

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل

Université Mohamed-Seddik Benyahia – Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la vie
Département des Sciences de
l'Environnement et Sciences Agronomiques



كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم علوم المحيط والعلوم الفلاحية

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en biologie**

Option : Monitoring des hydro systèmes continentaux

Thème

**Estimation de la qualité physico-chimique des eaux de
refroidissement de la centrale thermique d'El Achouat
(Taher - Jijel)**

Jury de soutenance :

Président : D^r KRIKA .A.

Examinatrice : M^{eme} AMIRA.W .

Encadrante : M^{lle} KHALED-KHODJA. S.

Présenté par :

Benkhrourou Aida

Bouzerzara Sirine

Session: (Juillet 2017)

Numéro d'ordre : .../ ...

REMERCIEMENT

Avant tous, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volenté et la force pour réaliser ce modeste travail dans les meilleurs conditions.

On remercie vivement notre encadrante Khaled-Khodja Soumeya, qui a bien dirigé ce travail et nous la remercions également pour mis à notre disposition les moyens matériels pour mener à bien ce travail, sa patience, ainsi que pour ses précieux conseils.

On remercie également les membres de jury pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous remercions nos parents qui ont été toujours présent pour nous soutenir et nous encourager, qu'ils trouvent ici les résultats de leurs sacrifices.

Sans oublier de remercier toute l'équipe du laboratoire de biologie pour leur aide et leur soutien et à toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Simine + Aida

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance

A mes adorables parents les plus précieux et les plus chers au monde

Ma chère maman souad

Qui m'a offert de l'amour et de la tendresse,

Mon cher papa nasre eddine

Qui m'a toujours encouragé et m'a aidé à tracer ce chemin

A mon fiancé Ahemad qui m'a beaucoup aidé et m'encouragé jusqu'à la fin.

A mes chères frères : mohamed , zine alabidine et surtout mon petit frère djamel eddine .

A toute ma famille.

A mon binôme sirine qui a partagé avec moi les moments difficiles de ce travail et à sa famille.

A mes enseignants de l'école primaire jusqu'à l'université

A tous mes collègues et mes chères amies et surtout Sara ,Imen ,Karima ,Soumaya et Rayan .

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

AIDA

Dédicace

Au nom de dieu

Le tout puissant qui m'a éclairé le bon chemin.

*A ma mère qui a éclairé mon chemin depuis ma naissance et
source de ma vie*

A mon père

A ma chère sœur Nassima

Qui m'a toujours encouragé et m'a aidé à tracer ce chemin

A mes chères frères : Brahim Et mohammedcherif

A ma chère cousine Rofia

A ma grande famille

*A mon binôme Aida qui a partagé avec moi les moments
difficiles de ce travail et à sa famille.*

*A tous mes enseignants de l'école primaire jusqu'à
l'université dont les conseils précieux.*

*A mes chères cousines : Ratiba, Hassna , Madiha, Fatima,
Lamia*

*A toutes mes chères amies : Meriem, Sara , Romaiassa , Zineb,
Meriem, Hadjer*

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

SIRINE

Sommaire

Liste des abréviations	I
Liste des tableaux	II
Liste des figures	III
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I-1 Eaux de mer	3
I-1-2 Gestion et utilisation de l'eau de mer dans la centrale thermique de Jijel.....	3
I-2 Production et qualité des eaux de la centrale Thermique de Jijel.....	4
I-2-1 Production d'eau dessalée	4
I-2-2 Production d'eau déminéralisée	4
I-3 La productivité d'électricité	5
I-4 Pollutions	6
I-4-1 Pollution de l'air	6
I-4-2 Pollution de sol	6
I-4-3 Pollution de l'eau	6
I-5 La nature de la pollution marine.....	7
I-5-1 Pollution physique	7
I-3-2 Pollution organique	7
I-3-3 Pollution chimique	8
I-6 origine de la pollution marine	8
I-6-1 Effluents industriels	8
I-6-2 Effluents agricoles.....	9
I-6-3 Effluents urbains	9
I-7 Qualité de l'eau.....	9
I-8 Les conséquences de la pollution marines.....	10
I-8-1 Conséquences sanitaires	10
I-8-2 Conséquences écologique	10
I-8-3 Conséquences esthétiques	11
I-9 les analyses physico-chimiques utilisables	11 I-9-
1 Analyses sur le terrain « mesure in situ ».....	11
I-9-1-1 Conductivité électrique	11
I-9-1-1 Température	12

I-9-1-2 Potentiel hydrogène (PH).....	12
I-9-2 Analyses au laboratoire	12
I-9-2-1 Demande Biologique En Oxygène (DBO ₅)	12
I-9-2-2 Nitrites	13
I-9-2-3 Nitrates	13
I-9-2-4 Phosphates	13
I-9-2-5 Ammonium	13
I-10 Les installations classées	13
I-10-1 Les impacts des installations sur les compartiments de la biosphère.....	14

Chapitre II : Matériel et méthodes

II- 1- Présentation de la zone d'étude.....	15
II- 1-1 Situation géographique de la région de Jijel	15
II-1-2 Localisation de la centrale thermique au niveau de la wilaya	15
II-1-3- Historique	16
II-2 Les données climatologiques de la région de Jijel	16
II-2-1 La température	17
II-2-1 Les précipitations	17
II-2-1 L'humidité.....	17
II-3 Echantillonnage	17
II-3-1 Choix et localisation des stations de prélèvements	18
II-3-2 technique de prélèvement	19
II-4 Justification du choix des paramètres étudiés	20
II-4-1 Mesures effectuées sur terrain	20
II-4-2 Dosages effectués au laboratoire (méthodes spectrophotométriques)	21

Chapitre III : Résultats et discussions

III-1- Variabilité spatio-temporelle des descripteurs physico-chimiques	23
III-1- 1 la température (°C).....	23
III-1- 2 Le PH	24
III-1- 3 La conductivité	24

III-2 Les sels nutritifs	25
III-2 -1 Les nitrites (NO_2^-).....	25
III-2 -2 L'ammonium (NH_4^+).....	26
III-2 -3 Les nitrates (NO_3^-).....	26
III-2 -4 Les orthophosphates (PO_4^{3-}).....	27
Conclusion générale et perspective	29
Références bibliographiques	31
Anexxes	
Résumé	

Liste des abréviations

$\mu\text{S.cm}^{-1}$: Microsiemens par centimètre.

CE : Conductivité électrique .

DBO₅ : Demande biologique en oxygène pendant 5 jours.

DCO : Demande chimique en oxygène .

MES : matière en suspension.

mg/l : milligramme par litre.

ms /cm : milli siemens par centimètres.

mg d'O₂/l : milligramme d'oxygène par litre.

MW : mega wat.

NH₄⁺ : Ammonium .

NO₂⁻ : Nitrite .

NO₃⁻ : Nitrates.

O.N.M : Office national de la météorologie

pH : Le potentiel hydrogène.

PO₄³⁻ : orthophosphate.

SPE : Société De Production D'électricité .

SEQ-littoral : système d'évaluation de la qualité de littoral .

Liste des tableaux

Tableau 1. Salinité des principales eaux de mer.....	3
Tableau 2. Grille de qualité des eaux littoral	10
Tableau 3. Moyennes mensuelles des températures (2006- 2016)	17
Tableau 4. Moyennes mensuelles des précipitations (2006- 2016)	17
Tableau 5. Les différentes méthodes d'analyses physico-chimiques utilisées... ..	22

Liste des figures

Figure 1. Situation géographique de la wilaya de jijel	15
Figure 2. Localisation de la centrale thermique de Jijel	15
Photo 3. La centrale électrique d’El Achouat	16
Figure 4. Localisation des stations d’échantillonnage.....	18
Photo 5. Station de pompage	18
Photo 6. Canal de rejet	19
Photo 7. Station aval.....	19
Photo 8. Thermomètre.....	20
Photo 9. pH mètre.....	20
Photo 10. Conductimètre	20
Figure 11. Valeurs moyennes des températures dans les différentes stations	23
Figure 12. Valeurs moyennes du pH dans les trois stations.....	24
Figure 13. Valeurs moyennes de la CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) des trois stations.....	24
Figure 14. Concentrations moyennes des nitrites.....	25
Figure 15. Concentrations moyennes en ammonium.....	26
Figure 16. Les concentrations moyennes en nitrates.....	26
Figure 17. Les concentrations moyennes en orthophosphates.....	27

Introduction

Selon le rapport du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, une proportion importante de l'industrie nationale (plus de 51 %) est localisée sur le littoral.

L'Algérie est aujourd'hui confrontée à de sérieux problèmes de pollution industrielle. Le parc industriel national est ancien et vétuste, fréquemment inefficace et polluant. Il faut noter en outre que le processus d'industrialisation s'est effectuée dans des conditions ne tenant pas compte des impératifs écologiques. Les pollutions engendrées par le rejet d'eaux industrielles non traitées, les émissions atmosphériques et la production de déchets spéciaux (dont la gestion est inadaptée) menacent très sérieusement la qualité des écosystèmes marins (Khaled-Khodja, 2016).

L'installation de grands complexes industriels tels que : industrie chimique, industrie lourde et industrie thermique, grandes consommatrices d'eau, peut avoir des conséquences préjudiciable sur l'environnement et sur la santé publique.

Une centrale thermique est une centrale produisant de l'électricité à partir d'une source de chaleur. Cette source est souvent du gaz naturel, du fioul, du charbon, des déchets industriels ou agricoles, des déchets ménagers ou bien des huiles minérales.

Sur le site d'une centrale thermique, les émissions de poussières et de gaz nocifs polluent directement l'air. Selon le combustible utilisé et le mode de combustion, les gaz de combustion émis contiennent différentes quantités de polluants dont les principaux gaz responsables de l'effet de serre (dioxyde de carbone, le méthane, les chlorofluorocarbures, l'ozone troposphérique et l'oxyde de diazote). Dans un second temps, ces poussières et la plupart de ces gaz nocifs rejetés dans l'atmosphère retombent au sol avec les précipitations atmosphériques (pluie, neige) ou sous forme de particules sèches, ce qui provoque la pollution des eaux et des sols et nuit à la faune et la flore.

Une centrale thermique a besoin d'eau à des fins de réfrigération. Cette eau, une fois réchauffée, est généralement rejetée à faible distance du point de prélèvement. Si la centrale ne produit que de l'électricité, on estime que 60 à 80% de l'énergie apportée par le combustible est rejetée sous forme de calories évacuées avec l'eau de refroidissement de la centrale. Ces eaux usées, dont les quantités varient énormément selon la nature du combustible et les conditions d'exploitation de la centrale, peuvent également contenir des matières en suspension (métaux lourds, acides, produits alcalins, ammoniac, huile...).

Pour l'être humain, les effets néfastes des centrales thermiques peuvent s'exercer soit directement sous l'action des gaz nocifs sur l'organisme (affection des voies respiratoires...), soit indirectement par le biais de la chaîne alimentaire ou des dégradations du cadre de vie.

Dans un souci de préservation et de protection des eaux littorales, nous avons fait un suivi de la qualité physico-chimique des eaux marines avant et après leur utilisation par la centrale.

Notre étude sera scindée en trois chapitres : Le premier chapitre est consacré à la synthèse bibliographique. Le second chapitre se rapporte aux matériel et méthodes utilisés. Le troisième chapitre expose et discute les résultats préliminaires obtenus durant les diverses campagnes d'échantillonnage. Enfin, une conclusion générale et quelques perspectives futures sont apportées.

I-1 Eaux de mer

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'est à pas moyen de sa provisionner en eau douce. Les eaux de mer sont caractériser par leur concentration en sels dissous ; c'est ce qu'on appelle leur salinité. La salinité de la plupart des eaux de mer varie de 33000 à 37000 mg /L.

Les données du tableau 1.1 révèlent que la salinité de l'eau n'est la même dans tous les mers. Les salinités indiquées ici constituent des valeurs moyennes pour l'ensemble de chaque mer ou océan. En effet, les eaux situées près de l'embouchure de fleuves importants ont habituellement une salinité plus faible. **(Raymond , 1990)**

Tableau 1 Salinité des principales eaux de mer

Mer ou océan	Concentration (mg /L)
Mer Rouge	43000
Golfe Arabique	43000
Mer Méditerranée	39400
Océan Atlantique	36000
Océan Indien	33800
Océan Pacifique	33000
Mer Adriatique	25000
Mer Noire	13000
Mer Baltique	7000

I-1-2 Gestion et utilisation de l'eau de mer dans la centrale thermique de jijel

La consommation de l'eau par l'industrie est très importante puisque les industries utilisent des plus grandes quantités d'eau à différentes fins industrielles : **(Roland, 2005)**

La centrale de JIJEL s'approvisionne en eau de mer sous forme brute ou transformée. L'eau de mer est traitée et filtrée au niveau de la station de pompage. Traitée par l'hypochlorite de sodium (produit par la station d'*ELECTROCHLORATION*) et filtrée par des tambours rotatifs.

Cette eau est la source de survie de la centrale, elle alimente :

- Le circuit de refroidissement des tranches (condenseur : circuit VC, etc.)
- Le circuit d'alimentation des unités de production d'eau dessalée (M.S.F.)
- Le circuit d'alimentation des unités de production d'hypochlorite de sodium.

I-2 Production et qualité des eaux de la centrale Thermique de Jijel

Le fonctionnement d'une centrale thermique utilisant de la vapeur d'eau dans son circuit de production ne peut être que par une grande consommation d'eau traitée ou non. Pour cela il a été toujours important qu'une centrale soit près d'une source d'eau abondante.

I-2-1 Production d'eau dessalée

La centrale de JIJEL dispose une installation de production d'eau dessalée à partir d'eau de mer. L'OSMOSE INVERSE est un procédé nouveau dans la centrale. L'installation dispose de deux unités de production chacune produit $10 \text{ m}^3/\text{h}$, soit $20 \text{ m}^3/\text{h}$ au total. Le seul inconvénient de ce procédé est la qualité d'eau produite. Pour cela on tolère une conductivité jusqu'à $18 \mu\text{s}/\text{cm}$.

Toutefois, on contrôle la conductivité d'eau dans les baches de stockage d'eau dessalée et on veille qu'elle ne dépasse pas les $8 \mu\text{s}/\text{cm}$. (SPE ,2017)

I-2-2 Production d'eau déminéralisée

A partir de l'eau dessalée stockée dans les baches (eau dessalée) de 5000 m^3 , l'eau est pompée aux deux lignes de déminéralisation où elle passe le lit mixte à résine cationique fort et anionique forte. La production nominale est de 60 m^3 par unité. L'eau produite présente une conductivité de l'ordre de 0.054 à $0.2 \mu\text{s}/\text{Cm}$.

L'eau produite est stockée en suite dans deux baches de stockage (eau déminéralisée) de 5000 m^3 chacune.

I-3 La productivité d'électricité

La centrale thermique à vapeur produit de l'électricité à partir de la vapeur d'eau produite grâce la chaleur dégagée par la combustion de gaz, qui met en mouvement une turbine reliée à un alternateur. (SPE ,2017)

- **La combustion:**

Un combustible (gaz, charbon, fioul) est brûlé dans les brûleurs d'une chaudière pouvant mesurer jusqu'à 90 m de hauteur.

Le fioul est chauffé pour le rendre liquide puis vaporisé fines gouttelettes et le gaz est injecté directement sans traitement préparatoire.

- **La production de vapeur :**

La chaudière est tapissée de tubes dans lesquels circule de l'eau froide. En brûlant, le combustible dégage de la chaleur qui va chauffer cette eau. L'eau se transforme en vapeur, envoyée sous pressions vers les turbines.

- **La production d'électricité :**

La vapeur fait tourner une turbine qui entraîne à son tour un alternateur. Grâce à l'énergie fournie par la turbine, l'alternateur produit un courant électrique alternatif.

Un transformateur élève la tension d'un courant électrique produit par l'alternateur pour qu'il puisse être plus facilement transporté dans les lignes à très haute tension.

- **Le recyclage :**

A la sortie de la turbine, la vapeur est à nouveau transformée en eau grâce à un condenseur dans lequel circule de l'eau froide en provenance de la mer ou d'un fleuve.

L'eau ainsi obtenue est récupérée et re-circule dans la chaudière pour recommencer un autre cycle.

L'eau utilisée pour le refroidissement est restituée à son milieu naturel ou renvoyée dans le condenseur.

Les fumées des combustions sont dépoussiérées grâce à des filtres et sont évacuées par des cheminées. (Société De Production D'électricité « SPE »)

I-4 Pollutions

La pollution peut être définie comme étant une dégradation ou une perturbation du milieu .
(Perés, 1976) .

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous produit de l'action humaine, à travers des effets directs altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico- chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivants. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles en eau et autres produits biologiques.**(Forbes V, et al ; 1997) .**

I-4-1 Pollution de l'air

La pollution de l'atmosphère due aux rejets des différents gaz et substances toxiques dans l'air qui ont pour origine les différentes activités humaines ou encore par les combustions à la tendance à décroître au cours des dernières décennies, tout au moins dans les pays développés
(Ramade, 2000)

I-4-2 Pollution de sol

C'est à partir de la surface des sols que sont émis les polluants et par elle qu'ils transitent souvent avant de passer dans l'hydrosphère. Le sol constitue le support indispensable aux animaux et végétaux terrestres et à l'homme, toute pollution du sol retentira sur la flore, la faune et sur l'homme lui-même.

la pollution des sol affecte essentiellement les campagnes. Elle est avant tout une conséquence de l'expansion de certaines techniques agricoles modernes : engrais chimique, pesticides.
(Emilian .K, 2004)

I-4-3 Pollution de l'eau

La pollution des eaux est un problème mondial dont les aspects et la portée sont évidemment différents selon le niveau de développement des nations.

Un milieu aquatique est dit pollué lorsque son équilibre a été modifié de façon durable par l'apport en quantité trop importante soit de substances plus ou moins toxiques d'origine naturelles ou issues d'activités humaines, soit encore des eaux trop chaudes (**Ramade.F ,2000**)

Cette pollution est un changement physique ou chimique de l'eau ayant un effet négatif sur la santé de l'homme ou d'autres organismes (**Berg et al ;2009**)

Le degré de la pollution de l'eau se mesure par divers indicateurs comme la charge en matière en suspension (MES), la demande biologique en oxygène(DBO), la demande chimique en oxygène(DCO) ou des indicateurs faunistiques ou floristiques (**Cosandey et al ;2003**)

I-5 La nature de la pollution marine

I-5-1 Pollution physique

La pollution physique est représentée par des rejets d'eaux chaudes provenant des systèmes de refroidissement des centrales nucléaires et électriques ce qui provoque un réchauffement considérable des eaux. Le réchauffement est toujours de 6 à 7 C° au minimum et peut avoisiner 10C°. Cet échauffement modifie certaines propriétés physiques de l'eau et notamment une diminution de la densité. Cette diminution restreint les possibilités de mélange de l'eau ainsi recyclés avec les eaux marines normales et altère les possibilités de flottabilité de plancton (**Bellan et press, 1994**).

L'élévation de la température entraîne également une substitution de faunes et de flores : les espèces d'eau froide disparaissent au profit des espèces d'eau chaude. (**Aubert, 1970**)

I-5-2 Pollution organique

Les rejets contenant des substances organiques sont à l'origine d'une consommation de l'oxygène présent dans le milieu récepteur et peuvent, s'ils sont trop abondants, entraîner la mortalité des poissons par asphyxie. La pollution organique présente également un impact sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Lorsque les rejets de matières organiques sont trop importants, l'autoépuration devient insuffisante et la pollution apparaît et s'accroît (**Dajoz,2006**)

I-5-3 Pollution chimique

Elle est due essentiellement aux rejets industriels qui apportent de grandes quantités de substances chimiques, perturbant ainsi l'équilibre de l'écosystème aquatique.

Les polluants chimiques peuvent avoir aussi pour origine :

- Les eaux usées qui sont habituellement chargées d détergents et d'autres substances à usage domestique
- Les eaux de ruissellement, issues de terrains agricoles, et qui sont souvent chargées de pesticides et de divers produits chimiques à usage phytosanitaire. Selon la nature des polluants, on distingue les polluants organiques et des polluants inorganiques. **(KHALID .A ,2011)**

I-6 origine de la pollution marine

I-6-1 Effluents industriels

Provenant des usines, la pollution industrielle est caractérisée par une grande diversité

Tous les produits ou sous produits de l'activité humaine, se retrouvent dans l'eau, qui est un bon solvant :

- Matières organiques et graisses (industries agro-alimentaires....)
- Hydrocarbures (raffineries)
- Métaux (métallurgie)
- Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...)
- Eaux chaudes (circuit de refroidissement des centrales thermiques)

L'extrême diversité des rejets industriels nécessite une investigation propre à chaque type d'industrie **(Boeglin, 1999)**.

I-6-2 Effluents agricoles

L'eau et le sol sont indispensables aux activités humaines et plus particulièrement aux activités agricoles.

Dans la plus part des pays, l'agriculture est devenue plus performante, plus intensive, grâce à l'utilisation systématique des fertilisants et des produits phytosanitaires. (**Grosclaude, 1999**).

Elle a pour origine les cultures et les fermes, les principaux polluants sont : des sels minéraux en grandes quantités (d'azote, de potassium et de phosphore), des produits chimiques (produits phytosanitaires et herbicides) (**Faurie et al ;2002**)

I-6-3 Effluents urbains

Provenant des habitations, ces effluents sont constituée essentiellement par des eaux de vanne (déjections humains), par les eaux ménagères (eau de toilette, de nettoyage des sols et des aliments...) (**Gaujous, 1995**).

La pollution domestique se caractérise par : des germes fécaux, de forte teneurs en matières organiques, des sels minéraux, détergents.

I-7 Qualité de l'eau

La qualité des eaux correspond à un ensemble de critères physico-chimique qui définit leur degré de pureté et pour conséquent, leur aptitude aux divers usages alimentaires, domestiques, agricoles ou industriels, en fonction d'un degré croissant de pollution (**Ramade.F, 1992**)

En France, les eaux courantes et les eaux stagnantes sont classées en fonction de leur teneur en oxygènes en cinq classes de qualité de l'eau. La définition de ces classes est la suivante : (**BRIGITTE .G et al ;1997**)

- 1A : qualité excellente \Rightarrow absence de pollution \Rightarrow couleur bleue
- 1B : qualité bonne \Rightarrow pollution modérée \Rightarrow couleur verte
- 2 : qualité moyenne \Rightarrow pollution nette \Rightarrow couleur jaune
- 3 : qualité médiocre \Rightarrow pollution importante \Rightarrow couleur orange
- 4 : qualité mauvaise \Rightarrow pollution excessive \Rightarrow couleur rouge

Tableau 2. Grille de qualité des eaux littorales.(IFREMER, 1993)

Code de couleur	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Classes de qualité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
DBO ₅ (mg /l O ₂)	<3	3-5	5-10	10-25	>25
Ammonium(mg /l)	<0.02	0.02-0.05	0.05-0.1	0.1-0.15	>0.15
Nitrites (mg /l)	<0.03	0.3	0.5	1	>1
Nitrates (mg /l)	0.5	0.5 - 1	1-2	2-3	>3
Température (°C)	<20	21.5	25	28	>30
CE (mS.cm ⁻¹)	23	23- 35	35-45	45-55	>55
PH	6.5-7.5	7.5-8.5	5.5-6.5	8.5-9	<5.5 ou>9
Phosphates (mg /l)	<0.03	0.03-0.06	0.06-0.1	0.1 -0.2	0.2

I-8 Les conséquences de la pollution marines

I-8-1 Conséquences sanitaires

- Les microorganismes bactériens et viraux, susceptibles d'être pathogènes pour l'homme sont véhiculés jusqu'au milieu marin par voie hydrique. Ils proviennent directement ou indirectement de l'homme aux travers de ses activités (rejets urbains, industriels et agricoles).
- Les germes bactériens et les parasites transmissibles à l'homme, rejetés dans le milieu, occasionnent des problèmes sanitaires. (BRIGITTE .G et al ; 1997).

I-8-2 Conséquences écologique

La conséquence immédiate, parfois quasi instantané du rejet d'eau chaudes dans les biotopes aquatiques continentaux ou marins se traduit par une élévation rapide et parfois importante de la température du milieu récepteur par ces basses calories.

En réalité, et malgré le fait que le refroidissement des centrales en bord de mer présente une sécurité maximale, l'impact potentielle de la pollution thermique générée sur les biocénoses de la zone néritique n'est pas négligeable en certaines circonstances et ce d'autant plus que les êtres vivants marins sont des organismes sténothermes.

- Les espèces sténothermes supportent mal le réchauffement des eaux car ils ne peuvent s'adapter qu'à de faibles fluctuations de température (**Ramade.F, 2005**).
- L'augmentation de la température, provoquant une modification des peuplements animaux et végétaux (développement anarchique d'algues). (**BRIGITTE .G et al ;1997**)
- Les peuplements d'algues et autres organismes autotrophes sont éliminés et remplacés, sur la section d'un cours d'eau polluée par des organismes pollutolérants. (**Ramade.F ,2002**)
- Le refroidissement des centrales électriques peut provoquer la mort de grandes quantités de larves de poissons par choc mécanique.
- L'élévation de la température des eaux modifie le taux d'oxygène dissous. En effet la solubilité des gaz dans l'eau diminue quand croît la température.

I-8-3 Conséquences esthétiques

Les flottants et débris solides divers, qui occasionnent des nuisances esthétiques.

Des dépôts et envasements nuisibles à la navigation, en favorisant les inondations. (**BRIGITTE .G et al ;1997**).

I-9 les paramètres physico-chimiques utilisables

I-9 -1 Analyses sur le terrain (mesure in situ)

A cause des variations qui peuvent affecter les échantillons d'eau pendant le transport (activités des micro-organismes, les réactions d'oxydoréductions, les réactions de précipitations ou évaporations), certains paramètres sont analysés immédiatement sur le lieu même de prélèvement. Parmi ces paramètres on cite :

I-9 -1 -1 La conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance (inverse de la résistance) d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques. Elle est en fonction de la

concentration totale des ions, de leur mobilité, de leur valence, de leur concentration relative de la température, l'unité de la conductivité est le siemens par centimètre (S /m), mais dans le cas de l'eau on utilise généralement le micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (**Khalid. A, 2011**)

➤ **Intérêt de la mesure de la conductivité électrique**

La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau suivre l'évolution.

Environ 90% des eaux superficielles ont une conductivité inférieure à $1000\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$; cette conductivité est fonction de la minéralisation du terrain de ruissellement ou de stockage. (**Franck .R ,2002**).

I-9 -1 -2 La température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique) elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique .La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32 par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C est elle s'arrête pour des températures inférieure à 5°C (**Rodier et al ;2005**)

I-9-1 -3 Le potentiel hydrogène (pH)

Le potentiel hydrogène correspond, pour une solution diluée à la concentration d'ions hydrogène il mesure l'acidité ou la basicité (alcalinité) d'une eau.

Le pH d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés. Généralement, il se situe dans la plupart des eaux brutes entre 6,5 et 8,5. (**Patrick .S,2010**).

➤ **Intérêt de la mesure de pH**

Le contrôle de pH permettre de maintenir une eau à l'équilibre, en évitant qu'elle soit agressive ou incrustante.

La direction européenne donne comme niveau guide une variation de 6.5 à 8.5. (**Franck .R ,2002**).

I-9 -2 Analyses au laboratoire

I-9 -2 -1 Demande Biologique En Oxygène (DBO₅)

La demande biochimique en oxygène représente la quantité de dioxygène dissous consommée par les microorganismes pour dégrader en mode aérobie les matières biodégradables présentes dans l'eau dans des conditions opératoires précises. Les laboratoires mesurent cette demande sur une durée de cinq jours notée DBO₅. (**Claude .C ,Arnaud .G ,2013**) .

I-9 -2 -2 Les nitrates

Les nitrates sont abondamment répandus dans le sol, dans la plupart des eaux et dans les plantes ou ils sont nécessaires à la synthèse des végétaux. Soluble dans l'eau, il se retrouve naturellement en faible concentration dans les eaux souterraines et superficielles. Sans apport artificielle, les eaux de surface ne contiennent pas plus de 10mg/l de nitrate. (**Patrick .S, 2010**).

I-9 -2 -3 Ammonium

Les concentrations en azote ammoniacal dans les eaux naturelles sont très variables. De plus divers substances contenues dans ces eaux sont capables de perturber le dosage : c'est le cas des chlorures, du fer, des sulfures et des matières organiques (**Rejsek, 2002**)

L'azote ammoniacal et assez souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Sa teneur dans les eaux de surface est normalement faible (0,2 mg /l) des eaux profondes peuvent également se charger en NH₄⁺ par réduction des nitrates sous l'action de bactéries. (**Savary ,2010**).

I-9-2-4 Les nitrites

Les nitrites sont répandus dans le sol, dans les eaux et dans les plantes, mais en quantité relativement faibles. En générale, dans les eaux de surface, leur teneur excède rarement 1 mg /l. Il est toutefois important de signaler que les eaux en contact avec certains terrains et certaines conduites peuvent contenir des nitrites indépendamment de toute souillure. Leur présence à également été signalée dans les eaux de pluie et dans celle provenant de la fonte des neiges. En effet, la pollution atmosphérique (oxydes d'azote) favorise l'augmentation des teneurs en nitrites. (**patrick S, 2010**).

I-9-2-5 Phosphates

Sels de l'acide ortho phosphorique qui représente des éléments minéraux nutritifs essentiels pour les végétaux autotrophes.

Dans les écosystèmes aquatiques, les phosphates constituent le facteur déterminant de leur productivité car c'est dans la quasi-totalité des cas le type de nutriment présent en plus faible quantité. Dans les eaux continentales, les taux de phosphates excèdent rarement une cinquantaine de µg/l. Dans le milieu marin, ces taux sont généralement inférieur à 10µg /l. (**Ramade.F ,2002**).

I-10 Les installations classées

La centrale électrique est appartient aux installations classées qui ont désigne l'ensemble des usines et autres installations industrielles qui constituent d'importantes sources de pollution pour l'atmosphère, les eaux, voire les sols, ainsi que des nuisances et aux quelles sont associés des

risques pour la santé aussi bien pour les personnels qui y travaillent que pour les populations vivant dans leur voisinage. (**Ramade.F , 2000**) .

I-10-1 Les impacts des installations sur les compartiments de la biosphère

- **L'eau** : Une centrale thermique a surtout besoin d'eau à des fins de réfrigération. Cette eau, une fois réchauffée (élévation de température de 4 à 8°C), Si la centrale ne produit que de l'électricité, on estime que 60 à 80% de l'énergie apportée par le combustible sont rejetés sous forme de calories évacuées avec l'eau de refroidissement de la centrale.
- **Le sol** : Une centrale thermique peut altérer de différentes manières les sols et les eaux souterraines.

Les retombées de poussières notamment au voisinage de la centrale peuvent avoir des effets néfastes à long terme sur la qualité des sols.

la chimie du sol peut se trouver modifiée par les retombées acides, imputables essentiellement au SO₂ et NO_x.

- **l'air** : Sur le site d'une centrale thermique, l'air est pollué directement par les émissions de poussières et de gaz nocifs.

Les poussières et la plupart des gaz nocifs rejetés dans l'atmosphère, NO₂ et nitrate provenant du monoxyde d'azote), retombent au sol avec les précipitations atmosphériques (pluie, neige) ou sous forme de particules sèches. Cela engendre une charge polluante pour les eaux et le sol pouvant nuire à la flore et à la faune. (**SEATTLE, 1998**).

II-1- Présentation de la zone d'étude

II-1-1- Situation géographique de la région de Jijel (Figure 1)

La wilaya de Jijel est une région côtière, située au Nord-Est du pays. Elle est distante de 360 km de la capitale Alger et d'environ 120 km de la Wilaya de Constantine. Elle est affiliée au littoral méditerranéen, limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par la Wilaya de Bejaïa, à l'Est par la Wilaya de Skikda, au Sud-ouest par la wilaya de Sétif, au Sud par la Wilaya de Mila et enfin au Sud-est par la Wilaya de Constantine. Elle s'étend sur une superficie de 2.398,69 Km² avec 11 Dairas et 28 Communes (1).

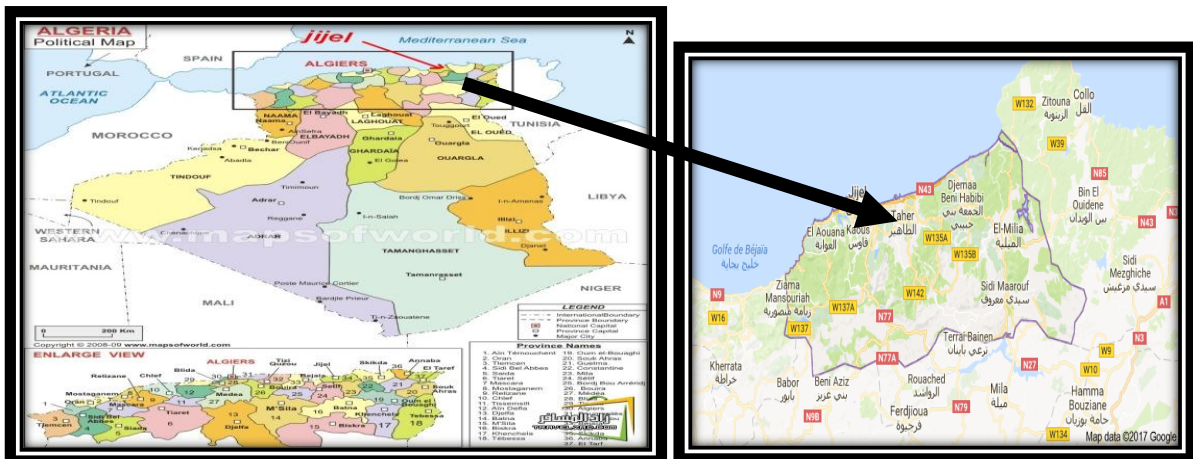


Figure 1. Situation géographique de la wilaya de Jijel

II- 1-2- Localisation de la centrale thermique au niveau de la wilaya (Figure 2)

La centrale thermique d'El Achouat est implantée sur le front de mer, à 12 km, côté Est, de la ville de Jijel. Elle se trouve à proximité du port de DjenDjen, de l'aéroport Farhat Abbas et de la route nationale 43.



Figure 2. Localisation de la centrale thermique de Jijel

La centrale électrique de Jijel est de type thermique, constituée principalement par les équipements suivants :

- La chaudière (générateur de vapeur).
- La turbine (transmetteur de l'énergie thermique cinétique en énergie mécanique).
- L'alternateur (transmetteur de l'énergie mécanique en énergie électromagnétique).
- Le poste d'eau (qui ferme le cycle thermodynamique).
- La salle de commande principale (ou salle de contrôle).

Elle s'étend sur une superficie de 36 Hectares et possède 03 turbos alternateurs (turbines à vapeur) d'une puissance unitaire de 210MW par heure , c-a-d une production annuelle de 5443200 MW (**SPE , 2017**) .



Photo 3. La centrale électrique d'El Achouat

II-1-3- Historique

Pour satisfaire la demande en énergie électrique à l'Est du pays, la SONALGAZ a construit la centrale d'El Achouat. Les travaux de construction ont été lancés en 1984. La société russe, TECHNOPROMEXPORT, s'est chargée de l'étude, de la fourniture des équipements, des travaux de montage, des travaux de mise au point, et des mises en service ainsi que des essais de garantie de l'équipement. Le coût du projet était estimé à l'époque à 3 715 000 000 DA , soit 1783200000 en devise (**SPE , 2017**) .

II-2-Les données climatologiques de la région de Jijel

La région de Jijel est de climat méditerranéen caractérisé par une période hivernale douce et pluvieuse et une période estivale sèche et chaude.

II-2-1- La température

Les températures des régions côtières sont généralement douces suite à la proximité de la mer. Sur la côte Jijilienne, les températures varient de 11°C, température minimale enregistrée lors du mois de Janvier, à 26,3°C, température maximale enregistrée lors du mois d'Août (Tab. 2).

Tableau 2. Moyennes mensuelles des températures (2006- 2016) (O.N.M d'El Achouat,2017)

mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T (°C)	11 .0	12.15	13.61	16.6	19.36	22.8	26.08	26.3	24.0	21.26	16.96	13.22

T : moyenne mensuelles des températures en °C.

II-2-2 Les précipitations

Les pluies se manifestent essentiellement en automne et en hiver. Les précipitations sont abondantes aux mois de décembre, janvier et février et sont quasiment nulles aux mois de juin, juillet et août (Tab. 3).

Tableau 3. Moyennes mensuelles des Précipitations (2006- 2016) (O.N.M d'El Achouat,2017)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
P(mm)	135.3	151.9	130.4	71.18	50.5	18.2	2.0	19.6	68.7	106.8	169.3	148.2

P : moyennes mensuelles des précipitations en mm.

II-2-3 L'humidité

Les valeurs sont relativement homogènes et les variations des taux d'humidité ne sont pas importantes. Le taux maximal d'humidité obtenu au mois d'août est de 78 .5% alors que le taux minimal enregistré au mois de Janvier est de 71 .5%.

II-3Échantillonnage

Sachant que la centrale thermique est un établissement classé qui présente un impact certain sur le milieu naturel récepteur, nous avons entrepris de suivre la qualité des eaux de refroidissement, avant et après passage dans les circuits de la centrale et leur rejet dans les eaux littorales.

Pour se faire un suivi hebdomadaire de quelques descripteurs physico-chimique, indicateurs de la pollution, a été réalisé durant deux mois (du 22 Février au 06 Avril 2017).

Les cinq campagnes d'échantillonnage peuvent être résumées comme suit : première campagne (22 Février 2017), deuxième campagne (28 Février 2017), troisième campagne (9 Mars 2017), quatrième campagne (14 Mars 2017) et la cinquième campagne (6 Avril 2017).

II-3-1 Choix et localisation des stations de prélèvements (Fig. 4)

Les stations de prélèvement ont été choisies de manière à avoir une estimation de la qualité de l'eau avant et après leur utilisation et après son rejet dans la mer.



Figure 4. Localisation des stations d'échantillonnage

➤ **Première station** : Station de pompage (Station 1)

Cette station se trouve à proximité du port de DjenDjen, ses eaux sont lentes et colorées suite aux rejets liquides et solides des bateaux. Ce sont ces eaux qui sont pompées par la centrale



Photo 5. Station de pompage

➤ **Deuxième station** :canal de rejet (Station 2)

C'est le canal de rejet principal de la centrale. De fort débit, il collecte toutes les eaux marines de refroidissement utilisées dans les divers processus .



Photo 6. Canal de rejet

➤ **Troisième station** :station avale (Station 3)

Toutes les eaux de refroidissement sont rejetées au niveau de cette station, pour finir dans les eaux littorales.



Photo 7. Station aval

II-3-2 Technique de prélèvement

Les échantillons d'eau ont été prélevés dans des flacons en plastiques propres, préalablement rincés (trois fois au moins) par l'eau de l'échantillon. Les bouteilles sont étiquetées pour éviter tout risque de confusion sur l'identité des échantillons.

II-4 Justification du choix des paramètres étudiés

L'appréciation de la qualité des eaux de surfaces se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques. Les teneurs élevées en sels nutritifs surtout les phosphates et les nitrates avec une température élevée peuvent causer le phénomène d'eutrophisation qui conduit à une pollution aigue du milieu. Nous avons donc sélectionné quelques descripteurs qui mettent en relief le phénomène d'eutrophisation.

Les descripteurs ciblés sont : la fraction azotée (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) et les orthophosphates (PO_4^{3-}), la température, la conductivité électrique, le pH et la demande biologique en oxygène (DBO_5).

II-4-1 Mesures effectuées sur terrain

- ✓ **Température** : Il est important de connaître la température de l'eau avec précision, en effet celle-ci joue un rôle important dans la solubilité des gaz dissous et influence largement la conductivité et la solubilité des sels dans l'eau.

En sus, elle constitue un facteur limitant pour un grand nombre d'organismes aquatiques sténothermes.

Ce paramètre a été mesuré par un thermomètre de Type (Traceable).



Photo 8. Thermomètre

- ✓ **pH** : le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une eau. Il est mesuré sur le terrain à l'aide de d'un pH-mètre type **HANNAHI8424**. La mesure peut se faire en plongeant directement l'électrode dans le cours d'eau, à environ 6 ou 8 cm de profondeur, ou en utilisant un récipient rempli d'eau. Une fois l'électrode dans l'eau, il est important d'attendre que la mesure, affichée sur l'écran, se stabilise.



Photo 9. pH mètre

- ✓ **Conductivité** : La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (Rodier, 2009). La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre de laboratoire de type **HANNA HI8633**.



Photo 10. Conductimètre

➤ **Transport et conservation des échantillons**

Tous les échantillons d'eau ont été placés dans une glacière avant leur transport au laboratoire. Une fois au laboratoire, les échantillons destinés à la mesure de la DBO₅ ont été placés dans le DBO mètre et les autres échantillons, destinés à la mesure des sels dissous, sont congelés jusqu'à analyse (Rodier, 2005).

II-4-2 Dosages effectués au laboratoire (méthodes spectrophotométriques)

Les dosages effectués au laboratoire sont : l'ammonium, les nitrites, les nitrates et les orthophosphates. Les diverses méthodes analytiques utilisées pour l'estimation des différents descripteurs physico-chimiques sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 4. Les différentes méthodes d'analyse physico-chimiques utilisées (Rodier., 2009)

Paramètres	Unités	Méthode d'analyse	appareillage
Température	°C	Lecture directe	Thermomètre
Conductivité	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	Lecture directe	Conductimètre
pH	/	Mesure directe	pH-mètre
Orthophosphates (PO_4^{3-})	Mg.L^{-1}	Les ions phosphate réagissent avec le molybdate d'ammonium, pour former un complexe que l'on réduit par l'acide ascorbique. Cette forme réduite, de couleur bleue, à un maximum d'absorption à 885 nm	Spectromètre (UV)
Ammonium (NH_4^+)	Mg.L^{-1}	En milieu alcalin et en présence de nitroprussiate qui agit comme un catalyseur, les ions ammonium traités par une solution de chlore et de phénol donnent du bleu d'indophénol susceptible d'un dosage spectro- photométrique.	Spectromètre (UV)
Nitrites (NO_2^-)	Mg.L^{-1}	Les ions nitrites forment un diazoïque avec la sulfanilamide en milieu acide, puis le diazoïque réagit avec le N-naphtyle-éthylènediamine pour former une coloration rose, cette dernière est lue à la longueur d'onde de 543 nm	Spectromètre (UV)
Nitrates (NO_3^-)	Mg.L^{-1}	En présence de salicylate de sodum, les nitrates donnent des paranitrosalicylate de sodum, coloré en jaune à la longueur d'onde de 415 nm	Spectromètre (UV)

III-1- Variabilité spatio-temporelle des descripteurs physico-chimiques

III-1- 1 la température (°C)

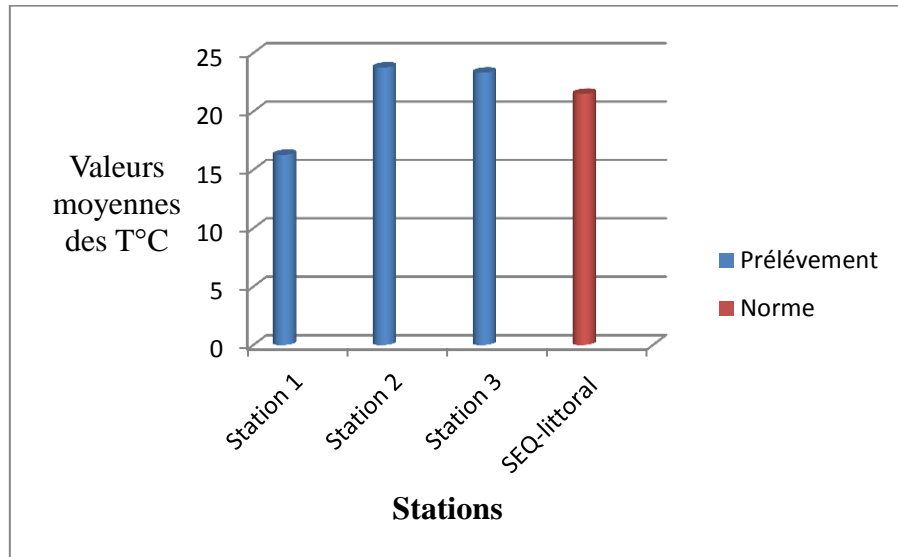


Figure 11. Valeurs moyennes des températures dans les différentes stations.

La moyenne des températures mesurées durant la période d'échantillonnage varie d'une valeur minimale de 16,28 °C dans la station 1 à une valeur maximale de 23,76 °C pour la station 2. Selon le SEQ-Littoral, nous pouvons dire que la température de l'eau de mer pompée est dans la norme requise (< 21,5 °C). Après son utilisation pour le refroidissement des circuits de production, la température de l'eau déversée dans le bassin (canal de rejet ou station 2), qui collecte toutes les eaux de refroidissement est de 23,76 °C. Ensuite ces eaux sont rejetées directement dans les eaux littorales (station 3) avec une température de 23,32 °C. Les températures des eaux des deux stations 2 et 3 dépassent largement la norme recommandée de (21,5 °C) par le SEQ-Littoral. Les eaux présentent une qualité passable pour la vie biologique.

III-1- 2 Le pH

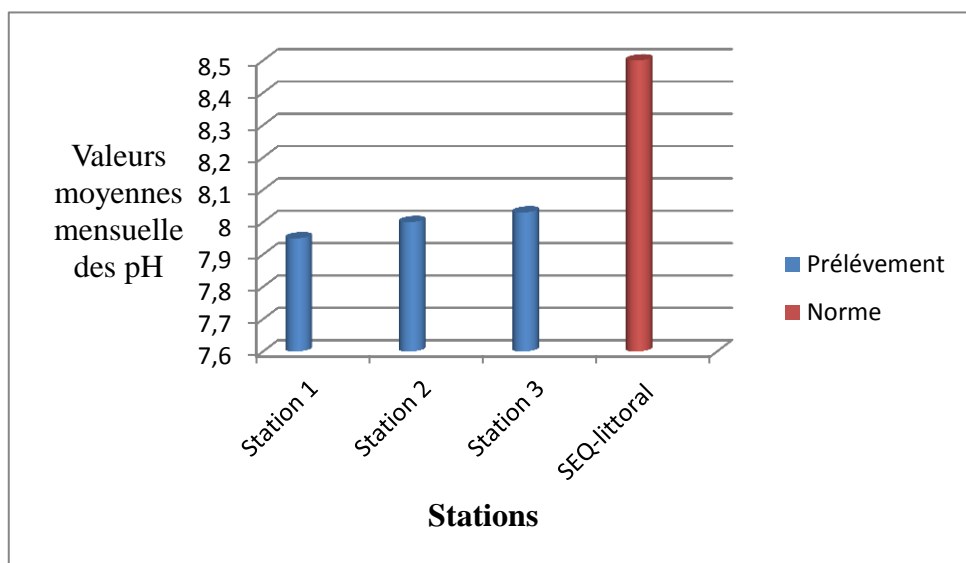


Figure 12. Valeurs moyennes du pH dans les trois stations

Les valeurs moyennes du pH se situent entre une valeur minimale de 7,95 et une valeur maximale de 8,03. Ces valeurs restent dans l'intervalle du pH (7,5 à 8,5) préconisé par le SEQ-Littoral. Les eaux rejetées par la centrale dans le milieu récepteur sont de bonne qualité par rapport à ce descripteur.

III-1- 3 La conductivité

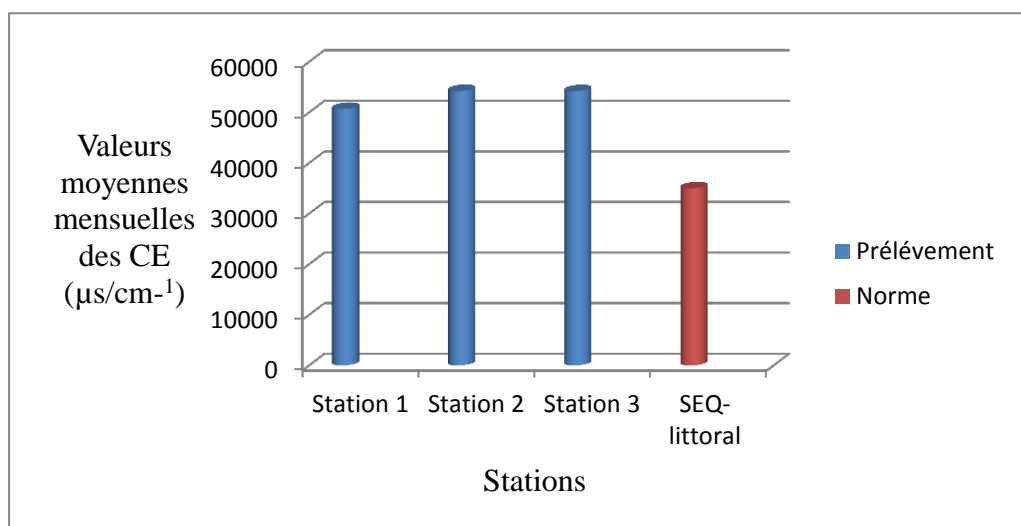


Figure 13. Valeurs moyennes de la CE ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) des trois stations

D'après la figure 3, nous remarquons que les valeurs moyennes de la conductivité varient d'une valeur minimale de $50680\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ mesurée dans la station 1 à une valeur maximale de

54240 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ mesurée dans la station 2. Ces valeurs dépassent largement les limites (23000 à 35000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) du SEQ-Littoral. L'eau est de mauvaise qualité.

III-2 Les sels nutritifs

III-2 -1 Les nitrites (NO_2^-)

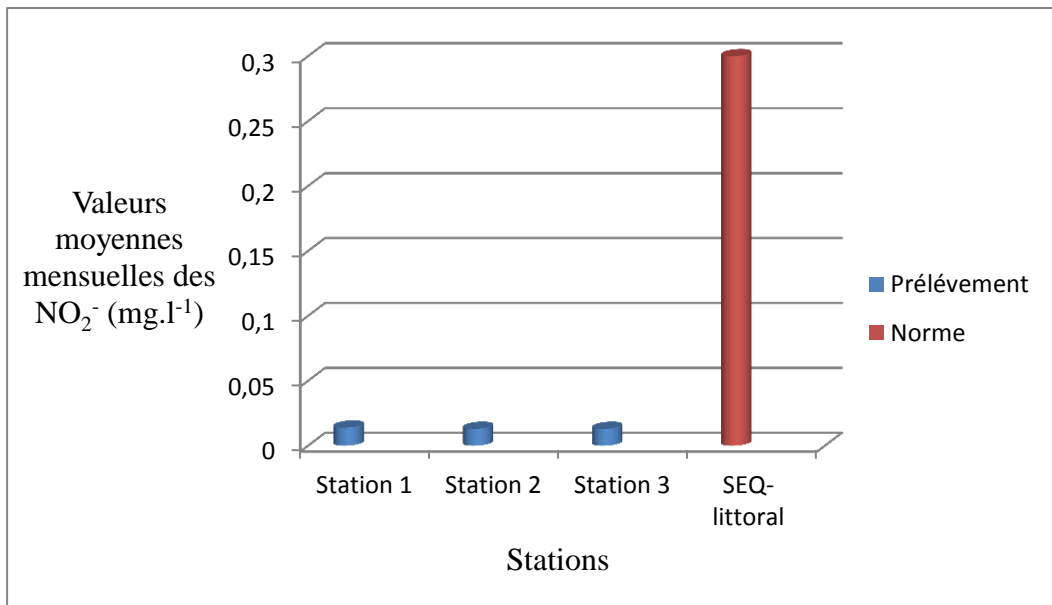


Figure 14. Concentrations moyennes des nitrites

Les concentrations en nitrites semblent constantes (0,013 à 0,014 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Ces valeurs restent en dessous de la limite de 0,3 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ recommandée par le SEQ-Littoral. L'eau est de bonne qualité vis-à-vis des nitrites.

III-2 -2 L'ammonium (NH_4^+)

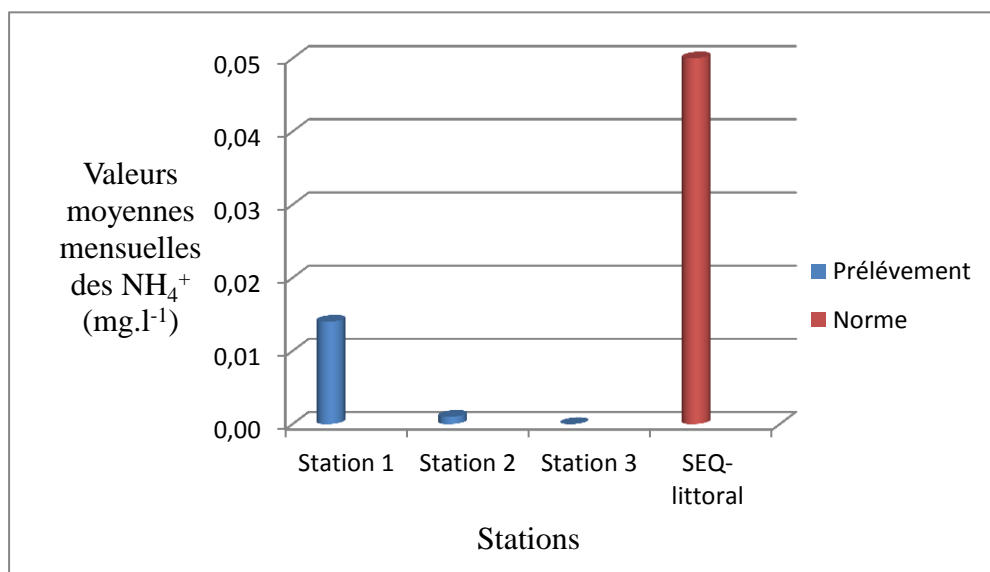


Figure 15. Concentrations moyennes en ammonium

Les taux moyens en ammonium fluctuent de 0 à 0,01 mg.l⁻¹. Ces concentrations restent en dessous de la limite de 0,02 mg.l⁻¹. L'eau présente une très bonne qualité, selon le SEQ-Littoral.

III-2 -3 Les nitrates (NO_3^-)

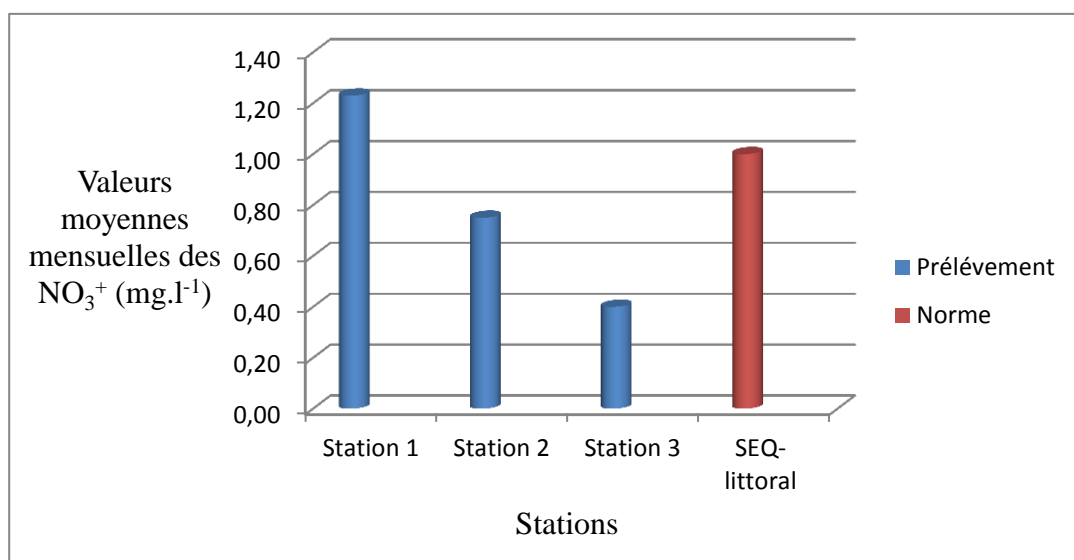


Figure 16. Les concentrations moyennes en nitrates

Les concentrations en nitrates fluctuent d'une valeur minimale de $0,4 \text{ mg.l}^{-1}$ dans la station 3, à une valeur maximale de $1,23 \text{ mg.l}^{-1}$ trouvée dans la station 1. Les eaux des stations 2 et 3 restent en dessous de la norme (1 mg.l^{-1}), tandis que les eaux de la station 1 présentent une qualité passable par rapport au SEQ-Littoral.

III-2 -4 Les orthophosphates (PO_4^{3-})

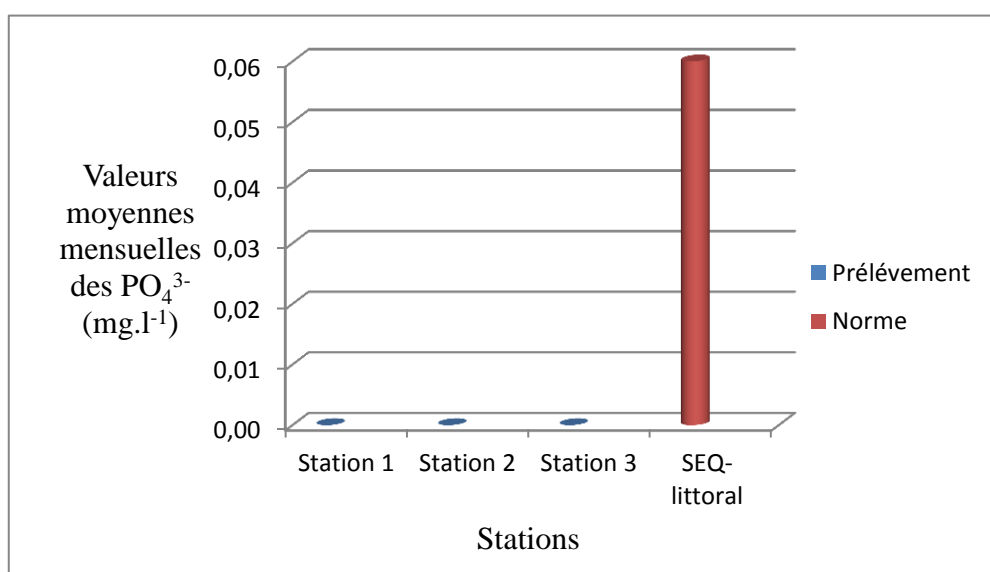


Figure 17. Les concentrations moyennes en orthophosphates

Les teneurs en PO_4^{3-} sont nulles dans toutes les stations durant toute la période d'échantillonnage. Cette absence du phosphore peut être justifiée par le fait que dans le milieu naturel, le phosphore est peu abondant dans les eaux dont le pH est compris entre 7 et 8 et les orthophosphates se trouvent généralement, sous forme H_2PO_4^- et HPO_4^{2-} , ces formes chimiques sont solubles dans l'eau et donc plus facilement assimilables par les organismes et les végétaux aquatiques (Rodie, 2009).

Conclusion générale et perspective

En tant qu'établissement classé, la centrale thermique d'El Achouat constitue une menace certaine pour les eaux marines et plus particulièrement les eaux littorales, qui reçoivent tous les effluents liquides, solides et gazeux de ce complexe.

A l'échelle internationale, ce genre d'industries est soumis à une législation très stricte et rigoureuse afin de limiter au maximum les dégâts, qui peuvent être occasionnés à l'écosystème marin.

C'est pourquoi, dans cette étude, nous avons fait le suivi de la qualité physico-chimique des eaux marines avant et après leur utilisation par le complexe.

Les résultats préliminaires obtenus mettent en relief une pollution thermique importante. Les eaux de refroidissement rejetées dans le canal de rejet (station 2) et les eaux du milieu récepteur (station 3) enregistrent des températures très élevées. La différence de température des eaux avant et après utilisation est de 7°C, ce qui est catastrophique pour le milieu naturel.

En effet, les rejets d'eau chaude vont probablement causer un choc thermique préjudiciable pour les poissons, organismes sténothermes (espèce ayant un faible intervalle de tolérance pour la température) ne supportent pas des variations de températures de l'eau supérieure à quelques degrés en quelques heures, une variation de T°C de 4°C provoquant déjà la mort de nombreuses espèces (Rodier et al., 2009). La situation est critique pour les invertébrés marins qui sont plus sténothermes que les métazoaires (Ramade, 1998). D'autres effets locaux importants peuvent se manifester consécutivement à l'élévation de la température, nous citerons entre autre :

- La réduction de la quantité d'oxygène dissous dans les milieux aquatiques.
- L'augmentation de l'activité métabolique des organismes (jusqu'à un certain seuil) et donc leur consommation en oxygène.
- Il semble aussi que l'augmentation de la température accroisse la sensibilité des organismes aux substances toxiques. Il s'ensuit une modification des communautés biologiques du milieu avec apparition de zones mortes, modification des espèces présentes et appauvrissement de la biodiversité.
- Les bactéries et les virus peuvent profiter de l'élévation de température et réduire la qualité sanitaire des eaux ainsi que les capacités épuratrices du milieu.

En outre, cette pollution thermique peut expliquer les valeurs élevées de la CE. Ce paramètre est influencé par la variation de température.

Enfin, la pollution en nitrates de la station 1 peut être essentiellement attribuée aux divers rejets anthropiques et principalement l'utilisation des fertilisants dans les cultures sous serre, qui sont omni présentent sur le littoral jijelien.

Dans un pays, comme le notre, en plein essor économique de tels établissements ne sont pas rigoureusement suivis comme dans les pays développés.

Cependant, il est impératif pour la salubrité du milieu marin et *ipso facto* la protection de la santé publique d'entreprendre des dispositions rigoureuses et efficaces telles que :

- Contrôle stricte des divers établissements classés (complexe de fabrication d'engrais, centrale thermique, complexe sidérurgie, métallurgie, tannerie, agriculture, industries agro-alimentaires, etc.) et éviter leur implantation sur la frange côtière.
- Application des lois, sans aucune discrimination, contre tous les pollueurs afin de minimiser les dégâts et protéger nos ressources halieutiques contre la mauvaise gestion et le gaspillage.

-A-

- Aubert.H ;1970.Pollution des océans. Mise à jours scientifiques .5-3P.

-B-

- Bellan .G.et Peres .J ,-M ;1994.La pollution des mers.3^{ème} édition, presses universitaires de France, collection que sais-je ? 127 P.
- Berg L.R,Raven P.H, Hassenzahl D.M.,2009. Environnement,deboeck ,Bruxelles , 687P.
- Boegline .J, technique de l'ingénieur «pollution industrielle de l'eau, Caractérisation, Classification, Mesure», G1210.
- Boeglin .J ; 1999. Propriété des eaux naturelle, cours ,190 P.
- Brigitte .G et al, 1997 .Cours d'eau et indices biologiques « pollutions-méthodes-IBGN »26- 40-42p .

-C-

- Cardot .c et Gilles .A; 2013 . Analyse des eaux « Réglementation, analyses volumétriques et spectrophotométriques, statistiques » 95-160 P.
- Cosandey C, Bigot S, Dacharry M, Gille E, Laganier R, Salvador P.G., 2003. Les eaux courantes, éditions BELIN, paris, 239P .

-D-

- Dajoz R. (2006) Précis d'écologie ; cours et exercicesrésolués . Dunod. 300p .

-E-

- Emilian . K ;2004.Traitement des pollutions industrielles. 7-10 P.

-F-

- FaurieC, Ferra C, Médori P, Dévaux J, Hemptinne J.L., 2002. Ecologie approche scientifique et pratique 5^{ème} édition Lavoisier, paris, 407P.
- Forbes V, et al ;1997 Ecologie théorique et application, Paris, France.
- Franck .R ,2002. Analyse des eaux « aspects réglementaires et techniques » 70-74 p.

-I-

- Ifremer, 1993 - Qualité du milieu marin littoral - Michel Joanny, Catherine Belin, Didier Claisse, Laurence Miossec, Jean-Paul Berthome, Anne Grouel, Bernard Raffin.

-G-

- Gaujous .D ; 1995.La pollution des eaux aquatiques ; aide mémoire .Lavoisier Tec et Doc . Paris .200 P.
- Grosclaude.G ; 1999.L'eau usage et polluants, Tome 2 .INRA. Paris. 210 P.

-K-

- Khalid .A ; 2011 .Pollution des eaux . 26-27 P.
- Khaled-Khodja.S,2016. Évaluation de la qualité physico-chimique des rejets anthropiques (urbains, agricoles et industriels) au Golfe d'Annaba. Thèse de Doctorat, Université d'Annaba. 186p.

-P-

- Patrick. S ;2010.Guide des analyses de la qualité de l'eau.Edition Technicités, Paris. 2003 , 98-100-123-134 P.
- Perés J.M. « la pollution des eaux marines Edition bordas », Paris, France, 1976.

-R-

- Ramade F. 1992. - Dictionnaire encyclopédique des Sciences de l'eau. Ediscience International, Paris. 786p.
- Ramade. F ,2000. Dictionnaire encyclopédique des polluants .Paris ,690 p
- Ramade. F ,2002 . Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Paris. 394P.
- Ramade .F ; 2005. Eléments d'écologie « écologie appliquée » 6^E édition.Paris. 301-400-401-406P.

- Raymond. D ;1990.Le traitement des eaux. 6-7-71 P.
- Rejesk.F , Analyses des eaux :aspects réglementaires et technique ,CRDP d'aquitaine ,Bordeaux , 360p .
- Rodier J ,2005 .Analyse de l'eau :eaux naterelle , eaux résiduaires , eaux de mer ,Edition Dunod , paris , 545 P.
- Rodier J ,2009 .Analyse de l'eau :eaux naterelle , eaux résiduaires , eaux de mer ,Edition Dunod , paris , 1600 P.
-
- Roland.V ; 2005 2^{ème} édition. Eau, environnement et santé publique 89p.

-S-

- Savary . P , 2010. Guide des analyses de la qualité de l'eau ,Edition Techni Cités ,France ,283p.
- Seattle, washington (USA), 1998. Rapport de la Cinquième Session du Comité de Coordination du Codex pour l'Amérique du Nord et le Pacifique Sud-Ouest. 25-26 P.

Sites :

- 1-[http : //www.el-milia-mico.org/Wilaya_de_Jijel-1334841.html](http://www.el-milia-mico.org/Wilaya_de_Jijel-1334841.html).

1-Dosage des nitrates (NO₃⁻) :

Matériel utilisés

- ✓ Les béchers
- ✓ Les pipettes
- ✓ Les pipeteurs
- ✓ Les spatules
- ✓ La balance
- ✓ Le spectrophotomètre
- ✓ L'étuve
- ✓ La cuve

➤ **Réactifs**

- Solution de salicylate de sodium à 1%.
- Acide sulfurique concentré (d=1,84)
- Solution d'hydroxyde de sodium :
 - Hydroxyde de sodium.....20g
 - Sel disodique de l'EDTA.....5g
 - Eau permutée.....q.s.p. 100ml

Dissoudre avec précaution l'hydroxyde de sodium dans 80ml d'eau permutée, ajouter le sel

Sodique EDTA. Après dissolution et refroidissement, transvaser la solution dans une fiole jaugée,

Ajuster le volume à 100ml.

➤ Solution d'azoture de sodium :

- Azoture de sodium.....50mg
- Eau permutée.....q.s.p. 100ml

➤ Solution mère étalon d'azote nitrique à 100mg/L :

- Nitrate de potassium anhydre.....72,2mg
- Eau permutée.....q.s.p. 100ml.

➤ Solution fille étalon d'azote nitrique à 5 mg/L

Amener 5 ml de la solution mère à la solution de l'eau permutée.

➤ Etablissement de courbe d'étalonnage

Dans une série de béchers de 50ml, introduire successivement :

N°des béchers	T	1	2	3	4
Solutions					
Solution fille étalon d'azote nitrique 5mg/l (ml)	0	1	2	5	10
Eau permutée (ml)	10	9	8	5	0
Correspondance en mg/l d'azote nitrique	0	0,5	1	2,5	5
Solution d'azoture de sodium (ml)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Acide acétique (ml)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

➤ **Mode opératoire**

Attendre 5 minutes puis évaporer à sec dans une étuve portée à 75-80°C. Ajouter 1ml de solution de salicylate de sodium, mélangé puis évaporer. Laisser refroidir.

Reprendre le résidu par 1 ml d'acide de sulfurique concentré ayant soin de l'humecter complètement. Attendre 10 minutes, ajouter 15 ml d'eau permutée puis 10 ml de solution d'hydroxyde de sodium qui développe la couleur jaune. Effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 415nm. Soustraire des unités d'absorbance, lues pour les étalons, la valeur relevée pour le témoin. Construire la courbe d'étalonnage.

1. Essai

- Introduire 10ml d'eau dans une capsule de 50. Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium. Poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage.

2. expression des résultats

Pour une prise d'essai de 10 ml, la courbe donne directement la teneur en azote nitrique exprimée en milligrammes par litre d'eau. Pour obtenir la teneur en nitrate (NO₃) .

2-Dosage des nitrites (NO_2^-)

▪ Réactifs

- Acide orthophosphorique ($d = 1,70$).
- Réactif de diazotation :
 - Amino-4-benzènesulfonamide.....40g
 - Dichlorure de N-(naphtyl-1) diamino- 1,2 éthane.....2g
 - Acide orthophosphorique ($d = 1,7$).....100ml
 - Eau distillée1000ml

Mélanger dans un bécher 800 ml d'eau distillée et 100 ml d'acide phosphorique, ajouter l' amino-4-benzènesulfonamide puis après dissolution, ajouter le dichlorure de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane. Agiter jusqu'à complète dissolution. Transvaser la solution dans une fiole jaugée de 1 000 ml, ajuster le volume avec de l'eau distillée, mélangé.

Conservée au réfrigérateur, cette solution est stable un mois.

• Préparation de la solution mère étalon de NO_2^- à 100mg.l^{-1}

- Nitrite de sodium.....492,8mg
- Eau fraîchement distillée.....1000ml

• Préparation de la solution fille étalon de NO_2^- à 1mg.l^{-1}

Amener 1 ml de la solution mère à 100 ml avec de l'eau distillée.

▪ Etablissement de la courbe d'étalonnage

Dans une série de fiole de jaugées à 50 ml et numérotés, introduire successivement en agitant après chaque addition :

N° des Fioles	T	1	2	3	4	5
Solutions						
Solution fille étalon à 1mg.l⁻¹(ml)	0	1	2,5	5	7,5	10
Eau distillée en (ml)	50	49	47,5	45	42,5	40
Correspondance en mg/l d'azote nitreux (NO₂⁻)	0	0,02	0,05	0,10	0,15	0,20
Réactif diazotation (ml)	1	1	1	1	1	1

Effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde 543nm. Construire la courbe d'étalonnage.

- **Essai**

Introduire 50 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. et effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde 543 nm en tenant compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

- **Expression des résultats**

Pour une prise d'essai de 50 ml, la courbe donne directement la teneur en NO₂⁻, exprimée en milligrammes par litre d'eau.

3-Dosage de l'ammonium (NH₄⁺)

✓ Prélèvement

Conserver l'échantillon à 4°C et effectuer le dosage le plus rapidement possible après le Prélèvement dans un délai ne dépassant pas 48 heures

✓ Matériel spécial

Laver la verrerie avec une solution d'acide chlorhydrique à 5%, la rincer à l'eau distillée.

✓ Réactifs

Utiliser pour la préparation des réactifs de l'eau fraîchement distillée.

- Solution chlorée.
- Hydroxyde de sodium en pastilles.....20g
- Citrate trisodique.....380g
- Acide dichlorocyanurique.....1000g

Dissoudre l'hydroxyde de sodium et le citrate trisodique dans 800ml d'eau environ.

Porter la solution à ébullition, maintenir celle-ci pendant 20minutes.

Après refroidissement, ajouter l'acide dichlorocyanurique et ajuster le volume à 1000ml.

Conserver cette solution au réfrigérateur.

- Solution de nitroprussiate et de phénol.
- Phénol.....35g
- Nitroprussiate de sodium.....0.4g
- Eau distillée..... 1000g

Transvaser cette solution dans un flacon de verre brun et la conserver au réfrigérateur.

- **-Solution mère étalon à 100mg.l⁻¹ d'ions ammonium.**

Chlorure d'ammonium.....297mg

Eau distillée.....1000ml

▪ **-Solution fille étalon à 1mg.l^{-1} d'ions ammonium.**

Diluer la solution mère au 1/100. Préparer cette solution au moment de l'emploi.

✓ Etablissement de la courbe d'étalonnage

Dans une série de fioles jaugées de 100ml, numérotées, préparer une série de dilutions .

N° des fioles Solutions	T	1	2	3	4	5	6
Solution fille étalon à 1mg.l^{-1} D'ammonium (ml)	0	1	2	5	10	15	20
Eau distillées	100	100	100	100	100	100	100
Correspondance en mg.l^{-1} D'ammonium	0	0,01	0,02	0,05	0,10	0,15	0,20

Dans une série de fioles coniques de 100ml numérotées, introduire 20ml de chacune des dilutions

Ci-dessus, ajouter rapidement dans chaque tube :

1ml de solution de nitroprussiate de sodium et de phénol

1ml de solution chloré

Agiter et placer les fioles à l'obscurité pendant 6 heures au moins. Effectuer les lectures au Spectrophotomètre à la longueur d'onde de 630 nm Construire la courbe d'étalonnage.

✓ **Mode opératoire**

Introduire dans une fiole conique de 100 ml, 20 ml d'eau à analyser puis poursuivre le dosage

Comme pour la courbe d'étalonnage. Préparer de la même façon un témoin avec 20ml d'eau .

4 - Dosage des ortho phosphates (PO_4^{-3})

➤ **Réactifs**

- Solution d'acide sulfurique ($d=1,84$) à 15% environ en volume.
- Solution molybdate d'ammonium à 40 g.l^{-1}

Filtrer si nécessaire, à conserver en flacon de polyéthylène à 4°C .

- -Solution d'acide ascorbique à 20 g.l^{-1}
 - Acide ascorbique.....2g.
 - eau permutée.....q.s.p. 100 ml
 - A préparer chaque jour
- Solution de tartrate double d'antimoine et de potassium à $2,8 \text{ g.l}^{-1}$
 - tartrate double d'antimoine et de potassium.....0,28g.
 - Eau permutée.....q.s.p.100 ml
- **Réactif :**
 - Solution d'acide sulfurique.....50 ml
 - Solution de tartrate double d'antimoine et de potassium....5ml
 - Solution de molybdate d'ammonium.....15ml
 - Eau permutée.....q.s.p. 100ml.

Conserver le réactif au réfrigérateur à 4°C .

- **Solution mère étalon à 50 mg.l^{-1} de phosphore :**
 - Dihydrogénophosphate de potassium desséché au préalable à l'étuve à 100°C219,7mg
 - Eau distillé.....q.s.p.100ml

Acidifier la solution par 1ml d'acide sulfurique à 15 % avant d'ajuster le volume.

- **Solution fille étalon à 1 mg l^{-1} de phosphore :**

Diluer au 1/50 la solution précédente avec de l'eau permutée au moment de l'emploi.

➤ **Etablissement de la courbe d'étalonnage**

Introduire dans une série de fioles jaugées de 25 ml :

N° des fioles Solutions	T	1	2	3	4	5
Solution étalon de phosphore à 1mg (ml)	0	1	5	10	15	20
Eau distillée (ml)	20	19	15	10	5	0
Correspondance en mg de phosphore	0	0,001	0,005	0,010	0,015	0,020

▪ **Essai**

Vérifier que le ph qui doit être compris entre 2 et 7, l'ajuster si nécessaire. Introduire 20 ml d'eau dans une fiole jaugée de 25 ml, ajouter 1 ml de solution d'acide ascorbique puis poursuivre comme pour l'établissement de la courbe d'étalonnage. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

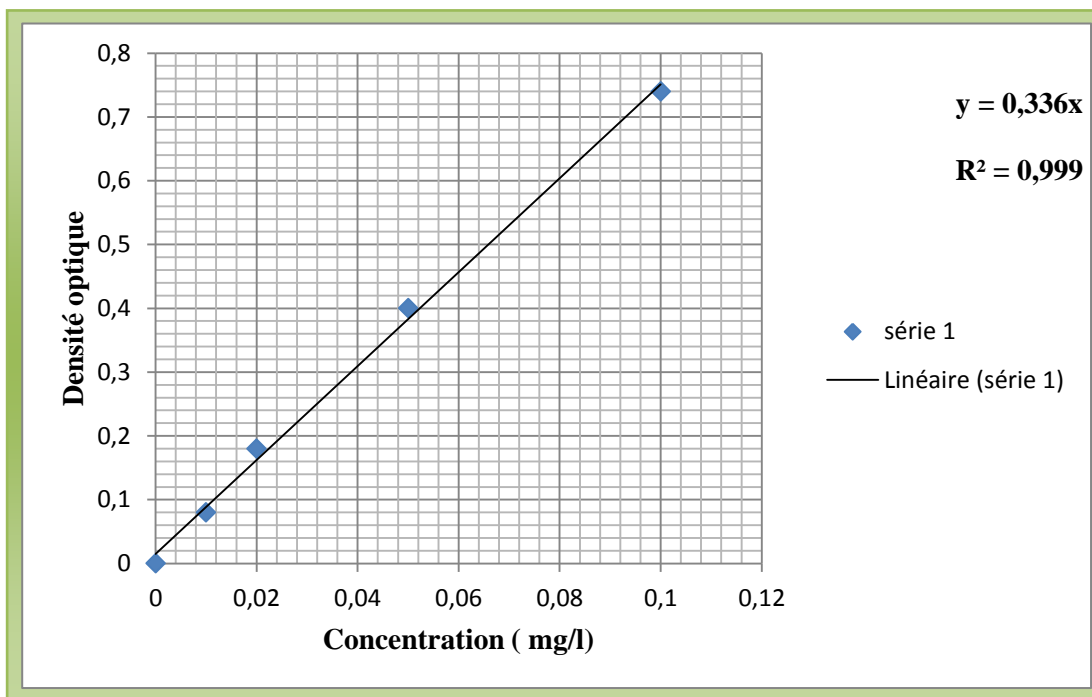
▪ **Expression des résultats**

La courbe donne directement la teneur en phosphore, exprimée en milligrammes pour la prise d'essai.

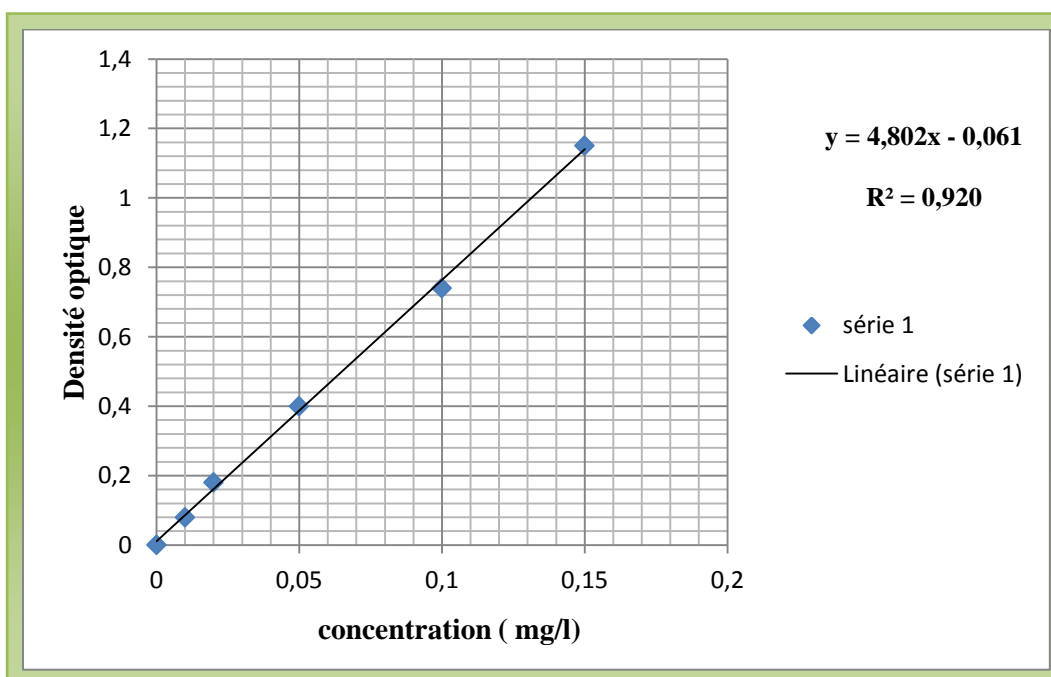
Annexe 2

Courbe d'étalonnage des analyses des eaux

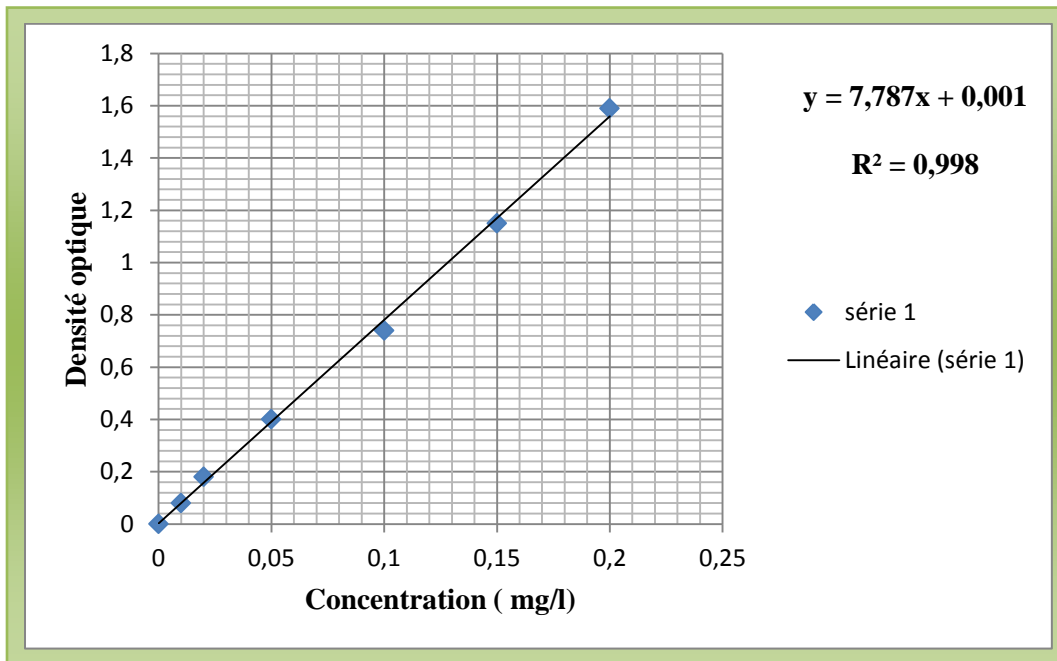
1. Courbe d'étalonnage de nitrate



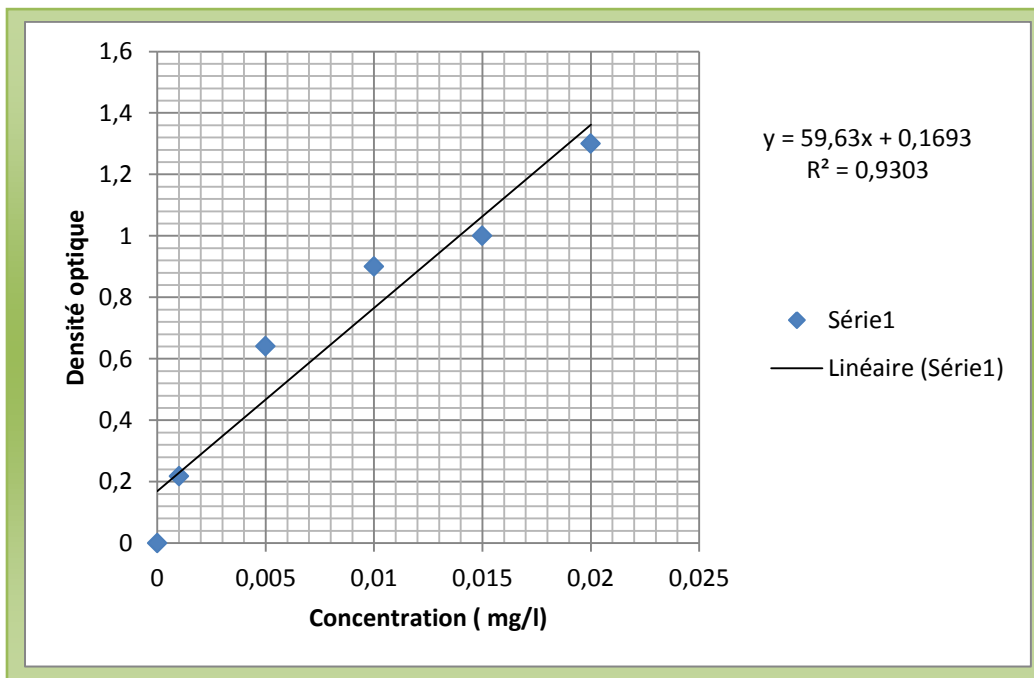
2. Courbe d'étalonnage de nitrite



3. Courbe d'étalonnage de l'ammonium



4. Courbe d'étalonnage des orthophosphates



Annexe 3

Les résultats d'analyses physico-chimiques des eaux de mer étudiées durant cinq campagnes (22/02/2016 à 06/04/2016)

Tableau 1 : Valeurs de température (°C)

	Station 1	Station 2	Station 3
1 ^{ère} campagne	15,2	22,9	23,3
2 ^{ème} campagne	15,4	22,6	21,4
3 ^{ème} campagne	16,1	23,7	22,8
4 ^{ème} campagne	17,5	25	23,9
5 ^{ème} campagne	17,2	24,6	25,2
Norme	< 21,5°C		

Tableau 2 : valeurs du pH

	Station 1	Station 2	Station 3
1 ^{ère} campagne	8,04	8,07	8,08
2 ^{ème} campagne	8,04	8,10	8,11
3 ^{ème} campagne	7,9	7,91	7,91
4 ^{ème} campagne	7,89	7,9	8,0
5 ^{ème} campagne	7,91	8,03	8,05
Norme	7,5 – 8,5		

Tableau 3 : Valeurs de conductivité (ms/cm)

	Station 1	Station 2	Station 3
1 ^{ère} campagne	50200	54100	54400
2 ^{ème} campagne	51100	53500	53300
3 ^{ème} campagne	50600	54400	54200
4 ^{ème} campagne	51500	54400	53900
5 ^{ème} campagne	50000	54800	55200
Norme	23000-35000 $\mu\text{s/cm}$		

Tableau 4 : Valeurs de l'ortho phosphate

	Station 1	Station 2	Station 3
1 ^{ère} campagne	0	0	0
2 ^{ème} campagne	0	0	0
3 ^{ème} campagne	0	0	0
4 ^{ème} campagne	0	0	0
5 ^{ème} campagne	0	0	0
Norme	0,03 -0,06 mg/l		

Tableau 5 : Valeurs de l'ammonium

	Station 1	Station 2	Station 3
1 ^{ère} campagne	0,03	0	0,001
2 ^{ème} campagne	0,01	0,002	0
3 ^{ème} campagne	0,01	0,003	0
4 ^{ème} campagne	0	0	0
5 ^{ème} campagne	0	0	0
Norme	0,02-0,05mg/l		

Tableau 6 : Valeurs de nitrite

	Station 1	Station 2	Station 3
1 ^{ère} campagne	0,014	0,013	0,013
2 ^{ème} campagne	0,013	0,013	0,013
3 ^{ème} campagne	0,014	0,013	0,013
4 ^{ème} campagne	0,014	0,013	0,014
5 ^{ème} campagne	0,013	0,013	0,013
Norme	0,3 mg/l		

Tableau 7 : Valeurs de nitrate

	Station 1	Station 2	Station 3
1 ^{ère} campagne	1,190	0,506	0,417
2 ^{ème} campagne	1,190	1,220	0,435
3 ^{ème} campagne	1,815	1,220	0,437
4 ^{ème} campagne	1,458	0,298	0,536
5 ^{ème} campagne	0,506	1,012	0,268
Norme	0,5 - 1mg /l		

Tableau 9. Valeurs moyennes des descripteurs physico-chimiques d'eau utilisée.

Descripteurs Stations	T°C	PH	CE (mS/cm)	PO₄³⁻ (mg/l)	NH₄⁺ (mg/l)	NO₃⁻ (mg/l)	NO₂⁻ (mg/l)
Station 1	16,28	07,95	50,68	0	0,01	1,23	0,014
Station 2	23,76	08,00	54,24	0	0,001	0,75	0,013
Station 3	23,32	08,03	54, 2	0	0,0	0,4	0,013

Estimation de la qualité physico- chimique des eaux de refroidissement de la centrale thermique d'El Achouat
(Taher - Jijel)

Résumé

Notre étude se focalise sur l'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux littorales à l'entrée et à la sortie de la centrale électrique d'El Achouat, située à Taher(wilaya de Jijel).

Trois stations représentatives et accessibles ont été sélectionnées au niveau de la centrale.

Un suivi mensuel de la qualité physico-chimiques de l'eau a été effectué durant deux mois (22février au 06 avril) .

Les résultats préliminaires obtenus, montrent que les eaux de refroidissement subissent une pollution thermique accrue. La température des eaux marines rejetées dans le littoral dépasse de 7°C la température normale. Ce qui peut avoir des conséquences catastrophiques sur les organismes aquatiques et principalement les poissons sténothermes. Une contamination par les nitrates sévit également, suite à l'utilisation des fertilisants pour les cultures sous serre, qui sont très présentes sur le littoraljijelien.

Mots-clés :Qualité physico-chimique de l'eau,centrale thermique d'El Achouat (Algérie), établissements classés, effluents liquides d'une centrale thermique.

Abstract :

Our studyfocuses on assessing the physicochemicalquality of coastal waters at the entrance and exit of the El Achouat power station in Taher (wilaya of Jijel).

Threerepresentative and accessible stations wereselected at the plant.

A monthly monitoring of the physico-chemicalquality of the water wascarried out for twomonths (22 February to 06 April).

The preliminaryresultsobtained show that the cooling water issubjected to increased thermal pollution. The temperature of the marine waters dischargedinto the littoral exceeds normal temperature by 7 ° C. This can have catastrophicconsequences on aquaticorganisms and mainlystenothermalfishes. Contamination with nitrates isalso due to the use of fertilizers for greenhousecrops, which are verypresent on the Jijeliancoast.

Keywords: Physico-chemicalquality of water, El Achouat thermal power plant (Algeria), classifiedfacilities, liquid effluents from a thermal power station

ملخص:

دراستنا تتركز على تقييم النوعية الفيزيائية والكيميائية للمياه الساحلية عند الدخول والخروج من محطة توليد الكهرباء الواقعة بالطاهير ولاية جيجل.

وقد تم اختيار ثلاث محطات لهذا الغرض. المتابعة الشهرية للمعايير الفيزيوكيميائية للماء تمت خلال شهرين من 22 فيفري الى غاية 06 افريل , حيث تبين النتائج الأولية المحصل عليها ان مياه التبريد تخضع لوجود تلوث حراري متزايد , درجة حرارة مياه البحر الصرفية في الساحل تتجاوز درجة حرارة المياه العادية , وهذا يمكن أن تكون له عواقب كارثية على الكائنات الحية المائية وخاصة الاسماك المتحسسة من الحرارة . ومع ذلك فقد تجلى وجود التلوث بالنترات تتبعها استخدام الأسمدة للمحاصيل الموجودة تحت البيوت البلاستيكية , والمتواجدة بكثرة في الساحل الجيجلي .

الكلمات المفتاحية : نوعية المياه الفيزيوكيميائية , محطة توليد الكهرباء بالأشواط (الجزائر) , المؤسسات المنظمة , السوائل المتدفقة للمحطات الحرارية .