie et d'odonto-stomatologie, Bamako, 71p.
- Mekhalif F., (2009). Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mém. Mag. en Pollution chimique et Environnement. Université 20 août 1955, Skikda, 133p.
- Metahri M.S. (2012). Elimination simultanée de la pollution Azotée et phosphatée des eaux usées traitée, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi Ouzou. Thèse de Doctorat en agronomie, université Mouloud Mammeri, facultés des sciences biologiques et des sciences agronomiques, Tizi Ouzou, 148p.
- Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.
- Mouni L., (2004). Etude et caractérisation physico-chimique des rejets dans l'oued Soummam. Mém. Mag. en Génie chimique. Université A.MIRA, Bejaïa, 143p.
- Mouni L., Merabet D., Arkoub H., Moussaceb K. (2009). Etude et caractérisation physico-chimique des eaux de l'oued Soummam (Algérie). *Sécheresse*. 4, 360-366.
- Nzengue Y. (2008). Comparaison des mécanismes de toxicité redox du cadmium, du cuivre, et du zinc : place des métallothionéines et de p53. Thèse de Doctorat en Biologie. Université Joseph-Fourier, faculté des sciences de la vie, Grenoble. 297p.
- Oulhote Y. (2012). Contribution de l'environnement résidentiel à l'exposition au plomb des enfants de 6 mois à 6ans en France, 2008-2009. Thèse de Doctorat en environnement et santé publique. Université de Lorraine, école des hautes études en santé publique, Lorraine, 191p.

- Pichard A., Bisson M., Diderich R., Houeix N., Hulot C., Lacroix G., Lefevre J.P., Leveque S., Magaud H., Morin A., Rose M., Pepin G. (2005). Le Chrome et ses dérivés. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques- INERIS. 02, 80p.
- Poëy J., Philibert C. (2000). Toxicité des métaux. Revue française des laboratoires. 323, 35-43p.
- Pourcher E., Rémillard S. (2009). Le manganèse et l'intoxication professionnelle. Le médecin du Québec. 10, 71-73p.
- Rahmani A., Kharouni S. (2005). Application de la méthode des indices biologiques globaux normalisés (IBGN) de l'AFNOR (1992) pour l'évaluation de la qualité des eaux de l'Oued Soummam (Wilaya de Bejaïa). Mém. Ing. en écosystème aquatique. Université A.MIRA, Bejaïa, 48p.
- Ramade F. (2002). Dictionnaire encyclopédie de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2^{ème} édition: Dunod. Paris. 1075p.
- Raven P., Berg L., Hassenzahl D. (2009). *Environnement*. Edition : De Boeck. Bruxelles. 687p.
- Robert- Nadeau F. (2012). Evaluation des risques toxicologiques et écotoxicologiques d'un terrain contaminé par des métaux. Maitre en environnement. Université de Sherbrooke, 68p.
- Sabri M. (2008). Etude sur l'importance relative des transporteurs des cations divalents du zinc, fer et manganèse dans la virulence des souches extra-intestinales pathogènes d'*Escherichia coli* (ExPEC). Thèse de doctorat en Biologie. Institut Armand-Frappier de la recherche scientifique, Canada. 262p.
- Redouai N., Touazi S. (2008). Valorisation des déchets lignocellulosiques en charbon actif en vue de l'épuration des eaux chargées en métaux lourds (cadmium et plomb). Mém. Ing. en Génie chimique. Université A.MIRA, Bejaïa, 84p.
- Sadi Z., Mellal Y. (2006). Analyse et traitement des eaux de la ville de Bejaïa par procédé de coagulation floculation. DEUA en chimie industrielle. Université A.MIRA, Bejaïa, 40p.
- Seddik L. (2014). Evaluation de l'effet protecteur de l'extrait de feuilles d'olive (*Olea europea*) chez les rats intoxiqués à l'acétate de plomb au niveau cérébrale et du cartilage osseux. Approche neurocomportementale, biochimique et immunohistochimique. Thèse de Doctorat en Biochimie appliquée. Université d'Oran, faculté des sciences de la nature et de la vie, Oran, 150p.

- Sersoub D. (2012). Aménagement et sauvegarde de la biodiversité de la vallée de d'Oued Boussellem *Sétif*. Mém. Mag. en Biodiversité et gestion des écosystèmes. Université Ferhat Abbas, Sétif, 122p.
- Stoltz A., Sauvage C., Lamblin C., Bolard F., Wallaert B. (2003). Urticaire chronique par allergie alimentaire au nickel. Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique. 43, 492-496p.
- Van Coillie R., Thellen C., Campbell P.G.C., Vigneault Y. (1983). Effets toxiques de l'aluminium chez les salmonidés en relation avec des conditions physico-chimiques acides. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 1237, 88p.
- Zorrig W. (2011). Recherche et caractérisation de déterminants contrôlant l'accumulation de cadmium chez la laitue "*Lactuca sativa*". Thèse de Doctorat de biologie intégrative des plantes. Ecole doctorale de Montpellier faculté de physiologie végétale et biologie moléculaire, Montpellier, 251p.
- Zougaghe F. (2010). Etude des communautés des macro-invertébrés benthiques dans le bassin versant de la Soummam (Algérie). Thèse de Doctorat de Biologie de la conservation et Ecodéveloppement. Université A. Mira, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Bejaïa, 149p.
- Zougaghe F., Mouni L., Tafer M. (2014). Qualité biologique du réseau hydrographique du bassin versant de la Soummam (Nord de l'Algérie). Larhyss journal. 17, 21-33p.

Annexe I

Tableau n° I : Valeurs du potentiel en hydrogène à l'entrée et à la Sortie de la STEP.

N° d'échantillon	Date	PH Entrée STEP	PH Sortie STEP
01	26/02/2015	11,62	6,81
02	27/02/2015	11,51	6,71
03	28/03/2015	11,27	7,01
04	01/03/2015	7,93	6,92
05	02/03/2015	10,95	6,73
06	03/03/2015	6,67	7,36
07	04/03/2015	9,34	8,74
08	05/03/2015	6,96	7,38
09	06/03/2015	9,42	8,31
10	07/03/2015	9,47	7,84
11	08/03/2015	10,11	7,70
12	09/03/2015	11	7,46
13	10/03/2015	10,76	7,54
14	11/03/2015	10,13	7,55
15	12/03/2015	10,62	7,27
16	13/03/2015	8,81	7,29
17	14/03/2015	8,84	7,37
18	15/03/2015	6,65	7,31
19	16/03/2015	9,32	7,42
20	17/03/2015	9,99	7,78
21	18/03/2015	10,76	7,61
22	19/03/2015	11,75	7,15
23	20/03/2015	11,98	6,91
24	21/03/2015	9,47	7,66
25	22/03/2015	9,49	7,47
26	23/03/2015	11,43	7,52
27	24/03/2015	11,57	8,00
28	25/03/2015	11,56	7,98
29	26/03/2015	11,82	7,66
30	27/03/2015	11,56	7,15
31	28/03/2015	10,72	7,69
32	29/03/2015	11,32	7,39
33	30/03/2015	11,33	7,36
34	31/03/2015	10,47	7,97
35	01/04/2015	10,44	8,51
36	02/04/2015	11,14	7,51
37	03/04/2015	9,31	7,38
38	04/04/2015	10,70	8,10
39	05/04/2015	9,49	8,26
40	06/04/2015	10,51	8,30
	moyenne	10,20	7,55

Annexe II

Tableau n°II : Valeurs de la turbidité (NTU) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (NTU)	Sortie STEP (NTU)
01	26/02/2015	1577	359
02	27/02/2015	919	210
03	28/03/2015	1029	339
04	01/03/2015	1386	95,4
05	02/03/2015	1886	97,8
06	03/03/2015	1450	277
07	04/03/2015	786	635
08	05/03/2015	1744	529
09	06/03/2015	1076	442
10	07/03/2015	880	476
11	08/03/2015	851	100
12	09/03/2015	1203	198
13	10/03/2015	430	47,6
14	11/03/2015	492	215
15	12/03/2015	350	65,1
16	13/03/2015	635	154
17	14/03/2015	439	41,4
18	15/03/2015	347	39,5
19	16/03/2015	977	58,8
20	17/03/2015	1242	301
21	18/03/2015	1169	161
22	19/03/2015	3507	848
23	20/03/2015	1798	1636
24	21/03/2015	1227	775
25	22/03/2015	946	441
26	23/03/2015	573	318
27	24/03/2015	496	132
28	25/03/2015	983	147
29	26/03/2015	1231	19,4
30	27/03/2015	2760	660
31	28/03/2015	1123	164
32	29/03/2015	1557	255
33	30/03/2015	1354	786
34	31/03/2015	324	83,2
35	01/04/2015	9999	1712
36	02/04/2015	1230	436
37	03/04/2015	3827	226
38	04/04/2015	863	336
39	05/04/2015	985	749
40	06/04/2015	852	626
	moyenne	1412,58	379,78

Annexe III

Tableau n° III : Valeurs de la conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

N°d'échantillon	Date	Entrée STEP ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Sortie STEP ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
01	01/03/2015	4740	12 680
02	02/03/2015	4420	11 370
03	03/03/2015	3620	7030
04	05/03/2015	3560	6090
05	06/03/2015	3290	4670
06	07/03/2015	3820	5910
07	08/03/2015	3510	6100
08	09/03/2015	3420	6730
09	10/03/2015	4260	6670
10	11/03/2015	4220	7390
11	12/03/2015	3850	7480
12	13/03/2015	4280	8340
13	14/03/2015	4430	8880
14	15/03/2015	4180	9590
15	16/03/2015	4230	7910
16	17/03/2015	4390	7800
17	18/03/2015	4950	5710
18	19/03/2015	4230	5790
19	20/03/2015	4880	6230
20	21/03/2015	4720	5860
21	22/03/2015	4610	6660
22	23/03/2015	4650	8110
23	24/03/2015	3980	5970
24	25/03/2015	3960	9140
25	26/03/2015	4680	7760
26	27/03/2015	4920	8000
27	28/03/2015	4110	7790
28	29/03/2015	4060	7710
29	30/03/2015	4530	7360
30	31/03/2015	4600	8420
31	01/04/2015	4070	7750
32	02/04/2015	4440	8240
33	03/04/2015	4320	8290
34	04/04/2015	4410	8610
35	05/04/2015	5360	8910
36	06/04/2015	5340	8450
	Moyenne	4 307	7 650

Annexe IV

Tableau n°IV : Valeurs de matières en suspension (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
1	03/03/2015	10 000	3 333
2	11/03/2015	9999	3 333
3	17/03/2015	9100	6 000
4	30/03/2015	7900	5 500
5	04/04/2015	7600	3 967
	moyenne	8 920	4 427

Annexe V

Tableau n°V : Valeurs de la demande chimique en oxygène (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP

N° d'échantillon	Dates	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
01	26/02/2015	4175	2159
02	27/02/2015	4494	1485
03	28/03/2015	4598	3407
04	01/03/2015	5487	1280
05	02/03/2015	3634	1638
06	03/03/2015	5627	2745
07	04/03/2015	2444	2399
08	05/03/2015	3618	2061
09	06/03/2015	3323	1145
10	07/03/2015	2883	1234
11	08/03/2015	3108	1402
12	09/03/2015	3334	1131
13	10/03/2015	2113	1073
14	11/03/2015	1509	5337
15	12/03/2015	2033	1059
16	13/03/2015	2708	977
17	14/03/2015	2086	1600
18	15/03/2015	2005	789
19	16/03/2015	5252	901
20	17/03/2015	3709	1076
21	18/03/2015	2310	1155
22	19/03/2015	7619	2087
23	20/03/2015	4176	4997
24	21/03/2015	4012	2035
25	22/03/2015	3949	2312
26	23/03/2015	3355	1840
27	24/03/2015	2675	1883
28	25/03/2015	5903	1308
29	26/03/2015	3755	1416
30	27/03/2015	7655	3102
31	28/03/2015	3428	1691
32	29/03/2015	4030	3263
33	30/03/2015	3166	2289
34	31/03/2015	3091	591
35	01/04/2015	10080	2555
36	02/04/2015	3247	1324
37	03/04/2015	6724	1731
38	04/04/2015	3646	1579
39	05/04/2015	3511	1461
40	06/04/2015	4209	1790
	Moyenne	3967,025	1882,675

Annexe VI

Tableau n° VI : Valeurs de la demande biologique en oxygène en 5 jours (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP

N° d'échantillon	Dates	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
01	01/02/2015	2400	1550
03	07/03/2015	1950	900
04	10/03/2015	1400	700
05	11/03/2015	1150	1350
06	14/03/2015	1500	550
07	15/03/2015	1000	180
08	16/03/2015	2500	520
09	23/03/2015	1600	1000
10	24/03/2015	1200	750
11	25/03/2015	1700	750
12	30/03/2015	1950	950
13	31/03/2015	1050	340
14	01/04/2015	2450	1750
15	07/04/2015	1000	250
16	08/04/2015	1250	700
17	18/04/2015	2200	200
18	27/04/2015	2050	350
	moyenne	1 668	752

Annexe VII

Tableau n°VII : Valeurs des cyanures (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
01	04/03/2015	0,281	0,065
02	10/03/2015	0,067	0,045
03	16/03/2015	0,250	0,076
04	23/03/2015	0,088	0,096
05	24/03/2015	0,120	0,062
	moyenne	0,16	0,07

Tableau n° VIII : Valeurs du phosphore total (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
01	08/03/2015	13,60	1,32
02	17/03/2015	15,60	4,49
03	23/03/2015	13,00	5,32
04	28/03/2015	15,9	3,70
05	29/03/2015	10,9	4,82
	moyenne	13,80	3,93

Tableau n° IX : Valeurs de l'ammonium (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
01	02/03/2015	4	5,40
02	10/03/2015	2,53	2,70
03	14/03/2015	1,76	2,72
04	24/03/2015	1,38	7,36
05	28/03/2015	0,88	3,86
	Moyenne	2,11	4,41

Annexe VIII

Tableau n°X : Valeurs de l'azote total (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
01	02/03/2015	187	45
02	08/03/2015	91,1	38,4
03	10/03/2015	135	25,3
04	11/03/2015	118	78
05	14/03/2015	85,4	41,2
06	15/03/2015	30,6	29
07	16/03/2015	95,6	33,4
08	17/03/2015	112	46,5
09	23/03/2015	117	83,9
10	24/03/2015	73,1	59,6
11	25/03/2015	105	43,1
12	28/03/2015	103	64,8
13	29/03/2015	83,2	42,8
14	30/03/2015	69,6	68
16	04/04/2015	130	41,3
18	06/04/2015	110	51,4
	moyenne	102,85	49,48

Annexe IX

Tableau n°XI : Valeurs des nitrates (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
01	01/03/2015	11,3	5,7
02	10/03/2015	25,1	14
03	15/03/2015	11	9.01
04	16/03/2015	14,5	12
05	25/03/2015	23,6	11,3
	moyenne	17,1	10,4

Tableau n°XII : Valeurs des nitrites (mg/l) à l'entrée et à la sorite de la STEP.

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
01	01/03/2015	5,81	5.25
02	10/03/2015	11,8	5,52
03	16/03/2015	14,7	3
04	25/03/2015	5,87	4,14
05	31/03/2015	33	12,6
	moyenne	14 ,24	6,10

Annexe X

Tableau n°XIII : Valeurs du plomb (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
01	07/03/2015	0,022	0,007
02	15/03/2015	0,012	0,003
03	23/03/2015	0,010	0,087
04	28/03/2015	0,016	0,436
05	29/03/2015	0,773	0,448
	Moyenne	0,166	0,223

Tableau n°XIV : Valeurs du zinc (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
01	02/03/2015	2,36	1,88
02	10/03/2015	0,424	0,352
03	15/03/2015	0,05	0,01
04	24/03/2015	5,19	0,527
05	28/03/2015	0,777	0,312
	moyenne	1,76	0,61

Annexe XI

Tableau n°XV : Valeurs du chrome (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
.01	07/03/2015	1,02	0,673
02	15/03/2015	0,781	0,078
03	17/03/2015	0,999	0,242
04	25/03/2015	0,923	0,428
05	29/03/2015	1,17	0,422
	moyenne	0,98	0,37

Tableau n°XVI : Valeurs du cuivre (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP

N° d'échantillon	Date	Entrée	Sortie
01	15/03/2015	2,94	1,63
02	30/03/2015	14,77	11,06
03	31/03/2015	0,82	0,09
04	01/04/2015	20,8	4,61
05	04/04/2015	7,24	2,48
	Moyenne	9,31	3,97

Annexe XII

Tableau n° XVII : Valeurs du nickel (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
01	15/03/2015	2,50	2,24
02	28/03/2015	3,41	2,76
03	30/03/2015	12,65	7,95
04	31/03/2015	2,93	2,47
05	01/04/2015	18,8	4,32
	moyenne	8,06	3,95

Tableau n° XVIII : Valeurs du manganèse à l'entrée et à la sortie de la STEP

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
01	04/04/2015	8,79	1,72
02	05/04/2015	8,13	3,06
03	06/04/2015	9,33	2,43
	Moyenne	8,75	2,40

Tableau n° XIX : Valeurs du fer (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
01	01/03/2015	4,32	0,725
02	10/03/2015	3,64	0,306
03	15/03/2015	3,40	0,385
04	16/03/2015	6,18	0,553
05	24/03/2015	2,92	1,47
	Moyenne	4,09	0,69

Annexe XIII

Tableau n°XX : Valeurs de l'aluminium (mg/l) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

N° d'échantillon	Date	Entrée STEP (mg/l)	Sortie STEP (mg/l)
01	01/03/2015	0,334	0,479
02	10/03/2015	0,469	0,119
03	14/03/2015	0,176	1,14
04	24/03/2015	0,238	1,07
05	31/03/2015	0,55	5,63
	Moyenne	0,35	1,69

Tableau XXI : norme algérienne de rejets liquides industriels

Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

Paramètres	Normes algériennes
pH	6,5-8,5
DCO	120 mg/l
DBO ₅	35 mg/l
MES	35 mg/l
ammonium	3 mg/l
nitrite	-
nitrate	-
phosphore	10 mg/l
cyanure	0,1 mg/l
Azote total	30 mg/l
Manganèse	1 mg/l
Aluminium	3 mg/l
Plomb	0,5 mg/l
Zinc	3 mg/l
Nickel	0,5 mg/l
Cuivre	0,5 mg/l
chrome	0,5 mg/l
fer	3 mg/l

Glossaire

Amont : partie d'un cours d'eau qui, vis-à-vis d'un point donné, est en direction de la source.

Anoxie : c'est une diminution de l'oxygène dissous ou présent et biodisponible dans le milieu (sol, sédiment, eau, atmosphère).

Atrophie : c'est la perte de volume ou de taille d'une partie de l'organisme. L'atrophie peut toucher un muscle, un organe, un membre ou un tissu.

Aval : partie d'un cours d'eau vers laquelle il s'écoule.

Avitaminose A : désigne un phénomène pathologique faisant suite à une carence en vitamine A. Elle se traduit principalement par des problèmes oculaires. Chez l'enfant elle entraîne des troubles de la croissance.

Cyanose : c'est une coloration bleue pourprée de la peau. La cyanose s'entend du fait qu'une quantité moindre d'oxygène est transportée par les globules rouges. Dans cette situation, l'oxygène pourrait être transporté en quantité insuffisante vers les tissus du corps.

Écosystème : ensemble des êtres vivants (biocénose) et du milieu naturel dans lequel ils vivent (biotope), constituant une unité écologique équilibrée.

Effluent : terme général désignant les eaux (généralement altérées par une pollution organique, chimique, thermique...) sortant de chez un usager.

Emphysème : c'est une affection des poumons se caractérisant par une destruction des alvéoles, et des structures péri-alvéolaires (autour de l'alvéole) pulmonaires.

Encéphalopathie : c'est une pathologie qui touche l'encéphale, partie du système nerveux central.

Fièvre des métaux : résulte de l'inhalation de particules d'oxyde de zinc ZnO, de très petite dimension, mais également d'oxyde de cuivre CuO et d'oxyde de magnésium, MgO.

Hypoxie tissulaire : diminution du taux d'oxygène contenu dans les tissus.

Méthémoglobinémie : Maladie rare caractérisée par une capacité réduite du sang à transporter l'oxygène essentiellement due à la présence de nitrates dans l'eau de boisson. Elle affecte le plus souvent les enfants de moins de 3 mois.

Nitrification : c'est un processus se déroulant dans les sols sous l'action de certains micro-organismes spécifiques et qui conduit à la transformation de l'ammoniac (ou de l'ammonium) en nitrate

Nitrosamines : sont des composés chimiques obtenus par l'association d'un nitrate ou d'un nitrite avec une amine (composé dérivé de l'ammoniac) et qui sont hautement cancérigènes.

Osmorégulation : c'est l'action de réguler la pression osmotique cellulaire, regroupant ainsi l'ensemble des processus homéostatiques qui maintiennent les osmolarités de l'organisme à son niveau normal.

Oxydation : Réaction chimique de combinaison d'un corps avec l'oxygène.

Peroxydation lipidique : est le phénomène par lequel certains aliments qui contiennent des lipides deviennent rances.

Saturnisme : Le saturnisme est une intoxication par le plomb, aiguë ou chronique, Considéré comme maladie grave qui peut affecter l'Homme ainsi que tous les mammifères.

Tachycardie : c'est une arythmie cardiaque : elle se manifeste par l'accélération du rythme cardiaque.

Toxicité : Capacité propre d'une substance ou d'un milieu complexe de provoquer des effets nocifs chez les organismes vivants.

Résumé

L'objectif de cette étude est l'évaluation de la charge polluante des rejets de la laiterie Danone Djurdjura Algérie traités par une station d'épuration physico-chimique et de leurs impacts sur le milieu récepteur et sur la santé publique. Pour atteindre cet objectif, des échantillons avant et après traitement ont été systématiquement prélevés et analysés en vue de mesurer les paramètres physico-chimiques: demande chimique en oxygène, demande biologique en oxygène sur 5 jours, les matières en suspension, les composés azotés et les métaux lourds.

Les résultats ont révélé que la pollution engendrée par Danone Djurdjura est essentiellement organique exprimée par une DCO (1882mg/l), DBO₅ (752mg/l), un rapport DCO/DBO₅ (2) et des MES (4427mg/l), mais aussi inorganique exprimée par des teneurs en nickel (3,95mg/l) et en cuivre (3,97mg/l), très élevées dépassant largement les normes algériennes, et cela est dû à la variabilité de débits, de concentrations et de la nature de ces effluents et aux différents produits utilisés lors de process et de traitement.

Mots-clés : effluents, demande chimique en oxygène, Demande biologique en oxygène, matières en suspension, métaux lourds, pollution organique.

Abstract

The objective on this study is the evaluation of the pollution load of wastewater from the dairy Danone Djurdjura Algeria processed by a water treatment plant and its impacts on the receiving environment and public health. To achieve this, samples were routinely taken before and after treatment and analyzed to measure the physicochemical parameters: chemical oxygen demand, biological oxygen demand over 5 days, suspended solids, nitrogen compounds and heavy metals.

The results revealed that the pollution caused by Danone Djurdjura is essentially organic expressed by a COD (1882mg / l) BOD₅ (752mg / l), a COD / BOD₅ (2) and SS (4427mg / l), but also inorganic expressed by nickel contents (3,95mg / l) and copper (3,97mg / l), very high far exceeding Algerian standards , and this is due to the variability in flow rates, concentrations and of the nature of these effluents and various products used in process and treatment.

Keywords: effluents, chemical oxygen demand, biological oxygen demand, suspended solids, heavy metals, organic pollution.