



Université M'Hamed Bouguera Boumerdès

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DÉPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES

FILIRE : Génie de l'environnement

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie de l'environnement

Thème

***Etude d'impact environnemental de la nouvelle centrale
électrique de Cap Djinet (w_boumerdès) de 1131MW***

Présentée par

Belouz Rania

Rabia cherif Meriem

Devant le jury composé de

Dr. Boumechehour. F Président

Dr. Ballou l. H Examineur

Dr. Haddadou . S Examineur

Dr. Amitouche . M Encadreur

Dédicace

Pour m'avoir permis d'être ce que je suis devenu aujourd'hui, je voudrais remercier le SEIGNEUR des mondes par qui tout est possible DIEUX. Au coeur ouvert et avec une immense joie, je dédie ce modeste travail et spécialement : A celle qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, à toi chère maman ; toutes mes joies, mon amour et ma reconnaissance. A mon père qui a été toujours auprès de moi, avec ces conseils, je leur témoigne mon amour et ma reconnaissance.

A mon fiancé Khaled

A chers mes frère. A leurs patiences, pour leur soutien moral et leurs sacrifices le long de mes études. A mes copines DJAHIDA et SARRA je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur et de réussite. A tous les membres de ma famille, petits et grands, veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection.

A mes chères amis Noura, Amira, zahia, Rihb, et namira et à tous les étudiants de MGEV18

A Mr AMITOUCHE

Un remerciement particulier et sincère pour vos efforts fournis. Vous avez toujours été présente. Que ce travail soit un témoignage de ma gratitude et mon profond respect.

Rania.

Dédicace

Je didie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère.

A mon père, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui m'a donné l'aide et m'a protégé.

Que DIEU les gardes et les protège.

A mes frères : Abdessalam, Naim et Aissam.

A mon marie: Abdelkader

A ma sœur : Hanan.

A Ritadj et Rihab.

A mon bon père et ma belle mère

A mes belles sœurs et leurs enfants

A mon bon frère

A tous ceux qui me sont chères.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux que j'aime.

MERIEM.

Remerciements

Au terme de cette étude qui nous permet d'exprimer ma profonde gratitude envers tous ceux qui nous ont apporté leur aide.

*Nous tenons à remercier le Bon Dieu le tout puissant de nous avoir données la volonté et le courage pour accomplir ce travail. Et nous tenons à remercier, notre promoteur Mr:
Amitouche*

Nos encadreur Mr Balloul .et Mr Boumechehoure qui ont bien voulu nous encadrer durant ce mémoire, et qui ont assurées la direction et l'orientation scientifique de ce travail

Enfin, nos derniers remerciements vont particulièrement s'adressent à tous le corps enseignant pour tout le travail occupés pour nous former et nous permettre d'accéder au grade Master2.

RANIA et MARIEM

Table de matière

DEDICACE.....	I
REMERCIEMENTS.....	III
TABLE DE MATIERE.....	IV
LIST DES TABLEAUX.....	VIII
LIST DES FIGURES	IX
RESUME.....	XI
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPTER I : CENTRALES ELECTRIQUES	1
I.1 INTRODUCTION	4
I.2 CENTRALES ÉLECTRIQUES EN ALGÉRIE	4
I.2.1 <i>Production thermique à vapeur de gaz</i>	4
I.2.1.1 Principe de fonctionnement	5
I.2.2 <i>Production Hydraulique</i>	6
I.2.2.1 Principe de fonctionnement (Igil Emda).....	6
I.2.2.2 Principe de fonctionnement (Cap Djinet)	7
I.2.2.3 Production cycle combiné solaire intégré de Hessi R'mel	7
I.2.2.4 Principe de fonctionnement de Hessi R'mel.....	8
I.3 CONCLUSION	9
CHAPTER II : PRESENTATION DE LA CENTRALE DE CAP DJANET	10
II.1 INTRODUCTION.....	11
II.2 PRÉSENTATION DE L'ÉTAT INITIALE DE L'ENVIRONNEMENT	11
II.2.1 <i>Localisation géographie de la zone du projet Ras Djanet</i>	11
II.3 CARACTÉRISATION DU SITE	13
II.3.1 <i>Milieu physique</i>	13
II.3.1.1 Caractéristiques topographiques	13
II.3.1.2 Caractéristiques géologique et hydrogéologique	14
II.3.1.3 Caractéristiques Climatologie	15
II.3.1.4 Caractéristiques sismiques	18
II.3.2 <i>Milieu Biologique</i>	19
II.3.2.1 La faune	19
II.3.2.2 La flore.....	19
II.3.3 <i>Milieu humain</i>	20
II.3.3.1 De voisinage	21
II.3.3.2 Potentialités Agricoles	21
II.3.3.3 Activates industrielles.....	21
II.3.3.4 Activités touristiques	22
II.3.4 <i>Qualité de la vie</i>	23
II.3.4.1 Qualité de l'air	23
II.3.4.2 Les nuisances sonores.....	24
II.3.5 <i>Description technique de projet</i>	24
II.4 CONCLUSION	25

CHAPTER III : INSTALLATION DE DESSALEMENT DE LA CENTRALE. 26

III.1 INTRODUCTION	27
III.2 CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DE MER.....	27
III.2.1 Temperature	27
III.2.2 Potentiel d'hydrogène (pH)	27
III.2.3 Conductivité électriques.....	27
III.2.4 La turbidité.....	27
III.2.5 Chlore libre	28
III.2.6 Alcalinité totale, bicarbonates et carbonates	28
III.2.7 pH.....	28
III.2.8 Total des solides dissouts (TDS)	28
III.2.9 Salinité	29
III.2.10 Solubilité des gaz dans l'eau.....	29
III.2.11 Matières en suspension	29
III.3 CAPTAGE DES EAUX DE MER	29
III.4 DIFFÉRENTS PROCÈDES DE DESSALEMENT	31
III.4.1 Procèdes de distillation.....	31
III.4.1.1 Distillation à simple effet	32
III.4.1.2 Distillation à effet multiples	33
III.4.1.3 Distillation par compression de vapeur	34
III.4.1.4 : Distillation par détente successive (Multi-stage Flash distillation MSF).....	34
III.4.1.5 : L'avantage de distillation	35
III.4.2 Procèdes de congélation	35
III.4.3 Procèdes membranaires.....	36
III.4.3.1 Dessalement par l'électrodialyse	36
III.5 DESSALEMENT PAR L'OSMOSE INVERSE	37
III.5.1 L'osmose inverse.....	37
III.5.2 Principe et installation d'osmose inverse	38
III.5.2.1 Pression osmotique.....	39
III.5.2.2 Mécanisme de transfert	40
III.5.3 Le prétraitement	40
III.5.3.1 Pré filtration grossière	41
III.5.3.2 Prétraitement par les procédés membranaires (Ultrafiltration)	41
III.5.3.3 La chloration.....	41
III.5.3.4 Prévention de l'entartrage	42
III.5.3.5 Coagulation/Floculation	42
III.5.3.6 La filtration sur sable.....	43
III.5.3.7 La Dé chloration	43
III.5.4 Le post de traitement.....	43
III.5.4.1 Ajustement du pH.....	44
III.5.4.2 Désinfection.....	44
III.5.4.3 Lavage des membranes	44
III.5.5 Installation d'osmose inverse.....	45
III.5.5.1 Membrane d'osmose inverse	45
III.5.5.2 Module d'osmose inverse.....	46
III.5.5.3 Colmatage des membranes et leur nettoyage	49
III.5.5.4 Pompe haute-pression HP et système de récupération d'énergie.....	49

III.5.5.5 Consommation énergétique en osmose inverse.....	50
III.6 AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES PROCÉDÉS DE DESSALEMENT D'EAU DE MER	50
III.7-CONCLUSION	51
CHAPTER IV : IMPACT POTENTIELS SUR L'ENVIRONNEMENT	52
IV.1 INTRODUCTION	53
IV.2 PHASE DE CONSTRUCTION.....	53
IV.2.1 <i>Impacts dus à la pollution de l'air</i>	54
IV.2.1.1 Emission des poussières.....	54
IV.2.1.2 Emission des véhicules de chantier.....	54
IV.2.2 <i>Impacts dus à l'accroissement du bruit et vibrations</i>	55
IV.2.3 <i>Impacts sur l'environnement marin</i>	56
IV.2.3.1 Impacts potentiels.....	56
IV.2.4 <i>Evaluation des impacts</i>	57
IV.2.4.1 Impacts potentiels sur la flore et la faune benthique.....	57
IV.2.4.2 Impacts sur la faune pélagique	57
IV.2.4.3 Impacts potentiels sur la qualité environnementale	58
IV.2.4.4 Impacts potentiels sur les mammifères marins	59
IV.2.4.5 Impacts potentiels sur le transport maritime la navigation et la pêche	60
IV.2.5 <i>Impacts des travaux sur le paysage</i>	60
IV.2.6 <i>Impacts sur l'infrastructure locale</i>	60
IV.2.7 <i>Impacts dus aux perturbations de localisation</i>	61
IV.2.8 <i>Impacts dus aux déchets solides</i>	62
IV.2.9 <i>Impacts sur le sol, géologie et hydrogéologie</i>	63
IV.2.10 <i>Impacts des rejets eaux usées</i>	64
IV.2.11 <i>Impacts lié aux risques sismiques</i>	64
IV.2.12 <i>Impacts sur la faune et la flore</i>	64
IV.2.13 <i>Impacts socio-économique du projet</i>	65
IV.2.14 <i>Hygiène et sécurité au travail</i>	65
IV.3 PHASE D'EXPLOITATION	66
IV.3.1 <i>Impacts visuels</i>	67
IV.3.2 <i>Impacts sonore</i>	67
IV.3.3 <i>Emission à la cheminée</i>	70
IV.3.3.1 Emission à la cheminée	70
IV.3.3.2 Emission de dioxyde de soufre SO ₂	72
IV.3.3.3 Emission des oxydes d'azote NO _x	72
IV.3.3.4 Emission des Oxydes de carbone CO	73
IV.3.3.5 Emission de poussières	73
IV.3.4 <i>La qualité de l'air ambiant</i>	74
IV.3.5 <i>Impacts sur l'environnement marin</i>	75
IV.3.6 <i>Impact lié à la sécurité des installations</i>	76
IV.3.6.1 Gestion des risques.....	76
IV.3.6.2 Analyses des risques technologie.....	76
IV.3.7 <i>Impacts lié aux déchets solides</i>	77
IV.3.8 <i>Impacts socio-économiques</i>	77
IV.3.8.1 Impacts économiques	77
IV.3.8.2 Impacts sur l'emploi	78
IV.4 CONCLUSION:	78

CONCLUSION GENERALE	80
LES ANNEXES	83
LES REFERENCES.....	VII

List des tableaux

Tableau I.1 : Les centrales électriques en Algérie [2].....	4
Tableau I.2 : Production Hydraulique [2].	6
Tableau II.1 : Moyenne mensuel et annuelle précipitations	15
Tableau II.2 : Moyennes mensuelles et annuelles des températures.	16
Tableau II.3 : Moyennes mensuelles des ventes.....	18
Tableau II.4 : Évolution de la population de la commune de Djanet.	20
Tableau II.5 : Activités industrielles de la commune de Djanet.....	22
Tableau III.1 : les avantages et les inconvénients de chaque module.	48
Tableau III.2 : Avantages et inconvénients des procédés de dessalement d'eau de mer.	50
Tableau IV.1 : Impacts potentiels sur l'environnement marin.....	56
Tableau IV.2 : Quelques exemples de niveau sonores.....	69
Tableau IV.3 : Donne les valeurs limites d'émission à respecter pour le dioxyde de soufre en fonction de l'état du combustible utilisé	72
Tableau IV.4 : Donne les valeurs limites d'émission d'oxydes d'azote (NOx) en fonction.	72
Tableau IV.5 : Donne les valeurs limites d'émission d'oxydes de Carbone (CO) en fonction de la nature du combustible.....	73
Tableau IV.6 : Les valeurs limitent d'émission des poussières.	73

List des figures

Figure I.1: Schéma à bloc de principe de production de l'électricité dans les centrales à gaz.	5
Figure I.2 : Schéma procédé de principe de production d'électricité dans les centrales à gaz.	5
Figure I.3 : schéma procédé de principe de fonctionnement des centrales hydroélectrique (eau de rivière ou barrage).	6
Figure I.4 : Schéma bloc de principe de la production de l'électricité à cap Djanet.	7
Figure I.5 : La centrale électrique hybride de Hessi R'mel a Laghouat.	8
Figure I.6 : Ensemble des micros cylindres paraboliques.	8
Figure II.1 : Limite de la wilaya de Boumer des.	12
Figure II.2 : La zone de projet Ras Djanet.	13
Figure II.3 : Moyennes mensuelles des précipitations.	16
Figure II.4 : Moyennes mensuelles des températures.	17
Figure II.5 : Moyenne mensuelle de l'évaporation.	17
Figure II.6 : La rose des vents.	18
Figure II.7 : Dermoptère	20
Figure II.8 : Oxytenanthera	20
Figure II.9 : Plan du voisinage immédiat de la centrale Ras Djanet	21
Figure II.10 : Panache de fumées blanche.	24
Figure III.1 : Description des différentes phases du projet.	31
Figure III.2 : Distillation à simple effet.	32
Figure III.3 : Schéma d'un système de distillation par détente successives.	33
Figure III.4 : Principe de distillation à compression de vapeur	34

Figure III.5 : Unités d'électrodialyse alimentée en parallèle.	36
Figure III.6 : Schéma de principe d'une unité de dessalement basé sur le principe d'osmose inverse.	38
Figure III.7 : Classification des procédés barométriques membranaires selon la taille de séparation.....	38
Figure III.8 : Principe de l'osmose et de l'osmose inverse.....	39
Figure III.9 : Montage des membranes dans un module plan spiralé.	47
Figure III.10 : Montage de membrane dans un module à fibres creuser.	48
Figure IV.1 : Échelle des bruits de décibels (dB).	69

Résumé

L'exploitation des combustibles fossiles a joué un rôle majeur dans les changements technologiques, sociaux et culturels observés depuis 250 ans dans les pays industrialisés.

Les impératifs de préservation de l'environnement imposent l'utilisation du gaz naturel comme énergie primaire dite propre pour la production d'électricité, par rapport aux autres énergies fossiles jugées polluantes, sachant que la ressource du gaz est largement disponible en Algérie.

Pendant les années 1980-1990, la prise de conscience des problèmes d'environnement liés à la combustion des énergies fossiles:

- Effets sur la santé et la végétation;
- Effets de serre et changements climatiques;
- Effets locaux (smog, pluies acides, etc...).

La solution à ces problèmes d'environnement serait de diminuer ou au moins de stabiliser la consommation des énergies fossiles. Pour cela, les deux solutions sont celles déjà envisagées:

- □ Améliorer l'efficacité énergétique;
- □ Utiliser des sources d'énergie très peu polluantes comme les énergies renouvelables et les centrales.

L'objectif de ce notre travail de mémoire est de réaliser une étude d'évaluation d'impact environnemental (EIE) de la nouvelle centrale électrique de Cap Djinet.

Mot clés: centrale électrique, dessalement, impacts, environnement.

ملخص

لعب استغلال الوقود الأحفوري دورًا رئيسيًا في التغيرات التكنولوجية والاجتماعية والثقافية التي

لوحظت على مدى الـ 250 عامًا الماضية في البلدان الصناعية

تقتضي ضرورات الحفاظ على البيئة استخدام الغاز الطبيعي على أنه ما يسمى بالطاقة الأولية

النظيفة لإنتاج الكهرباء ، مقارنة بأنواع الوقود الأحفوري الأخرى التي تعتبر ملوثة ، مع العلم أن مورد

الغاز متوفر على نطاق واسع في الجزائر.

خلال السنوات 1980-1990 ، الوعي بالمشاكل البيئية المرتبطة باحتراق الوقود الأحفوري

- التأثيرات على الصحة والغطاء النباتي

- تأثيرات الاحتباس الحراري وتغير المناخ

- التأثيرات المحلية (الضباب الدخاني ، المطر الحمضي ، إلخ)

إن حل هذه المشاكل البيئية هو تقليل أو على الأقل استقرار استهلاك الوقود الأحفوري. لهذا ، فإن الحلين

هما تلك المتوخاة بالفعل:

- تحسين كفاءة الطاقة

- استخدام مصادر طاقة منخفضة التلوث مثل الطاقات المتجددة ومحطات الطاقة

الهدف من عمل هذه المذكرة هو دراسة الأثر البيئي للمحطة الجديدة لتوليد الطاقة الكهربائية برأس جنات.

الكلمات المفتاحية: محطة توليد الكهرباء ، تحلية ، تأثير ، البيئة.

Abstract

The exploitation of fossil fuels has played a major role in the technological, social and cultural changes observed over the past 250 years in industrialized countries.

The imperatives of preserving the environment impose the use of natural gas as so-called clean primary energy for the production of electricity, compared to other fossil fuels considered to be polluting, knowing that the gas resource is widely available in Algeria.

During the years 1980-1990, awareness of the environmental problems linked to the combustion of fossil fuels:

- Effects on health and vegetation;
- Greenhouse effects and climate change;
- Local effects (smog, acid rain, etc.).

The solution to these environmental problems would be to reduce or at least stabilize the consumption of fossil fuels. For this, the two solutions are those already envisaged:

- □ Improving energy efficiency;
- □ Use low-polluting energy sources such as renewable energies and power stations.

The objective of this memory work is to carry out an environmental impact assessment study (EIA) of the new power plant at Cap Djinet.

Keywords: power station, desalination, impacts, environment.

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

De nos jours, la protection de l'environnement est devenue une préoccupation majeure de nos sociétés. De nombreuses voies de recherches se sont donc orientées vers l'utilisation des énergies renouvelables ou moins polluantes dont l'énergie à cycle combiné dans la production de l'électricité. Les centrales thermiques à cycle combiné «CCGT» permettent de réduire de 50 % les émissions de CO₂, de diviser par trois les oxydes d'azote (NO_x) et de supprimer les rejets d'oxydes de soufre (SO₂) par rapport aux moyens de production thermique à flamme « classiques ». En outre, lorsque la combustion utilise du gaz naturel, cela ne produit ni particules de poussière ni odeurs ; mais, malgré leur nom, la plupart des turbines dites "à gaz" peuvent brûler divers combustibles liquides, et c'est la teneur en soufre du combustible utilisé qui provoque la présence d'oxydes de soufre à l'échappement. L'utilisation du gaz naturel comme carburant dans les CCGT présente donc des avantages notables en termes de pollution atmosphérique.

L'Algérie dispose de ressources en hydrocarbures importantes, et les centrales au gaz naturel représentent environ 97 % de sa puissance électrique installée. La demande nationale en énergie électrique est en augmentation constante. Pour répondre à la forte augmentation de la demande en électricité (+ 5 à 7 % par an). La Société Algérienne de Production de l'Électricité «SPE» a lancé le projet de réalisation de la centrale à cycle combiné de Ras Djinet fonctionnant au gaz naturel venant de Hassi R'mel ayant une capacité de 4x176,7 MW à Cap Djenet (w de Boumerdes) et à 77 km à l'est d'Alger

La compagnie de l'Engineering de l'électricité et du gaz CEEG, mandataire de la Société algérienne de Production de l'Électricité SPE, a confié au sud-coréen Daewoo E&C le contrat de réalisation d'une centrale de production d'énergie électrique en cycle combiné à Ras Djinet, dans la wilaya de Boumerdes, d'une capacité totale de 1 200 MW. Le groupe sud-coréen DAEWOO E&C est chargé de la conception, l'ingénierie, la fabrication des matériels, l'acquisition des équipements et matériaux, la supervision des travaux de génie civil, les travaux de montage, l'installation, les essais, la mise en service des groupes, les garanties et la formation du personnel de SPE. Ce marché a été attribué provisoirement à Daewoo E&C sur la base d'une offre financière constituée d'une partie en dinars de 13 003 847 459 DA, d'une partie en euros de 328 465 094 euros et d'une partie en dollars de 361 375 411 dollars US. La centrale sera réalisée dans un délai de 40 mois. La superficie totale disponible pour aménagement de cette centrale est de l'ordre de dix (10) hectares environ.

Une station de dessalement de l'eau de mer est conçue au niveau de la centrale pour avoir de l'eau nécessaire pour la production de vapeur d'eau et la refroidissement des chaudières. Dans cette dernière, différents traitements de l'eau sont réalisés pour enlever les déchets et les sels. Il y a 4 tombeurs pour les 4 chaudières de la centrale ayant une altitude de 10 m par rapport à la mer, l'eau de mer est transporté par des tuyaux sur une longueur de 9 m .

La centrale génère des rejets d'eaux de nature différentes :

- Des rejets gazeux atmosphériques
- Un rejet d'eau de mer en provenance de l'unité de dessalement ; ce sont les eaux de saumure : débit de 220m³/heure, renfermant du chlore (0,2mg/l) et ayant une température de 50° C;
- Un rejet d'eau de mer de refroidissement : débit de 106m³/h et de température d'environ 30° C.
- Un rejet d'eaux usées de nature diverse en provenance des différentes unités et installations de la centrale: débit de 50m³/h et à température de 70° C. Tous ces rejets seront acheminés vers la mer par l'actuel canal de rejet de la centrale.

L'objectif de ce notre travail de mémoire est de réaliser une étude d'impact environnemental (EIE) de la centrale électrique y compris son installation de dessalement. Ce travail est structuré par une introduction générale, quatre (4) chapitres et une conclusion générale, à savoir :

Chapitre I : Généralités sur les centrales électriques et son principe de fonctionnements

Chapitre II : Ce chapitre débute par la description et présentation générale de la station de Cap Djanet bouter des

Chapitre III : Propriétés physico-chimiques de l'eau de mer, elle résume l'installation de dessalement de centrale

Chapitre VI : Les impacts environnementaux de la Central électrique Cap Djenet.

CHAPTER I : CENTRALES ELECTRIQUES

I.1 Introduction

Une centrale électrique est un site industriel destiné à la production d'électricité nécessaire, cette nécessité est devenue plus importante avec l'évolution de la technologie et la démographie.

La production d'électricité y est assurée par la conversion en énergie électrique d'une énergie primaire qui peut être soit mécanique (force du vent, force de l'eau des rivières, de marées ...), soit chimique (réactions d'oxydo réduction avec des combustibles, fossiles ou non, tels que la biomasse), soit nucléaire, soit solaire. Ces énergies primaires peuvent être renouvelables (biomasse, etc.) ou constituer des ressources, dont les réserves sont limitées (combustibles fossiles, etc.) [1].

I.2 Centrales électriques en Algérie

I.2.1 Production thermique à vapeur de gaz

Tableau I.1 : Les centrales électriques en Algérie [2]

Site	Wilaya	Capacité(MW)	Année complétée
Bab Ezzouar	Alger	108	1978
Berrouaghia	Medea	500	2006
Fkirina	Oum el-Bouaghi	300	2004
Hadjeret Ennous	Tipaza	1260	2009
Hamma	Alger	418	2002
Hassi Messaoud	Ouargla	200	1998
El Kerma	Oran	318	2005
Koudiet Eddraouch	El Taref	1200	2013
Marsat El Hadjadj	Oran	200	2007
Skikda	Skikda	880	2006

I.2.1.1 Principe de fonctionnement

La centrale utilise l'énergie fournie par la combustion d'un gaz naturel qui constitue la source de chaleur. L'objectif est de faire chauffer de l'eau à partir de la chaleur libérée afin de disposer une vapeur.

Cette vapeur sous pression permet d'entraîner à grande vitesse une turbine accouplée à un alternateur qui transforme l'énergie cinétique de la turbine en énergie électrique produisant une tension alternative sinusoïdale. A la sortie de la turbine la vapeur est condensée et transformée en eau réutilisé comme source de vapeur et effectue alors un cycle thermodynamique.[3].

Le principe de production de l'électricité dans la centrale peut donc être schématisé comme suit :



Figure I.1: Schéma à bloc de principe de production de l'électricité dans les centrales à gaz.

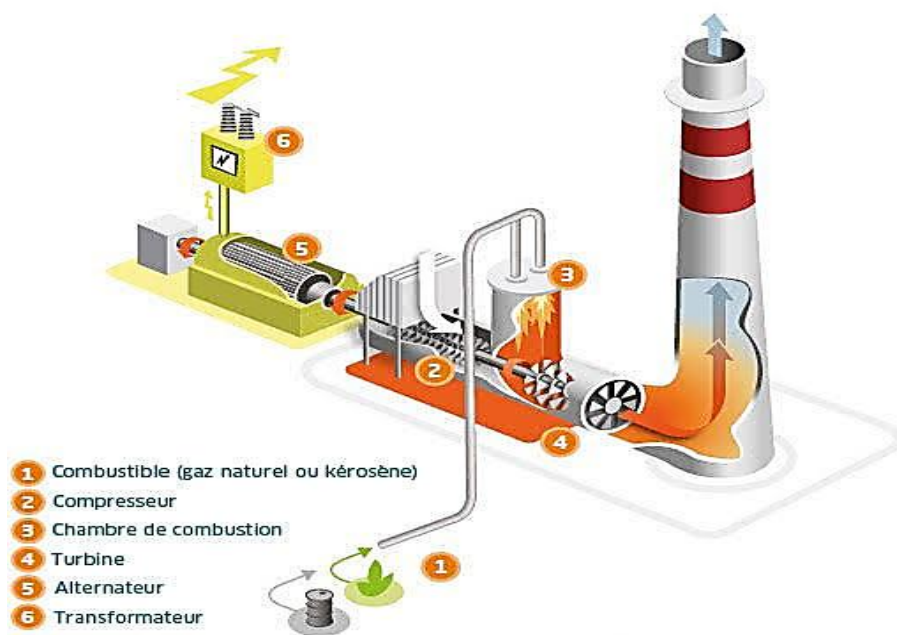


Figure I.2 : Schéma procédé de principe de production d'électricité dans les centrales à gaz.

I.2.2 Production Hydraulique

Tableau I.2 : Production Hydraulique [2].

Station hydroélectrique	Communauté	Capacité	Année complétée	Mer	Rivière
Ighil Emda	Kherrata, Bejaia	24	1954		Agrioum
Ras djinet	Cap djinet, Bouterdes	4x176.7	1986	Cap-djinet	

I.2.2.1 Principe de fonctionnement (Ighil Emda)

La centrale hydroélectrique se situe en contrebas du barrage. La force de chute de l'eau va ainsi permettre d'actionner la turbine, qui va ensuite faire fonctionner l'alternateur. Ce dernier va alors produire un courant alternatif qui va être envoyé au transformateur électrique de la centrale hydroélectrique. La puissance de la centrale hydroélectrique dépend essentiellement de la force de l'eau. Ainsi, les barrages au fil de l'eau, dépendants des courants marins, vont produire une puissance électrique moindre que les barrages de rétention.

Le transformateur est le dernier élément clé qui permet de générer de l'hydroélectricité. Celui-ci va élever la tension du courant que l'alternateur produit. Cette électricité va ensuite être transportée par les lignes à haute et très haute tension.

L'eau qui a été acheminée vers la turbine est renvoyée vers la rivière ou le cours d'eau grâce au canal de fuite [4].

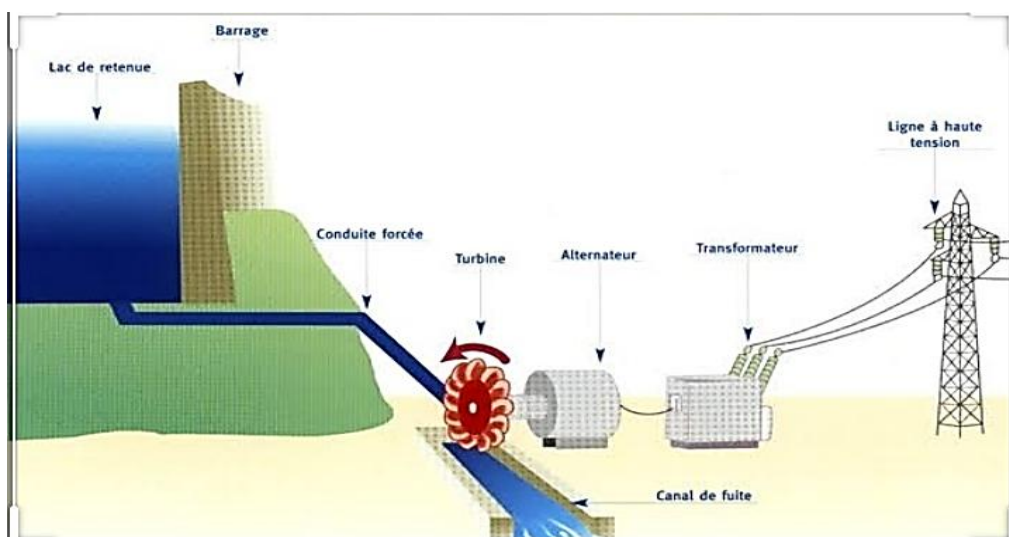


Figure I.3 : schéma procédé de principe de fonctionnement des centrales hydroélectrique (eau de rivière ou barrage).

I.2.2.2 Principe de fonctionnement (Cap Djinet)

Une centrale thermique à vapeur d'eau produit de l'électricité à partir de la vapeur d'eau produite grâce à la chaleur dégagé par le réchauffement d'eau distillé.

Le principe de dessalement de base adopté dans la centrale de dessalement de RAS DJINET est « distillation sous vide » c'est-à-dire à une température basse. Comme nous le savons si bien, si nous réduisons la pression en dessous d'une eau bouillante, la température d'ébullition baissera en conséquence, c'est à dire : au niveau de mer. Le point d'ébullition de l'eau est de 100 °C, mais à 6200 mètres au-dessus du niveau de mer où la pression exercée sur la surface de l'eau est plutôt inférieure, l'eau bout à 84 °C. Donc, si nous réduisons davantage la pression en créant un vide, l'eau peut bouillir à des températures basses.

Donc, la vapeur d'eau crée une énergie cinétique et cette énergie fait tourner la turbine, cette dernière entraîne un alternateur qui produit de l'électricité [5].

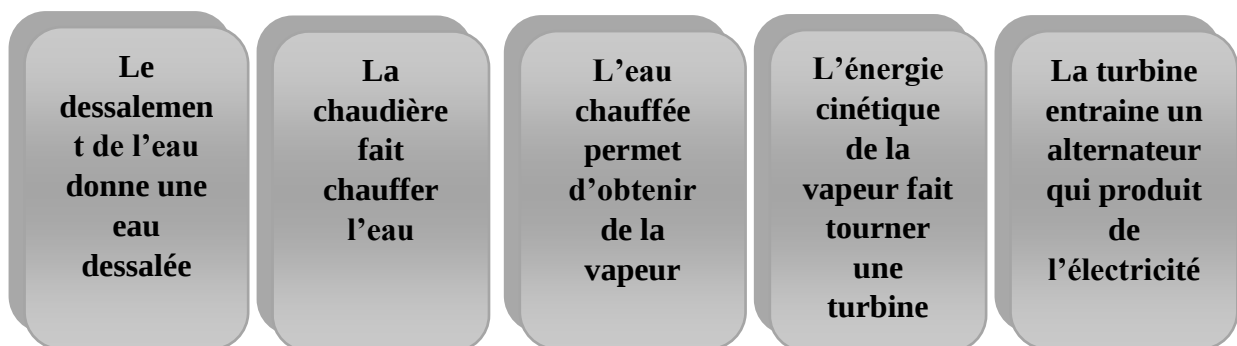


Figure I.4 : Schéma bloc de principe de la production de l'électricité à cap Djanet.

I.2.2.3 Production cycle combiné solaire intégré de Hessi R'mel

La centrale électrique mixte de Hessi R'mel est une centrale électrique hybride algérienne, la première de ce type.

Construite près de Hessi R'mel, elle a été inaugurée le 15 juillet 2011 [6].



Figure I.5 : *La centrale électrique hybride de Hessi R'mel à Laghouat.*

I.2.2.4 Principe de fonctionnement de Hessi R'mel

La centrale combine une matrice de miroirs paraboliques concentrant la puissance solaire de 30 MW, sur une aire de 180 000 m², en conjonction avec une centrale à turbines à gaz de 120 mégawatts de marque Siemens(SGT800), réduisant ainsi les émissions de CO₂, comparé à des centrales électriques traditionnelles. La sortie de la matrice solaire est utilisée dans la turbine à flux.[6].



Figure I.6 : *Ensemble des micros cylindra paraboliques.*

I.3 Conclusion

De nos jours, la protection de l'environnement est devenue une préoccupation majeure de nos sociétés. De nombreuses voies de recherches se sont donc orientées vers l'utilisation des énergies renouvelables ou moins polluantes dont l'énergie à cycle combiné dans la production de l'électricité.

Les centrales thermiques à cycle combiné «CCGT» permettent de réduire de 50 % les émissions de CO₂, de diviser par trois les oxydes d'azote (NO_x) et de supprimer les rejets d'oxydes de soufre (SO₂) par rapport aux moyens de production thermique à flamme « classiques ». En outre, lorsque la combustion utilise du gaz naturel, cela ne produit ni particules de poussière ni odeurs ; mais, malgré leur nom, la plupart des turbines dites "à gaz" peuvent brûler divers combustibles liquides, et c'est la teneur en soufre du combustible utilisé qui provoque la présence d'oxydes de soufre à l'échappement. L'utilisation du gaz naturel comme carburant dans les CCGT présente donc des avantages notables en termes de pollution atmosphérique. Pour certains partisans de la sortie du nucléaire, les cycles combiné gaz, au côté de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables, constituent un recours indispensable.

CHAPTER II : PRESENTATION DE LA CENTRALE DE CAP DJANET

II.1 Introduction

Pour répondre à la forte augmentation de la demande en électricité (+ 5 à 7 % par an). La **Société Algérienne de Production de l'Électricité** «SPE» a lancé le projet de réalisation de la **centrale à cycle combiné** de Ras Djinet fonctionnant au **gaz** naturel venant de Hassi R'mel dans le cadre du renforcement du parc de production national et de la diversification des sources d'énergies primaires implanté sur un site situé à l'intérieur d'une centrale existante ayant une capacité de 4x176,7 MW implantée dans le domaine littoral «mer méditerranéen» à environ 03 kilomètres au sud-ouest du chef-lieu de commune de Cap Djanet et à 77 km à l'est d'Alger sur le rivage et la jonction de l'autoroute de Bordj Menail «CW123» et la route nationale RN24, la future centrale contribuera d'une part, à faire face à la demande d'énergie résultant de l'implantation dans la région de divers aménagement industriels et domestiques et d'autres part, à assurer un appoint au réseau général interconnecté.

II.2 Présentation de l'état initiale de l'environnement

II.2.1 Localisation géographique de la zone du projet Ras Djanet

La commune de Djinet fait partie de la daïra de Bordj Ménil, elle est située au Nord-est de la daïra à 30 km du chef-lieu de la wilaya de Boumer dés. Le territoire communal de Djanet qui s'étend sur une superficie de 72,13 Km² avec une densité de 321 hab./km² est constitué de l'agglomération chef-lieu, de cinq agglomérations secondaires et de la zone épars [7]

Elle est. Limite :

- Au Nord par la mer Méditerranée.
- A l'Est par la commune de Sidi Daoud et Oued Arbaa
- A l'Ouest par la commune de Legata et le cours d'eau inférieur d'Oued Isser.
- Au Sud par la commune de Bordj Ménil et Oued el Aouad jà



Figure II.1 : Limite de la wilaya de Boumer dés.

La centrale de Ras-Djinet est le premier fournisseur d'énergie au réseau national, La centrale est située au bord de la mer à l'est d'Alger près de la ville de Ras-Djinet dans la wilaya de boumer dés. Sa superficie étant de 35 hectares, elle est de 25 km loin de centre de la willaya et de 75 km d'Alger.

L'ancien central d'électricité Ras Djanet 1 située à 4 kilomètres à l'ouest du village et port de Ras Djanet au lieu-dit « STOP » il s'agit d'un quartier éloigné de la commune de Ras Djanet, à 25 Km à l'est de la ville de Boumer des chef-lieu de commune (dont dépend territorialement la centrale),

La centrale de production électrique Ras Djinet 2 est implantée dans la commune Ras Djinet, wilaya de Boumerdès Le site se trouve à l'intérieur de la centrale existante de Ras-Djinet de **4 x 176.7 MW**, située en bordure de la mer Méditerranée. La centrale est située entre le rivage et le Carrefour de la route de Bordj-Menaïl (CW123) et de la route côtière (RN24). Ils se situent donc à 03 km au Sud-ouest du chef-lieu de Ras-Djinet et à 77 km, par Route à l'Est d'Alger La nouvelle centrale est délimitée

- A l'Ouest : Centrale Ras Djinet 1 ; station de dessalement eau de mer
- A l'Est : Port de Ras Djinet.
- Au Nord : mer méditerranée.
- Au Sud : route goudronnée RN24.



Figure II.2 : La zone de projet Ras Djanet

La population de la commune selon RGPH 2008 est de 21 966 habitants dont 21,11 % de la population est concentrée au niveau de l'agglomération chef-lieu soit 4638 habitants. La population estimée jusqu' au 31/12/2011 est de l'ordre de 31 130 habitants

II.3 Caractérisation du site

II.3.1 Milieu physique

II.3.1.1 Caractéristiques topographiques

Dans son cadre général le site se trouve dans la commune de Ras Djanet qui révèle à une échelle plus étendue la présence de plusieurs ensembles morphologiques bien distincts:

- La zone d'étude appartient à la zone côtière d'Alger Est et les vallées d'oued Isser, avec une pente qui varie entre 3% et 12,5 %.
- Les collines et les montagnes : elles se présentent de façon décroissante en allant du Sud au Nord de la commune avec des altitudes qui varient entre 150 et 400 m et des sommets qui oscillent autour de 500m.
- Les coteaux : Dominent la plaine alluviale de quelques dizaines de mètres, sous forme de terrasses. Elles se dressent notamment du côté Sud, Sud-est et Nord-est de l'agglomération chef-lieu. Elles occupent une surface d'environ .2400 ha soit 40% de la superficie totale de la commune.

- La plaine: la plaine alluviale est représentée par la rive droite de l'oued Isser, de part et d'autre le CW125 et sur le littoral à l'Ouest du chef-lieu. Elle représente 40% de la superficie total de la commune.
- Les bassins versants: le plus grand est celui d'Oued Amara qui draine la moitié des eaux de ruissellement. Le second se trouve à l'Est vers Oued l'Arbaa, un troisième au Sud verse ses eaux dans l'Oued el Aouadja à limite communale avec Bordj Menaïel.[7]

II.3.1.2 Caractéristiques géologique et hydrogéologique

i. Géologique

La région est formée par un socle primaire recouvert par des terrains sédimentaires tertiaires et Quaternaires discordants. L'étude de micro zonage sismique a noté que Cinq failles actives sont détectées dans le territoire de la capitale. Trois sont majeures et rapides : faille offshore au large d'Alger, de Blida (sud Mitidja) et de Zemmouri. Les deux autres sont secondaires et lentes. Elles sont localisées au Sahel et à Thenia. Ces failles sont toutes susceptibles de générer des séismes mais n'ont pas le même potentiel. La région a une haute activité sismique. [7]

ii. Hydrogéologie

La commune de Ras – Djinet présente une riche potentialité hydraulique. Ces ressources peuvent satisfaire une demande importante et diversifiée moyennant une exploitation judicieuse adaptée.

Le territoire communal est parcouru par un réseau assez dense dans sa partie Sud.

Les principaux courent d'eaux sont :

- L'oued Isser qui constitue la limite Sud-Ouest de la commune
- L'oued laamara qui suit une direction Sud- Est, Nord-Ouest.
- L'oued el Aouadja au Sud de la commune.
- L'oued Larabaa qui matérialise la limite Est de la commune.

D'autres cours d'eau sillonnent la commune et alimentent les nappes aquifères.

L'étude géotechnique a révélé la présence d'une nappe phréatique au niveau du site du projet, cette nappe phréatique a été traversée par tous les sondages effectués dans la zone à des profondeurs n'excédant pas les dix mètres, elle se trouve localisée dans les formations détritiques sableuses essentiellement pliocènes supérieures (P1). L'alimentation de cette nappe se fait par infiltration des eaux pluviales.

Ces eaux constituent une richesse indéniable dont pourrait bénéficier la commune de Ras Djinet notamment pour l'irrigation de ses terrains agricoles. A cet effet un barrage dénommé Barrage Oued Laamara a été édifié sur le cours d'eau de l'oued Laamara, qui pourra permettre l'irrigation de 500 ha de terres agricoles avoisinantes. [7]

II.3.1.3 Caractéristiques Climatologie

Le climat de la région de RAS DJINET est du type méditerranéen occidental qui est caractérisé par une humidité relative de l'air élevée en toutes saisons et des écarts de précipitations. Les données relatives aux chutes de pluie indiquent une grande variabilité d'une année à l'autre des valeurs mensuelles et annuelles par rapport à leurs moyennes. Compte tenu de la situation géographique, la commune Ras Djinet est entièrement soumise à l'influence de la mer Méditerranée.[7]

Les principaux paramètres météorologiques se présentent comme suit:

1. Les précipitations

Tableau II.1 : Moyenne mensuel et annuelle précipitations

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	M.A
P(mm)	73,56	54,27	45,47	48,66	29,15	5,80	4,50	9,50	26,99	51,12	89,37	77,80	516,19

D'après ce tableau, on remarque que la valeur maximale des précipitations est enregistrée au mois de Novembre (89,37 mm), tandis que le minimum est atteint au mois de Juillet (4,5 mm). La pluviométrie moyenne annuelle pour cette station est de 516,19 mm

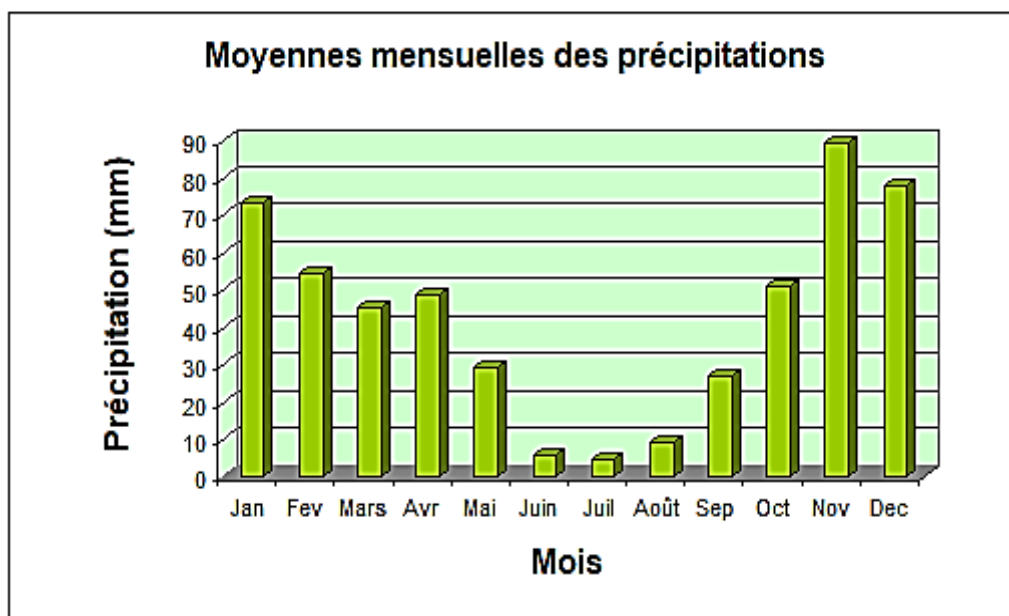


Figure II.3 : Moyennes mensuelles des précipitations.

2. Les Températures

Tableau II.2 : Moyennes mensuelles et annuelles des températures.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	M.A
Max	16.95	17.59	19.87	21.73	25.07	29.06	31.8	32.6	29.55	26.5	20.	17.8	24.1
							8	4		4	9	3	3
Min	10,82	10,79	13,37	15,34	18,93	22,84	24,	26,3	23,43	20,2	14,	11,1	17,7
							7	4		6	9	8	5
Moy	7,58	5,24	6,62	8,18	11,66	15,27	17,	19,0	16,39	13,4	8,7	6,42	11,3
							7	3		7	2		6

On remarque que la température diminue pendant les trois mois d'hiver (Décembre, Janvier, Février) et atteint un minimum de 10,82°C en janvier, elle augmente pendant les mois d'été (Juin, Juillet, Août, Septembre) et atteint le maximum de 26,34°C en Août. La moyenne annuelle est de 17,75°C.

La proximité de la mer à une influence directe sur le climat, ainsi la forte chaleur est rafraîchie et humidifiée par la brise d'été et la mer réchauffe la terre pendant les hivers rigoureux.

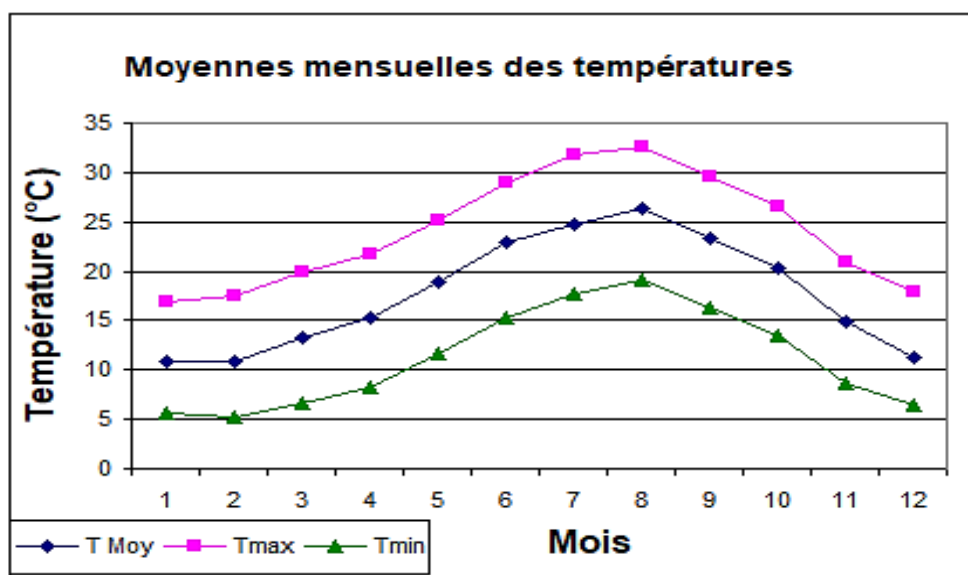


Figure II.4 : Moyennes mensuelles des températures.

3. L'évaporation

Tableau II 3 : moyennes mensuelles de l'évaporation

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	M.A
Evap (mm)	40,0	48,0	61,8	64,8	81,1	93,5	107	111,	92,0	67,6	55,	46,5	868,
	0	7	7	7	0	0		0	7	0	9	0	6

Le tableau ci-dessus montre que l'évaporation est importante en été. Elle atteint son maximum au mois d'Août avec une valeur de 111 mm. Le minimum est enregistré au mois de Février avec une valeur de 48,07 mm, celle de la moyenne annuelle est de 868,68 mm.

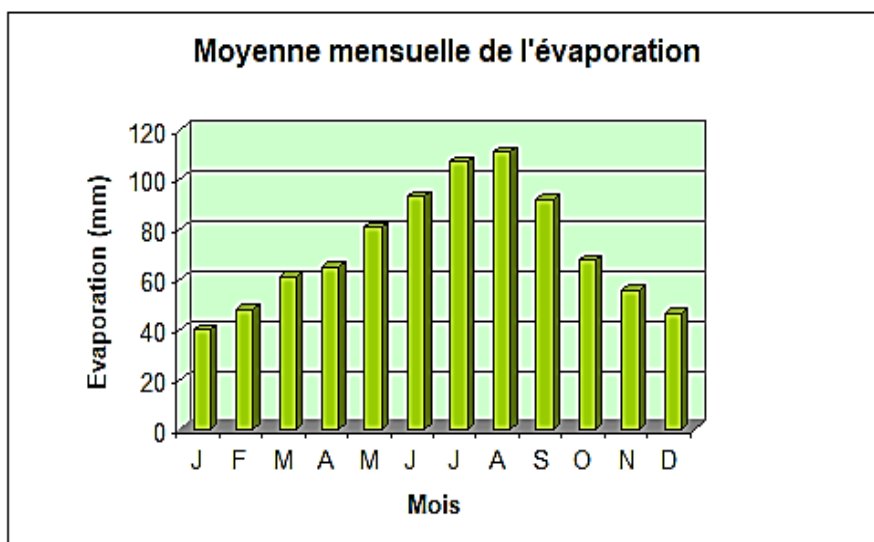


Figure II.5 : Moyenne mensuelle de l'évaporation.

4. Les ventes

Tableau II.3 : Moyennes mensuelles des ventes

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	M.A
Evap (mm)	1,74	2,35	2,81	2,52	2,51	2,74	2,6 8	2,39	2,3	1,76	2,1 7	2,05	2,32

La vitesse moyenne du vent est inférieure à 3 m/ s pour toute l'année. La direction, l'intensité et la fréquence des vents jouent un rôle au niveau de la propagation des poussières, des émissions atmosphériques et des odeurs. Les vents dominants sont ceux de l'Ouest et du Nord-Ouest et soufflent en prédominance de novembre à avril. (Voir la rose des vents ci-dessous

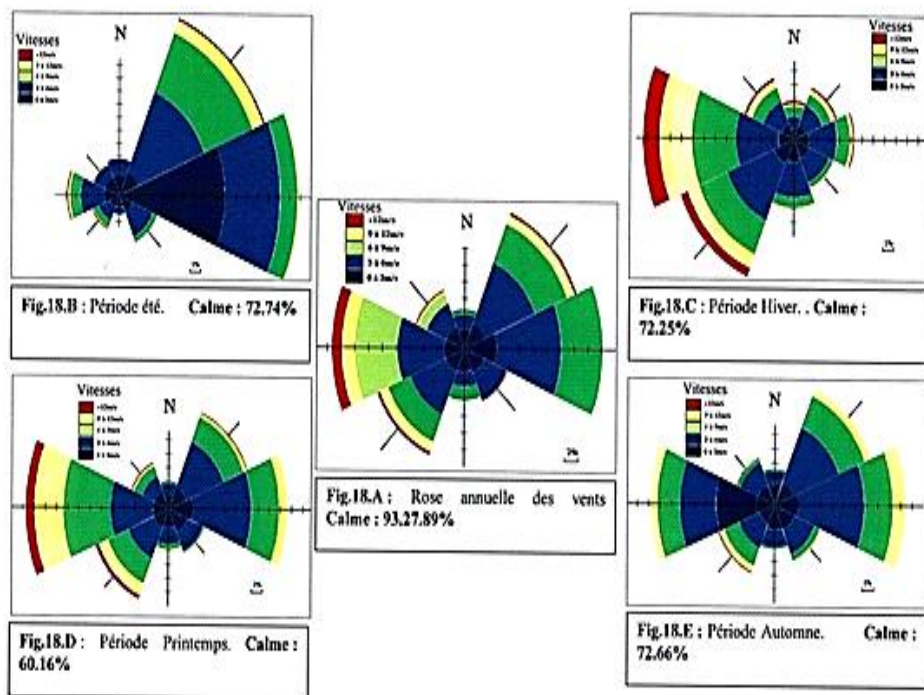


Figure II.6 : La ros des ventes.

II.3.1.4 Caractéristiques sismiques

Historiquement, le nord d'Algérie est connu pour être associé à une activité sismique superficielle forte. Au cours des siècles passés et jusqu'à présent plusieurs séismes de magnitudes modérées à fortes ont frappé la région algéroise et ses environs

Après le séisme de Boumer dés (arrêté n°08 du, classe cette région de Djinet dans la zone III (sismicité élevée) dont l'intensité de base est d'environ 7 sur l'échelle de Richter. Cette magnitude correspond à la limite inférieure des grands tremblements de terre

Les incidences matérielles d'un séisme dépendent en grande partie des facteurs suivants:

- Type de construction
- Facteurs géomorphologiques
- Facteurs géologiques

II.3.2 Milieu Biologique

II.3.2.1 La faune

Pour ce volet, on spécifie le Décret présidentiel n° 83-509 du 20 Mai 1983 relatif aux espèces animales non domestiques protégées et l'arrêté du 17 janvier 1995 complétant la liste des espèces animales non domestiques et protégées.

La faune est caractéristique de l'atlas tellien : qui abrite une grande variété faunistique parmi les mammifères et les oiseaux, (les sangliers, renard, chacal et plus de 120 Types d'oiseaux.

Les espèces marines sont entre autres, Sardine (de Zemmouri type d'allache), Anchois, Limon, Maquereau, Thon et Bonite, Espadon, Merlu, Picarels, Rougets, Loup, Mérout, Corvinas, Rascasse, Bogue et Saupé, Denté et Pagre, Sar, Besouge et Pageot, Dorade, Gardine, Soles, Seiche, calmar, Poulpe etc. [7]

II.3.2.2 La flore

Généralement la végétation est de type méditerranéen, elle est surtout herbacée avec la présence de quelques arbres d'oliviers. La région d'étude se trouve à l'Est de la Mitidja et est à cheval entre la plaine elle-même et les Piedmonts de l'Atlas tellien. Il n'a pas été noté dans la littérature que cette zone dispose d'espèces endémiques particulières. Les espèces herbacées constatées lors de notre visite du site en mois de décembre sont: *Brachypodium pinnatum* (*Brachypodium*); *Pistacia lentiscus* L., pistachier lentisque; *Oxytenanthera abyssinica*; *Oxalis* penchée, *Oxalis pes-caprae* L; Plantes herbacées Genêt (*Cytisus*), *Dryopteris spinulosa carthusiana*, *Dryoptère spinuleuse*,...etc (voir photos -dessous) [7]



Figure II.7 : Dermoptère



Figure II.8 : Oxytenanthera

II.3.3 Milieu humain

L'environnement général et de proximité moyenne c'est la ville de Ras-0 Djinet, immédiatement autour de la centrale c'est le lotissement dit « Boussaâ mohamed » qui en plus d'une cinquantaine de maisons dispose d'une école primaire pour 300 élèves et aussi d'une cité sonelgaz de soixante logements. La commune de Ras-Djinet selon le recensement de 1998 présente une population totale de 20171 habitants.

Densité de la population (statistique année 2007 source office national de la météorologie) : [7]

Tableau II.4 : Évolution de la population de la commune de Djanet.

Commune	RGPH 1998	Taux d'accroissement %	RGPH 2008	Taux d'accroissement %
Djinet	20022	2.10 %	21966	0.65 %

II.3.3.1 De voisinage

Les logements les plus proches sont à mitoyens des centrales, il s'agit des logements de sonlgaz, occupés par le personnel de la centrale et aussi les maisons individuelles du lotissement

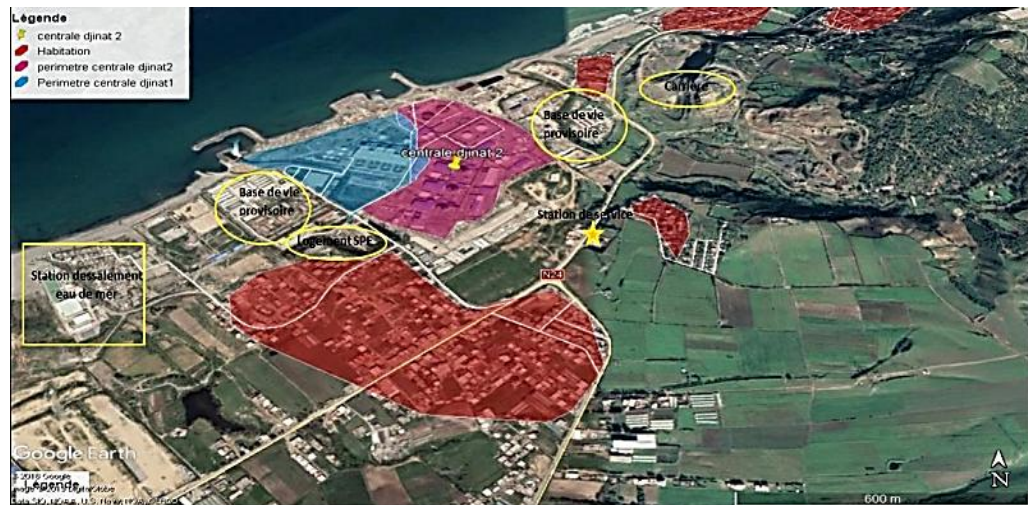


Figure II.9 : Plan du voisinage immédiat de la centrale Ras Djanet

II.3.3.2 Potentialités Agricoles

Djanet de part sa position géographique qui fait d'elle une commune côtière à vocation touristique, recèle aussi une importante zone agricole notamment au niveau du périmètre d'irrigation du Barrage de Oued Laamara.

La commune de Djinet est à vocation agricole, vu sa situation géographique située dans une zone de plaines et de vallées d'oued Isser. Elle constitue le principal secteur d'activité avec une superficie agricole utile S.A.U. de 3067 Ha couvrant plus de 85,57% de la superficie agricole totale. La superficie non irriguée est importante avec un taux d'environ 72,3.% de la S.A.U

II.3.3.3 Activates industrielles

Le secteur industriel dans la commune de Djinet est représenté par la présence des ressources minières constituées principalement de Basalte avec une production totale de: 73 464,51 tonnes à la fin 2011.

Tableau II.5 : Activités industrielles de la commune de Djanet

Commune	Exploitants	Substances	Production annuelles en T	Observations
Djanet	Sarl ETRHB	Basalte	25 881,31	Depuis le 2 ^{ème} trimestre 2011 l'exploitation est à l'arrêt à cause d'un litige avec la population de Djanet.
	Sarl SOPRAF	Basalte	12 390,0	Depuis le 2 ^{ème} trimestre 2011 l'exploitation est à l'arrêt à cause d'un litige avec la population de Djanet.
	SONATRO	Basalte	20 605,2	-
	Sarl SCAC	Basalte	14 588,0	-

II.3.3.4 Activités touristiques

La wilaya de Boumer dés est caractérisée par :

- Une variété de reliefs alternant plaines côtières, vallées encaissées, montagne, massif boisés et hautes plaines.
- L'existence de 10 zones d'expansions touristiques qui totalisent une superficie de 4 512 ha.

Dans le but de diversifier les produits touristiques autres que balnéaires, huit (08) sites ont été proposés pour étude et aménagement et classement comme nouvelles zones d'expansion touristique ; notamment en zones de montagne à savoir :

- Site Derrar Lahfa à Bouzegza Keddara d'une superficie de : 47 Ha ;
- Sites Barrage hamiz, Ouled Mammar et El Kahla (Zima) à Larbatache d'une superficie totale de : 52,8 Ha.
- Site Source Thellath à Ammal d'une superficie de : 22,05 Ha ;
- Site zone Ighil à Naciria d'une superficie de : 16 Ha ;
- Sites Bouissghi (barrage Beni Amrane) et El Kelaa à Beni Amrane d'une superficie totale de : 35 Ha.

II.3.4 Qualité de la vie

II.3.4.1 Qualité de l'air

La pollution de l'air : due au trafic automobile sur la RN0 24 qui assure la liaison entre la wilaya de Boumer dés et la wilaya d'Alger. Le transport public est la caractéristique

Fondamentale de cet axe ainsi le trafic y est très intéressant. Ce trafic induit d'une part, une atmosphère polluée par les gaz d'échappement des différents véhicules et d'autre part, un bruit permanent cependant, aucune information n'est disponible sur les niveaux de

Concentration de cette pollution. Toutefois, nous pouvons dire que ceci est dû au mauvais réglage de la carburation, à l'absence de maintenance et d'inspection régulière des véhicules. Le site du projet est accessible à partir de RN024 Lors de notre visite du site nous avons remarqué un panache des fumées de couleur blanche au niveau de la centrale électrique actuelle qui dû à la vapeur d'eau, produite par la turbine fonctionnant à la vapeur, explique la couleur blanche du panache.(voir photo ci-dessous).En effet, les performances en matière de pollution atmosphérique d'une CCG sont liées à la combustion du gaz naturel qui est une combustion dite « propre » produisant, en fonctionnement normal, des quantités extrêmement faibles de particules, poussières, ou dioxyde de soufre (SO₂), dans des concentrations bien en dessous des seuils réglementairement mis en place pour protéger la santé. La faiblesse des émissions de polluants conduit également à ce que le fonctionnement seul de la centrale ne puisse être impliqué dans l'apparition de phénomènes de type « pluies acides », quelle que soit la conjonction des conditions météorologiques [7].



Figure II.10 : Panache de fumées blanche.

II.3.4.2 Les nuisances sonores

Le trafic automobile est la source principale de bruit parmi d'autres en zone urbaine, l'âge, le type de véhicule, le manque de maintenance mais aussi l'intensité du trafic dans certaines zones contribue à l'élévation du niveau de bruit (aucun règlement n'impose aux propriétaires de véhicules de respecter une quelconque exigence en matière de bruit aussi bien pour les anciens que pour les véhicules Neufs qui entrent dans le pays).

L'exposition sonore de l'environnement du terrain attribué au projet de la centrale électrique à cycle combiné situé à proximité de la RN24 sur la commune de Ras-Djanet (Boumer dés) tel que les fortes valeurs du bruit maximal sont localisées au niveau de la salle de turbines, local des chaudières et au niveau de l'unité 10E dont le niveau de bruit dépasse 85 dB. Par ailleurs, les faibles valeurs du bruit maximal sont localisées au niveau du bâtiment administratif [7].

II.3.5 Description technique de projet

Le projet consiste à la mise en place d'une centrale électrique à cycle combiné et avec ses auxiliaires, d'une puissance d'environ 3 x 400 MW.

Le projet sera implanté à l'intérieur de la centrale existante de Ras-Djinet de 4 x 176.7 MW, située en bordure de la mer Méditerranée. Il est situé entre le rivage et le carrefour de la route de Bordj-Menaïl (CW123) et de la route côtière (RN24). Ils se situent donc à 3 km au Sud- Ouest du village de Cap-Djinet et à 77 km, par route à l'Est d'Alger.

La superficie totale du terrain disponible pour l'implantation de la centrale est de l'ordre de Dix (10) Hectares environ. Le constructeur Groupe sud-coréen Daewoo E&C est chargé des études, de la fabrication, de la fourniture, du transport sur site, du montage, des essais, de la mise en service des équipements, ainsi que des travaux et des ouvrages de génie civil conformément aux exigences du cahier des charges. La future centrale à cycle combiné sera composée de ce qui suit:

- Trois (3) turbines à gaz Siemens SGT-4000F (à l'intérieur).
- Trois (3) chaudières de récupération à triple pression (à l'extérieur).
- Trois (3) turbines à vapeur à condensation (à l'intérieur).
- Trois (3) condenseurs par surface à refroidissement par eau ; Équipements divers et de tuyauterie. [7]

II.4 Conclusion

La future centrale à cycle combiné sera implantée dans la commune de Djinet et sera destinée d'une part, à faire face à la demande d'énergie résultant de l'implantation dans la région de divers aménagements industriels et domestiques; d'autres part, à assurer un appoint au réseau général interconnecté

La zone d'étude retenue dans le cadre de ce projet a été délimitée de façon à inclure l'ensemble des composantes environnementales susceptibles d'être affectées par les activités de construction et d'exploitation de la centrale projetée. Elle a été établie sur la base de critères qui tiennent compte des préoccupations associées à un tel projet dont celles, entre autres, de l'utilisation du territoire, des émissions atmosphériques et des retombées économiques, la zone d'étude à l'intérieur de laquelle une analyse exhaustive a été réalisée, a été définie dans la zone littorale de la commune de djinet, Dont il faut impérativement éviter la conurbation afin de préserver l'écosystème côtier et de promouvoir un développement rationnel et une utilisation durable des ressources de la cote conformément à l'article n°12 de la loi 02-02 du 05 février 2002 relative à la protection et la valorisation du littoral.

CHAPTER III : INSTALLATION DE DESSALEMENT DE LA CENTRALE

III.1 Introduction

Une station de dessalement de l'eau de mer pour avoir de l'eau nécessaire pour la production de vapeur d'eau utilise dans les chaudières. Dans cette station différents traitements de l'eau sont réalisés pour enlever les déchets et les sels par différentes méthodes. Il y a 4 tombeurs pour les 4 chaudières de la centrale ayant une altitude de 10 m par rapport à la mer, l'eau de mer est transportée par des tuyaux sur une longueur de 9 m, après le traitement, les déchets sont jetés à côté de la station (ex. coquillages et moules) par contre l'eau va diriger vers les chaudières après son utilisation il va ressortir comme rejet liquide et atteint la mer par un canal d'évacuation.

III.2 Caractéristiques physico-chimiques des eaux de mer

III.2.1 Temperature

Une température inférieure ou égale à la norme fournie ($<25^{\circ}\text{C}$) qui rend ce paramètre sans danger pour le consommateur [8].

III.2.2 Potentiel d'hydrogène (pH)

IL s'agit d'une mesure d'investigation de l'acidité ou de l'alcalinité d'une eau. Les valeurs de pH des eaux traitées sont comprises entre 8,32 et 8,41 avec une valeur moyenne de 8,35. Se référant aux normes de qualité de l'eau potable, les valeurs du pH des eaux traitées sont conformes à la norme algérienne dont les valeurs sont fixées de 6,5 [8]

III.2.3 Conductivité électriques

Les mesures de la conductivité électrique de l'eau traitée enregistrée indiquent les valeurs suivantes: $EC_{min}=450$ et $EC_{max} = 468 \mu\text{S/cm}$, avec une valeur moyenne de $459 \mu\text{S/cm}$. Les valeurs de conductivité électrique pour l'eau de consommation sont conformes à la norme algérienne dont la concentration maximale admissible est de $2800 \mu\text{S/cm}$ [8].

III.2.4 La turbidité

Logiquement avec la microfiltration et l'osmose inverse la turbidité avoisine une valeur de (0), mais le rajout de l'eau filtrée avec la calcite l'ont fait augmenter à la valeur tournée. Les valeurs de turbidité pour l'eau de consommation sont conformes à la norme algérienne [8]

III.2.5 Chlore libre

Le chlore résiduel constitue une forme de sécurité pour traiter des petites contaminations éventuelles de l'eau. Le taux de chlore libre fluctue entre 0,24 et 0,26 mg/L, avec une valeur moyenne de 0.246 mg/L. Cette valeur est légèrement inférieure par rapport à la valeur préconisée par la norme algérienne qui est entre 0.2 et 0.6 mg/l [8].

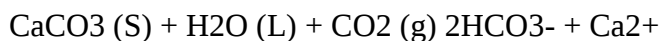
III.2.6 Alcalinité totale, bicarbonates et carbonates

L'alcalinité correspond à la présence d'espèces basiques telles que les ions hydrogène (OH-), les ions carbonates (CO₃²⁻) et les ions bicarbonates (HCO₃⁻).

Les résultats montrent des valeurs comprises entre 59.52 – 58.8 ppm CaCO₃ avec une valeur moyenne de 59.24 ppm CaCO₃.

Ces valeurs sont également conformes aux normes algériennes qui limitent le taux d'alcalinité des eaux de consommation à 65 mg/L en CaCO₃.

La présence des bicarbonates (HCO₃⁻) dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (calcaire) par des eaux chargées en gaz carbonique selon la réaction :



Les valeurs des concentrations en bicarbonates des eaux traitées enregistrées varient dans un intervalle de 65.83 - 66,6 mg/L, avec une valeur moyenne de 66,26 mg/L.

Les valeurs des concentrations en carbonates de l'eau traitée enregistrées varient entre 5.76 et 6.04 mg/L, soit une valeur moyenne de 5.85 mg/L [8].

III.2.7 pH

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H⁺ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates, le pH varie entre 7,5 et 8,4 pour une moyenne de l'ordre de 8,2 [9].

III.2.8 Total des solides dissouts (TDS)

Le total des solides dissouts ou TDS représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières

organiques. Les résultats obtenus après l'analyse des eaux de consommation ont montré que le taux du TDS varie entre 225 et 230 mg/L, soit une valeur moyenne de 229.66 mg/L. Les valeurs de TDS se révèlent conformes aux normes algériennes qui sont de 1000 mg/L dans les eaux traitées de dessalement [8]

III.2.9 Salinité

La salinité mesurée varie entre 37,2‰ et 36,0‰ une moyenne de 36,67 ‰. La moyenne des salinités mesurées sur les points de fond est supérieure à la moyenne des salinités mesurées sur les points de surface [10].

III.2.10 Solubilité des gaz dans l'eau

L'eau contient toujours des gaz dissous dont les concentrations dépendent notamment de la température ainsi que de la composition et de la pression de l'atmosphère gazeuse avec laquelle elle est en contact. La loi de HENRY appliquée à la solubilité des gaz dans l'eau pure, prévoit que, la concentration dissoute d'un composé gazeux dans l'eau est directement proportionnelle à la pression partielle de ce composé dans la phase gazeuse au contact de l'eau [11]

III.2.11 Matières en suspension

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, de régime d'écoulement des eaux, de la nature des rejets, etc.[11]

III.3 Captage des eaux de mer

Le captage d'eau de mer se réalise à travers un seul point qui permette généralement d'obtenir une eau de bonne qualité, ce qui consiste à pomper l'eau de mer vers la station de dessalement, être bonne du point de vue matières en suspension. On peut trouver deux techniques pour la prise de l'eau de mer :

□ Les forages côtiers: soit verticaux soit sous forme de galeries horizontales permettant d'obtenir une eau de très bonne qualité et relativement stables.

□ La prise d'eau de surface : peut être faite en pleine mer. Dans le cas idéal, le captage doit être effectué en zone profonde, éloigné de la côte, protégé des pollutions et des forts courants [12].

Au niveau une installation d'une prise d'eau de mer comprenant 4 pompes sur les fonds de 10-12m de profondeur et situées à 900m du rivage ; les canalisations d'acheminement de l'eau de mer vers la centrale seront enterrées. Les travaux relatifs à cet ouvrage nécessiteront des travaux de dragages ; le volume des sédiments à draguer est estimé à 150 000m³. Lors de sa mise en service les capacités de pompage de la prise d'eau sont de 17 700 m³ / heure. Une partie de l'eau de mer prélevée sera utilisée par l'unité de dessalement, et une autre partie utilisée comme eau de refroidissement dans les diverses installations.

- Un rejet d'eau de mer en provenance de l'unité de dessalement ; ce sont les eaux de saumure : débit de

220m³/heure, renfermant du chlore (0,2mg/l) et ayant une température de 50° C;

- Un rejet d'eau de mer de refroidissement : débit de 106m³/h et de température d'environ 30° C ;

- Un rejet d'eaux usées de nature diverse en provenance des différentes unités et installations de la centrale: débit de 50m³/h et à température de 70° C.

Tous ces rejets seront acheminés vers la mer par l'actuel canal de rejet de la centrale.

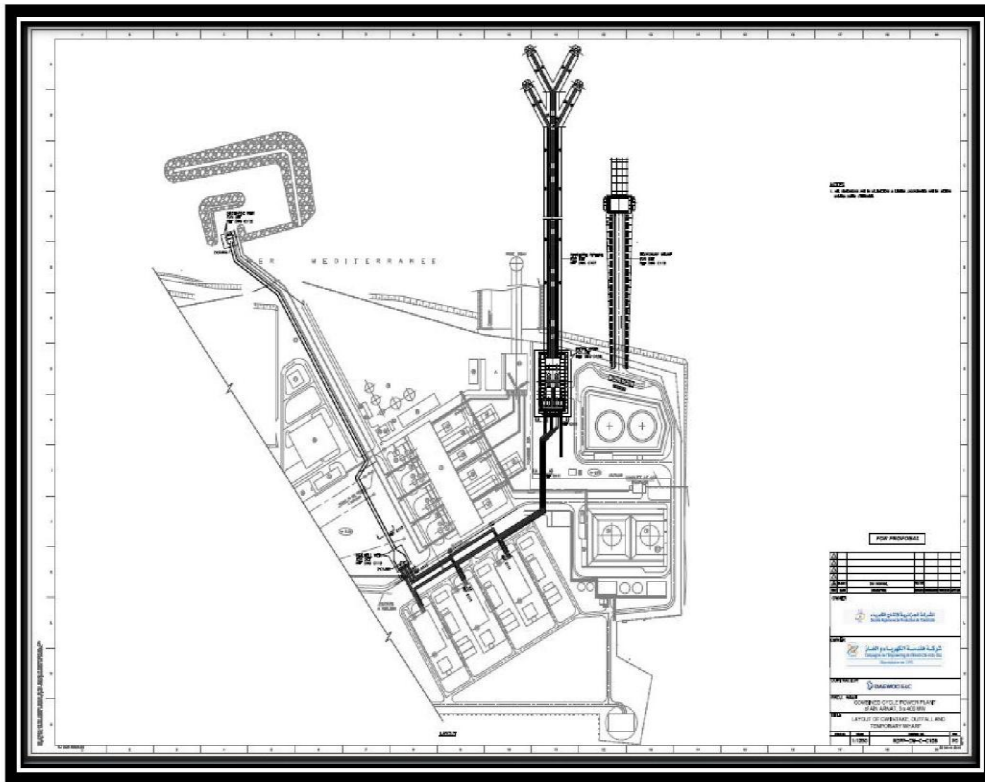


Figure III.1 : Description des différentes phases du projet.

III.4 Différents procédés de dessalement

Plusieurs méthodes permettent la séparation de l'eau de mer en une eau douce contenant une faible concentration des sels dissouts, et une solution concentrée en sels. On citera notamment la distillation, l'osmose inverse, la congélation et l'électrodialyse. Cependant, les deux technologies utilisées actuellement, à l'échelle industrielle, sont celles basées sur la distillation et l'osmose inverse [13].

III.4.1 Procédés de distillation

Dans les procédés de distillation, il s'agit de chauffer l'eau de mer pour en vaporiser une partie. La vapeur ainsi produite ne contient pas de sels, il suffit alors de condenser cette vapeur pour obtenir de l'eau douce liquide. Il s'agit en fait de reproduire le cycle naturel de l'eau. En effet l'eau s'évapore naturellement des océans, la vapeur s'accumule dans les nuages puis l'eau douce retombe sur terre par les précipitations. Ce principe de dessalement très simple a été utilisé dès l'Antiquité pour produire de très faibles quantités d'eau douce sur les bateaux.

L'inconvénient majeur des procédés de distillation est leur consommation énergétique importante liée à la chaleur latente de vaporisation de l'eau. En effet, pour transformer un kg d'eau liquide en un kg d'eau vapeur à température constante, il faut environ 2250 kilojoules.

Afin de réduire la consommation d'énergie des procédés industriels, des procédés multiples effets qui permettent de réutiliser l'énergie libérée lors de la condensation ont été mis au point [14].

III.4.1.1 Distillation à simple effet

C'est un principe qui reproduit le cycle naturel de l'eau. Dans un premier temps, l'eau de mer est portée à ébullition au contact d'un premier serpentin dans lequel circule un fluide caloporteur (voir figure.III.2). Par le biais d'un second serpentin dans lequel circule de l'eau de mer froide, la vapeur ainsi produite se condense. Les sels dissouts n'étant pas vaporisables dans les mêmes conditions que l'eau, la vapeur ainsi obtenue est constituée d'eau pure

Pour limiter au mieux l'entartrage en n'utilisant qu'un traitement antitartre simple, les constructeurs fixent la température maximale de ce procédé entre 60 et 65 °C. De plus, de telles températures limitent considérablement la corrosion. Par cette méthode, on peut même obtenir une eau condensée très pure (jusqu'à 1 mg/L de sels) à l'aide de dispositifs spéciaux (filtres à gouttelettes) installés au-dessus de la zone de vaporisation [14]

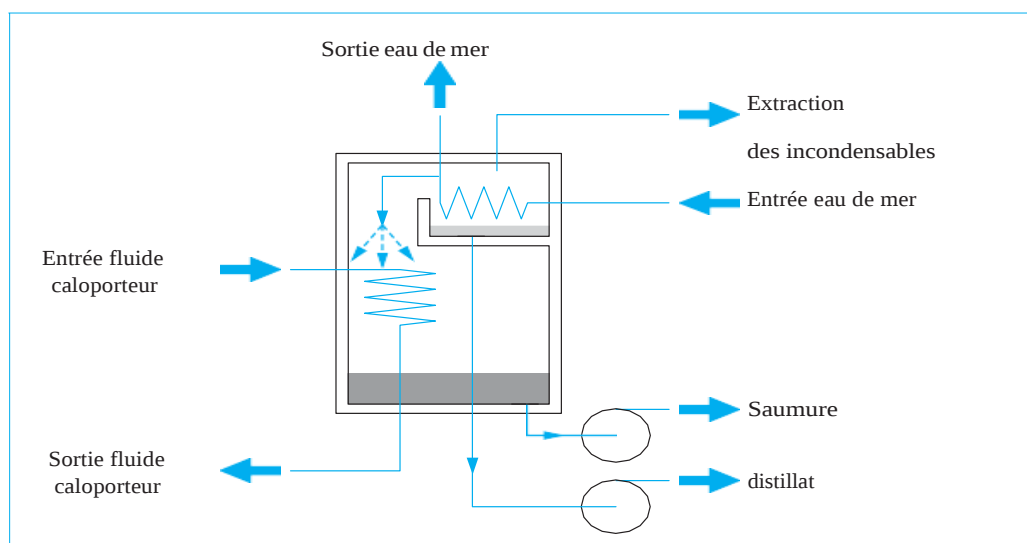


Figure III.2 : Distillation à simple effet.

III.4.1.2 Distillation à effet multiples

Le fluide caloporteur porte à ébullition l'eau de mer admise dans la première cellule, qui est aussi la cellule où règne la plus haute température et donc la plus haute pression. La vapeur émise par l'ébullition de l'eau de mer est transférée dans la cellule voisine où le condenseur maintient une pression légèrement inférieure. La température d'ébullition diminuant avec la pression, on vaporise une fraction de l'eau de mer présente dans cette deuxième cellule : c'est le deuxième effet. Pour évaluer la consommation thermique de ce procédé.

La température maximale de fonctionnement d'un tel procédé se situe entre 60 et 65°C. Pour réchauffer l'eau de mer à l'intérieur de chaque cellule, on dispose de plusieurs méthodes :

- Échangeur immergé ;
- Échangeur à tubes verticaux ;
- Échangeur à tubes horizontaux.

La mise en marche de ce type d'unités est rapide. De plus, ces unités ont une certaine souplesse de fonctionnement qui permet d'adapter la production d'eau douce à la demande. [14].

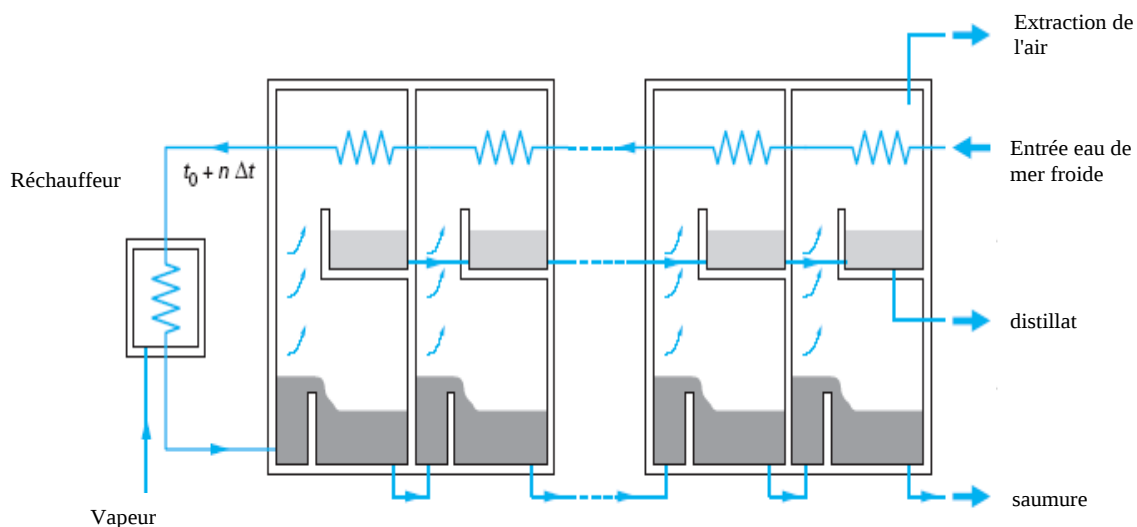


Figure III.3 : Schéma d'un système de distillation par détente successive.

III.4.1.3 Distillation par compression de vapeur

L'eau de mer à dessaler est portée à ébullition dans une enceinte thermique isolée (figure III.4), La vapeur produite est aspirée par le compresseur qui élève sa température de saturation.

Cette vapeur traverse ensuite un faisceau tubulaire placé à la base de l'enceinte et se condense en provoquant l'ébullition de l'eau salée [15].

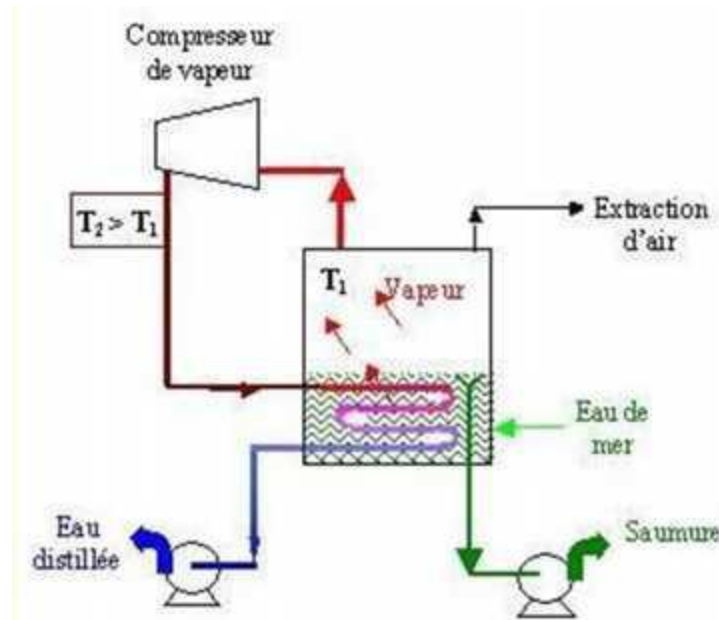


Figure III.4 : Principe de distillation à compression de vapeur

III.4.1.4 : Distillation par détente successive (Multi-stage Flash distillation MSF)

Ce procédé dit Flash consiste à maintenir l'eau sous pression pendant toute la durée du chauffage ; lorsqu'elle atteint une température de l'ordre de 120°C, elle est introduite dans une enceinte (ou étage) où règne une pression réduite. Il en résulte une vaporisation instantanée par détente appelée « Flash ». Une fraction de l'eau s'évapore puis va se condenser sur les tubes condenseurs placés en haut de l'enceinte, et l'eau liquide est recueillie en dessous des tubes. C'est l'eau de mer chaude qui se refroidit pour fournir la chaleur de vaporisation, l'ébullition s'arrête quand l'eau de mer a atteint la température d'ébullition correspondant à la pression régnant dans l'étage considéré. Le phénomène de flash est reproduit ensuite dans un deuxième étage où règne une pression encore plus faible. La vaporisation de l'eau est ainsi réalisée par détentes successives dans une série d'étages où règnent des pressions de plus en plus réduites. On peut trouver jusqu'à 40 étages successifs dans une unité MSF industrielle.

Pour chauffer l'eau de mer jusqu'à 120°C, l'eau de mer circule d'abord dans les tubes des condenseurs des différents étages en commençant d'abord par le dernier étage où la température est la plus faible, elle est alors préchauffée en récupérant la chaleur de condensation de la vapeur d'eau. Elle est finalement portée à 120 °C grâce à de la vapeur à une température supérieure à 120°C produite par une chaudière ou provenant d'une centrale de production d'électricité.

On remarque lors du phénomène de flash que des gouttelettes d'eau salée peuvent être entraînées avec la vapeur, elles sont séparées grâce à un grillage qui limite le passage des gouttelettes qui retombent alors au fond de l'enceinte. L'énergie requise est principalement l'énergie thermique à fournir à la chaudière, cette énergie peut être peu coûteuse si on récupère de la vapeur basse pression à la sortie d'une turbine de centrale électrique (cogénération).

Il faut également fournir de l'énergie électrique pour les pompes de circulation de l'eau de mer. Le procédé MSF ne permet pas une flexibilité d'exploitation. Aucune variation de production n'est tolérée, c'est pourquoi ce procédé est surtout utilisé pour les très grandes capacités de plusieurs centaines de milliers de m³ d'eau dessalée par jour.[14]

III.4.1.5 : L'avantage de distillation

La production est de bonne qualité car, en théorie, on obtient de l'eau pure (eau distillée). En fait, il y a toujours des entraînements des gouttelettes dans la vapeur, si bien que l'eau condensée présente une salinité comprise normalement entre 20 et 80 mg/L. Ces valeurs sont très inférieures aux recommandations de l'OMS. Le distributeur d'eau a donc toute latitude pour reminéraliser l'eau en fonction des conditions locales : ajout de réactifs et/ou dilution avec de l'eau saumâtre

III.4.2 Procèdes de congélation

C'est un autre procédé de dessalement qui se base sur la différence entre les points de congélation de l'eau douce et de l'eau salée. Ce procédé est particulièrement intéressant dans les régions où la température de l'eau de mer est souvent inférieure à 0°C. Lorsque la température est suffisamment basse, on remplit ces bassins sur une épaisseur de 1 à 1,5 cm. Les cristaux de glace sont séparés de la saumure, lavés du sel puis fondus : on obtient de l'eau douce [16].

III.4.3 Procèdes membranaires

Les techniques de séparation par membranes constituent une révolution dans le domaine du traitement de l'eau. Leur principe consiste non plus à éliminer chimiquement les microorganismes mais à les extraire physiquement. Elles n'utilisent aucun réactif chimique, sauf pour leur entretien. Très fiable, elles permettent de produire une eau très pure et de qualité constante[16].

III.4.3.1 Dessalement par l'électrodialyse

L'électrodialyse est une technique électro - membranaire qui permet le transfert des ions à travers des membranes à perméabilité sélective. Le but de l'opération est d'extraire les sels d'une solution, d'où on obtient alors, d'un côté une solution saumure très concentrée et de l'autre une solution dessalée (voir figure III.5).

Sous l'effet d'un courant appliqué dans les bacs externes, les ions Na^+ sont attirés vers l'électrode négative et les ions Cl^- vers l'électrode positive. En raison de la sélectivité des membranes seuls les ions Na^+ peuvent uniquement traverser les membranes cathodiques et seuls les ions Cl^- peuvent traverser les membranes anioniques, on obtient de l'eau douce dans deux des quatre compartiments.[14]

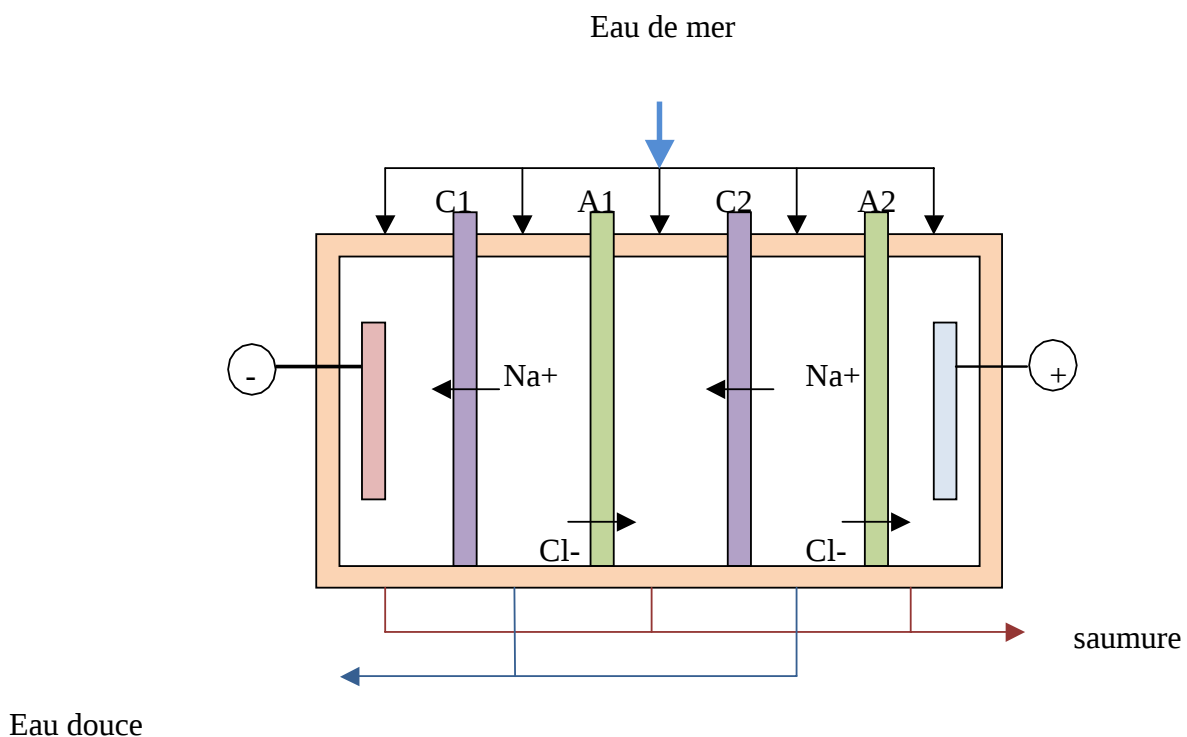


Figure III.5 : Unités d'électrodialyse alimentée en parallèle.

III.5 Dessalement par l'osmose inverse

Plus de 97 % de l'eau à la surface de la terre est de l'eau salée. Du fait de l'augmentation de la population mondiale, la pénurie en eau douce va devenir un problème majeur, en particulier dans plusieurs régions arides du monde. Le dessalement d'eau de mer pour la production d'eau potable est donc une solution alternative qui permet

D'augmenter les ressources en eau disponible, de fournir une solution en cas de sécheresse et de lutter contre les pénuries. D'autres avantages de l'utilisation d'eau de mer pour la production d'eau potable peuvent être évoqués par rapport aux eaux de rivières :

- Moindre consommation de produits chimique
- Faible production de boues

Cependant, le dessalement d'eau de mer présente également des inconvénients :

- Une consommation d'énergie élevée
- Un coût d'opération du procédé élevé
- Un volume d'eau produite insuffisant comparé au volume d'eau de mer prélevé
- La dégradation de l'environnement marin due à l'extraction et au rejet d'eau avec une quantité de sels très élevée (rejet des concentras)

Les techniques de dessalement d'eau de mer les plus utilisées sont :

Le dessalement thermique (la distillation)

Le dessalement par procédé membranaire. (L'osmose inverse)

III.5.1 L'osmose inverse

L'osmose inverse est un procédé de séparation de l'eau et des sels dissous au moyen de membranes semi-perméables sous l'action de la pression (54 à 80 bars pour le traitement de l'eau de mer). Ce procédé fonctionne à température ambiante et n'implique pas de changement de phase. Les membranes polymères utilisées laissent passer les molécules d'eau et ne laissent pas passer les particules, les sels dissous, les molécules organiques de 10-7 mm de taille.[8].

III.5.2 Principe et installation d'osmose inverse

La filtration membranaire est un procédé de séparation des composants d'un fluide. Le rôle de la membrane est d'agir comme une barrière sélective, elle permet de laisser passer certains éléments et d'en retenir d'autres en fonction des propriétés respectives de ces éléments sous l'effet d'une force motrice.

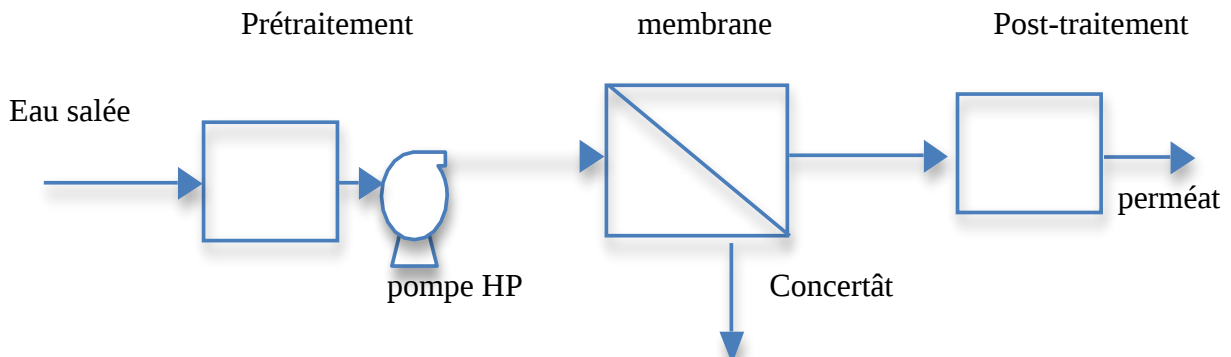


Figure III.6 : Schéma de principe d'une unité de dessalement basé sur le principe d'osmose inverse.

Les procédés membranaires barométriques, à gradient de pression, peuvent être classifiés en fonction de la membrane utilisée et du seuil de coupure en microfiltration (MF), ultrafiltration (UF), nanofiltration (NF), et osmose inverse (OI) selon la taille de séparation

Parmi ces procédés, l'osmose inverse est celui adapté à la séparation des ions et donc au dessalement de l'eau. Aujourd'hui, plus de 15 000 usines de dessalement sont en opération dans le monde entier pour la potabilisation des eaux, et environ 50 % d'entre elles sont des usines d'osmose inverse.[17]

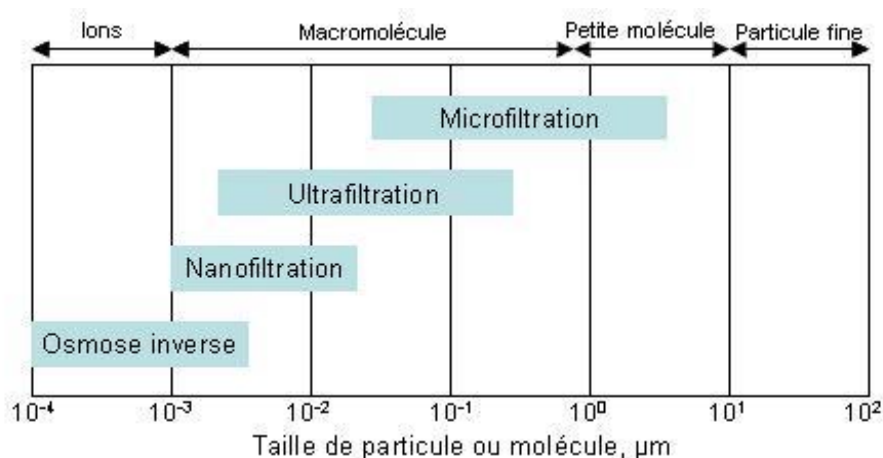


Figure III.7 : Classification des procédés barométriques membranaires selon la taille de séparation.

III.5.2.1 Pression osmotique

L'osmose est le transfert de solvant à travers une membrane sous l'effet d'un gradient de concentration. Considérons un système de deux compartiments séparés par une membrane semi perméable sélective et contenant deux solutions de concentrations différentes (Figure I-6). Le solvant (généralement l'eau) s'écoule à travers la membrane du compartiment de la solution moins concentrée vers le compartiment contenant la solution la plus concentrée, c'est le phénomène d'osmose. Si on applique progressivement une pression sur le compartiment de la solution la plus concentrée, le flux d'eau qui traverse la membrane va diminuer, puis s'annuler quand la pression appliquée atteindra à ce qui est appelé la pression osmotique. Si on applique une pression supérieure à la pression osmotique, l'eau va traverser la membrane dans le sens inverse du flux osmotique, c'est le phénomène d'osmose inverse.

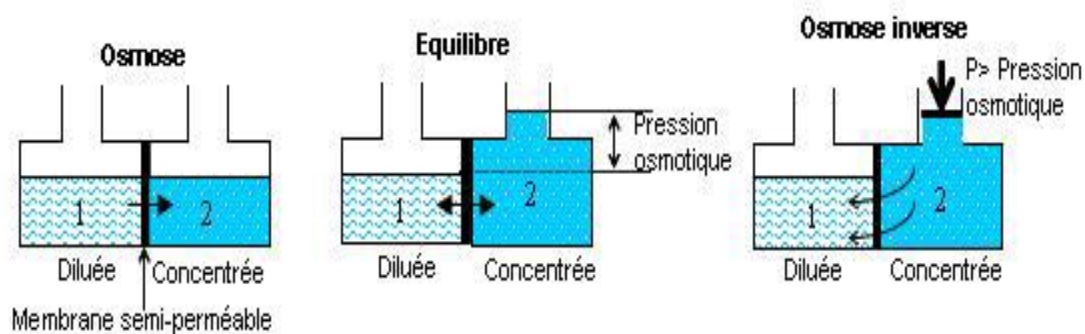


Figure III.8 : Principe de l'osmose et de l'osmose inverse.

La pression osmotique peut être calculée par la loi de Van't Hoff qui exprime que la pression osmotique exercée par un soluté est égale à la pression que ce corps aurait exercé dans l'état gazeux parfait dans le même volume (V) et à la même température (T). Si le soluté est dissocié en i ions, la pression osmotique sera i fois supérieure.

La pression osmotique d'une solution est proportionnelle à la concentration en solutés :

$$\Pi = i.C.R.T$$

III.1

Avec :

Π Pression osmotique (bar)

i Nombre d'ions dissociés dans le cas d'un électrolyte

C Concentration molaire (mol.L-1)

R Constante des gaz parfaits (0,082 L.bar.mol-1K-1)

T Température absolue (K)

III.5.2.2 Mécanisme de transfert

Dans le cas de l'osmose inverse, les transferts de solvant et de soluté au travers d'une membrane semi-perméable se font par solubilisation-diffusion ; toutes les espèces moléculaires (soluté et solvant) se dissolvent dans la membrane et diffusent à l'intérieure de celle-ci sous l'action d'un gradient de concentration et de pression.

En absence de colmatage, le flux de solvant (ici l'eau) à travers la membrane est exprimé par l'équation suivante :

$$J = \frac{\Delta P - \Delta \Pi}{\mu R_m} \quad \text{III.2}$$

Avec :

J Flux d'eau à travers la membrane (L. h-1.m-2)

ΔP Différence de pression de part et d'autre de la membrane (Pa)

$\Delta \Pi$ Différence de pression osmotique de part et d'autre de la membrane (Pa)

μ Viscosité dynamique de l'eau (Pa.s)

R_m Résistance de la membrane (m-1) [17].

III.5.3 Le prétraitement

Le prétraitement est nécessaire pour tous les procédés de dessalement d'eau de mer. Il permet de débarrasser l'eau de tous les constituants indésirables et qui peuvent réduire les performances des installations. Pour les procédés membranaires, les problèmes majeurs à résoudre au niveau du prétraitement sont l'encrassement et l'entartrage. La préconisation d'un prétraitement dépend de la qualité de l'eau à dessaler. Dans la majorité des cas, le prétraitement comporte les opérations suivantes :

Enlèvement de grosses particules en utilisant un tamis grossier (grilles).

Désinfection de l'eau avec du chlore ou d'autres biocides.

Filtration (utilisation de filtres à sable).

Réduction de l'alcalinité par l'ajustement du pH.

Ajout d'inhibiteur d'entartrage.

Réduction de chlore libre au moyen de bisulfite de sodium ou de filtres à charbon actif

Suppression définitive des particules en suspension utilisant des filtres à cartouche
[18]

III.5.3.1 Pré filtration grossière

L'eau passe d'abord par une étape de filtration grossière permettant d'éliminer les gros matériaux susceptibles d'endommager les installations et de diminuer l'efficacité globale du procédé de traitement.[19]

III.5.3.2 Prétraitement par les procédés membranaires (Ultrafiltration)

En raison des limitations du prétraitement conventionnel, un intérêt croissant s'est porté sur l'utilisation de procédés membranaires basse pression telle que l'ultrafiltration (UV), qui utilise des membranes microporeuses dont les diamètres de pores sont compris entre 1 et 100 μm . De telles membranes laissent passer les petites molécules (eau, sels) et arrêtent les molécules de masse molaire élevée (polymères, protéines, colloïdes).

Pour cette raison, cette technique est utilisée pour l'élimination des macro-solutés présents dans les effluents, ou encore dans l'eau à usage domestique, industriel ou médical.[19]

III.5.3.3 La chloration

La chloration a pour objectif l'inactivation des micro-organismes (bactéries principalement) mais aussi micro-algues, champignons, qui, outre le fait que certains peuvent être pathogènes, sont à l'origine d'un colmatage important des membranes appelé bio fouling.

La prolifération des organismes vivants est bloquée par un procédé de désinfection. Sinon, cela peut conduire à l'obstruction des canalisations ou au colmatage des membranes. Le procédé le plus répandu consiste à injecter du chlore, réactif dont le stockage et la

manipulation exigent des précautions strictes. Le chlore dissous dans l'eau libère l'ion hypochloreux (HClO), qui est l'agent actif de la stérilisation. Pour éliminer le danger lié au chlore, on peut lui substituer l'hypochlorite de sodium (eau de Javel).[12]

III.5.3.4 Prévention de l'entartrage

De nombreux matériaux, tels que les sels de calcium, les sels de magnésium, les huiles et les graisses, les solides en suspension et les contaminants organiques sont nuisibles aux procédés de dessalement. Ils peuvent être réduits à des niveaux acceptables par un traitement chimique approprié. Ce traitement comporte plusieurs opérations selon la qualité de l'eau d'alimentation. Les principales opérations sont les suivantes : une coagulation-floculation, avec ou sans clarification, ajustement du pH, qui influe sur l'inhibition de l'entartrage et la filtration.

Les inhibiteurs de tartre (antitartre) sont utilisés pour contrôler le dépôt de carbonates, de sulfates et de fluorures de calcium. Il existe généralement trois types différents d'inhibiteurs de tartre : hexamétaphosphate de sodium (SHMP), organophosphonates et polyacrylates.

L'hexamétaphosphate de sodium SHMP est peu coûteux mais instable par rapport aux inhibiteurs de tartre organiques polymériques. De faibles quantités adsorbées à la surface des microcristaux, empêchent la croissance, et la précipitation des cristaux. Des précautions doivent être prises pour éviter l'hydrolyse du SHMP dans le réservoir de dosage. L'hydrolyse ne diminuera pas seulement l'efficacité de l'inhibition de tartre, mais présente aussi un risque de dépôt de phosphate de calcium. Par conséquent, le SHMP n'est généralement pas recommandée. Les organophosphonates sont plus efficaces et plus stables que les SHMP. Ils agissent comme agents antisalissure pour l'aluminium insolubles et le fer. Les polyacrylates (poids moléculaire élevé) sont généralement utilisés pour réduire la formation de tartre de silice par un mécanisme de dispersion. Les inhibiteurs de tartre organiques polymériques sont également plus efficaces que les SHMP [18].

III.5.3.5 Coagulation/Floculation

Le but de la coagulation est la neutralisation des charges primaires qui permet d'annuler les forces de répulsion suivie par le piégeage dans les précipités. Cette neutralisation se déroule par l'intermédiaire des composés de deux métaux lourds Al^{3+} et Fe^{3+} . La floculation consiste à agglomérer sous forme de floccs les particules colloïdales

neutralisées par coagulation. Les doses optimales des différents produits (coagulants, floculation) sont déterminées par les méthodes de jar test.[20].

III.5.3.6 La filtration sur sable

La filtration sur sable est le procédé de prétraitement le plus souvent utilisé dans les usines de dessalement par osmose inverse. L'étape de coagulation/floculation avant la filtration est nécessaire car elle permet d'augmenter la taille des particules à filtrer par la formation d'agglomérats, ce qui rend la filtration plus efficace [8].

III.5.3.7 La Dé chloration

Compte tenu de la sensibilité des membranes d'osmose inverse en polyamide (membranes les plus utilisés actuellement), il est indispensable d'assurer une déchloration de l'eau de mer avant son entrée dans les modules. cette de chloration est effectuée par ajouts de réactif chimique : bisulfite de sodium NaHSO_3 [8].

III.5.4 Le post de traitement

Le système de post-traitement concerne la phase d'adaptation de l'eau dessalée à la consommation. Il est nécessaire de dégazer pour éliminer l'acide carbonique (causé par l'acidification en prétraitement) et l'hydrogène (H_2S souvent présent dans les eaux souterraines) qui passe à travers les membranes. Le post-traitement de l'eau dessalée par OI est habituellement nécessaire, il ne dépend pas du dispositif de dessalement, de l'arrangement ou de la nature chimique des membranes. Le degré et le type de post-traitement souhaité dépendent essentiellement de l'utilisation de cette eau dessalée. Par exemple, l'eau potable destinée à la consommation humaine nécessite une désinfection et un traitement de prévention contre la corrosion des tuyauteries et des différents équipements. Si l'hydrogène sulfurée H_2S est présent : le dégazage est à envisager.

Si l'eau dessalée est à utiliser dans les chaudières à HP : on envisage de compléter la déminéralisation pour éviter l'entartrage, et de désoxygéner pour minimiser la corrosion. Si on prévoit de produire de l'eau pure (pour l'industrie haute technologie): le post-traitement doit comprendre une complète déminéralisation, une stérilisation et une élimination des solides en suspension. Le plus souvent, le post-traitement consiste à : compléter la déminéralisation, l'ajustement du pH, traitement de réduction de la corrosivité, la désinfection et le dégazage [21].

III.5.4.1 Ajustement du pH

L'eau d'alimentation des membranes d'osmose est acidifiée à un pH variant de 6.3 à 6.8. Le pH de l'eau osmose est aux environs de 5.9. Après mélange avec l'eau filtrée, les valeurs du pH remontent jusqu'à une valeur de 6.

Afin d'améliorer la qualité de l'eau et assurer une flexibilité de l'installation, un taux de chaux commerciales égal à 180 g/m³ est injecté pour ajustement de pH (entre 6.3 et 8.0).

Un silo de 40 m³ est prévu. Il correspond à une autonomie de :

- 30 jours pour une injection de 30 g/m³,
- 15 jours pour une injection de 60 g/m³.

Subséquent, la correction de pH se fait à l'aide d'une solution alcalin, automatiquement en fonction du pH (NaOH) [22].

III.5.4.2 Désinfection

Le chlore, par sa grande efficacité à l'état de traces, et par sa facilité d'emploi, est le réactif le plus utilisé pour assurer la désinfection de l'eau.

En outre, le chlore est doué d'un pouvoir oxydant important, favorable à la destruction des matières organiques. Le taux de traitement est de 0.5 à 1 g/m³.

Deux réservoirs de 1 tonne unitaire sont connectés à un permutateur automatique. Chaque réservoir permet une autonomie d'environ 14 jours.

Le soutirage des tanks et l'alimentation de chlorométries sont en phase gazeuse. Un analyseur de chlore permet de contrôler en continu la teneur en chlore de l'eau à l'entrée du réseau. Une neutralisation avec de la soude caustique est prévue en cas de fuite de chlore.[19].

III.5.4.3 Lavage des membranes

Périodiquement, les membranes doivent être nettoyées pour les débarrasser de tous les dépôts qui tendent à diminuer les performances qualitatives et quantitatives du système.

Cette élimination est obtenue en faisant recirculer des solutions chimiques acides (pour les dépôts de carbonate de calcium, d'hydroxydes métalliques) et basiques (pour les dépôts biologiques et bactériens).[19].

III.5.5 Installation d'osmose inverse

Les principaux constituants d'une installation d'osmose inverse sont les suivants :

- La membrane proprement dite
- Le module
- La pompe haute pression (HP)
- Le système de récupération d'énergie

III.5.5.1 Membrane d'osmose inverse

Une membrane est une interface physique de faible épaisseur, qui contrôle le transfert d'espèces chimiques entre les deux milieux qu'elle sépare. Cette interface peut être homogène au niveau moléculaire, uniforme en composition et structure, ou elle peut être chimiquement et physiquement hétérogène, contenant des pores de dimensions définies ou contenant des couches superposées [23].

Intérêt croissant s'est porté sur l'utilisation de procédés membranaires basse pression tels que la

Microfiltration (MF)

Ce procédé de séparation solide-liquide met en œuvre des membranes dont les diamètres de pores sont compris entre 0,1 et 10 μm . Il permet donc la rétention des particules en suspension, des bactéries et indirectement des colloïdes et de certains ions après fixation de ces derniers sur des plus grosses particules obtenues par complexation, précipitation ou floculation.[24].

✓ **L'ultrafiltration (UF)**

Utilise des membranes microporeuses dont les diamètres de pores sont compris entre 1 et 100 nm. De telles membranes laissent passer les petites molécules (eau, sels) et arrêtent les molécules de masse molaire élevée (polymères, protéines, colloïdes) Pour cette raison, cette technique est utilisée pour l'élimination des macro-solutés présents dans les effluents, ou encore dans l'eau à usage domestique, industriel ou médical[24].

✓ **La Nano filtration (NF)**

La nano filtration (NF) est un procédé de séparation faisant intervenir la pression comme force motrice. Sa capacité de séparation se situe entre l'ultrafiltration (1 à 10 nm) et l'osmose inverse (0,1 à 1 nm). Les membranes utilisées ont un seuil de coupure, variant de 1 à 5 nm, mettant en perméation les ions monovalents et molécules de diamètre équivalent [24].

✓ **Les avantages majeurs des procédés membranaires sont les suivants [17]:**

- Flux de l'osmose inverse significativement élevé
- Plus faible consommation de produit chimique
- Meilleure compacité (-33 %)
- Augmentation de la durée de vie des membranes d'osmose inverse
- Capacité de fonctionnement à une qualité de l'eau d'alimentation variée
- Désinfection et nettoyage de l'osmose inverse moins nécessaire

III.5.5.2 Module d'osmose inverse

Pour être mise en œuvre, les membranes doivent être montées dans des supports appelés modules. Une enceinte résistante à la pression est toujours nécessaire. Il existe quatre types de modules.

I. Modules plans

Les modules plans sont les plus anciens et les plus simples : les membranes sont empilées en mille-feuilles séparées par des cadres intermédiaires qui assurent la circulation des fluides.

II. Modules tubulaires

Un module tubulaire contient plusieurs tubes qui peuvent être en série ou en parallèle. L'eau à traiter circule à l'intérieur des tubes et le perméat est recueilli à l'extérieur des tubes. Les tubes constituent des canaux d'écoulement tangentiel.

III. Modules spiralés

C'est un module particulier de membranes planes qui sont enroulées autour d'un axe creux collecteur de perméat. L'ensemble est introduit dans une enveloppe cylindrique dont les sections donnent accès à l'entrée de l'alimentation et à la sortie du retentât

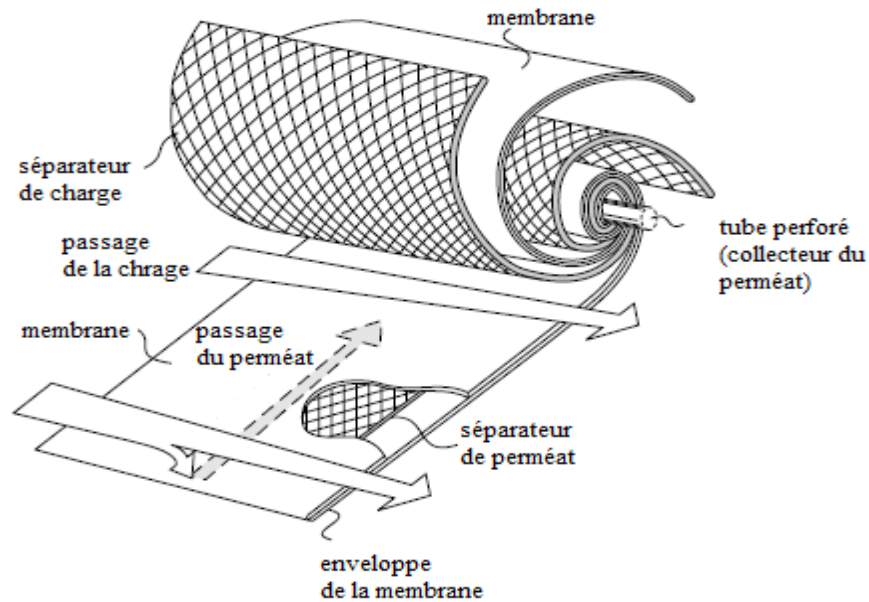


Figure III.9 : Montage des membranes dans un module plan spiralé.

IV. Modules à fibres creuses

Ils contiennent plusieurs milliers de fibres dont le diamètre est de l'ordre de 1 mm. Les aiseaux ainsi obtenus sont encollés aux extrémités de façon à assurer l'étanchéité entre le compartiment (perméat) et l'alimentation. L'alimentation peut se faire à l'intérieur (interne-externe) ou à l'extérieur (externe-interne) des fibres creuses, selon que la peau active est à l'intérieur ou à l'extérieur de la fibre creuse [25]

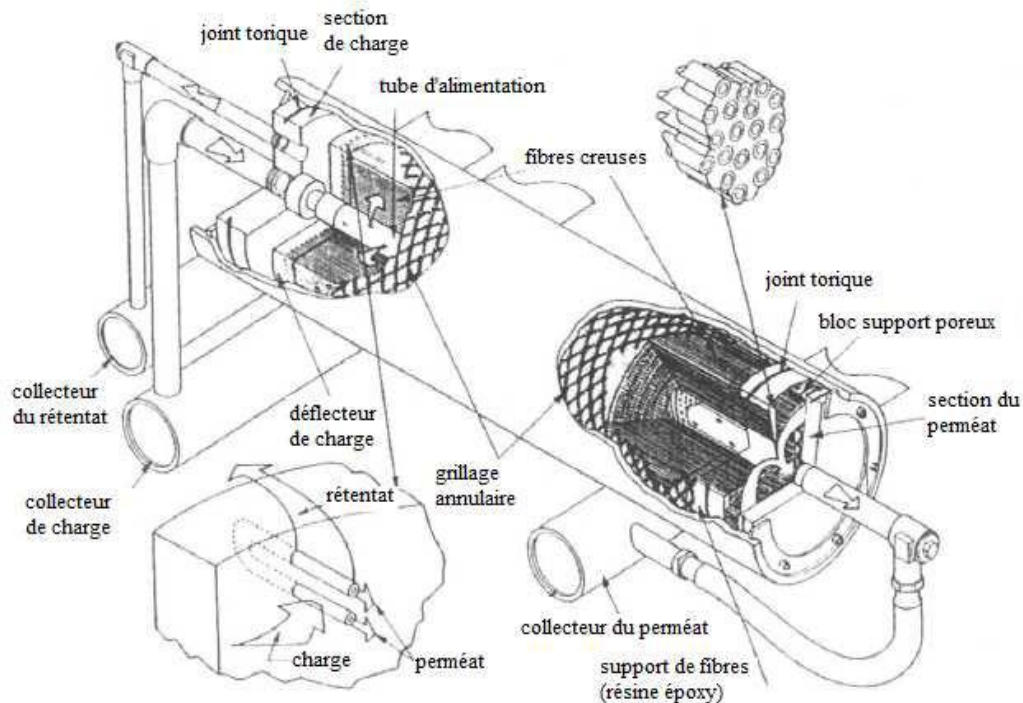


Figure III.10 : Montage de membrane dans un module à fibres creuses.

Le tableau ci-dessous montre les avantages et les inconvénients de chaque module [18].

Tableau III.1 : les avantages et les inconvénients de chaque module.

Module Spirale		Fibres Creuses	
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
Compacité élevée (de l'ordre de 300 à 1 000 m^2/m^3) ;	Sensibilité au colmatage à cause de la présence d'espaceurs ;	Compacité élevée (la plus grande de tous les modules) de l'ordre de 1 000 à 15000 m^2/m^3 ;	Nécessité d'un prétraitement (blocage du canal interne par des particules) ;
Faible volume mort ;	Nécessité d'un prétraitement important ;	Faible volume mort ;	Sensibilité au colmatage.
Coût d'investissement relativement faible.	Difficile à nettoyer.	Coût d'investissement relativement faible ;	
		Faible coût énergétique ;	
		Possibilité de rétrolavage (nettoyage à contre-courant).	

III.5.5.3 Colmatage des membranes et leur nettoyage

Le Colmatage des membranes a pour conséquence de réduire le flux d'écoulement ou d'augmenter la pression d'opération. La détermination de la nature et de la structure des éléments qui colmatent la membrane est nécessaire pour établir le choix des agents de nettoyage et des conditions d'opération les plus efficaces. On peut classer les éléments colmatant en deux groupes :

- Les résidus solubles dans l'eau : qui peuvent être éliminés par un simple rinçage.
- Les résidus non solubles dans l'eau : qui forment une couche poreuse et résistante composée principalement de protéines et de sels, ainsi que de microorganismes, colloïdes, polysaccharides insolubles, etc.

Le nettoyage des membranes a pour but de limiter le colmatage irréversible de perméabilité, et par le fait même, à prolonger la durée de vie des membranes. Les différentes techniques de nettoyage sont :

- Le nettoyage mécanique : partiel mais rapides, son principe consiste à décoller et retirer la matière accumulée sur la membrane par des forces mécaniques.
- Le nettoyage chimique : nécessite un arrêt de production périodique, génère des coûts en solution de lavages et en traitement des effluents. Il se compose d'une séquence de lavage acide et basique, ainsi que de phase de rinçage.
- Le nettoyage enzymatique : constitue une alternative aux traitements chimiques. Il peut être appliqué dans le cas de membranes sensibles aux réactifs chimiques, au pH ou à la température élevée, ainsi que dans les cas de colmatage avancé [25]

III.5.5.4 Pompe haute-pression HP et système de récupération d'énergie

Les pompe haute-pression d'alimentation des modules d'osmose inverse destinée au dessalement de l'eau de mer ainsi que les dispositifs de récupération de l'énergie hydraulique du concentrât qui y sont associés, représentent des postes très importants dans la conception des usines de dessalement, tant du point de vue de l'investissement, que de celui de l'énergie électrique nécessaire à leur fonctionnement. Les pompes haute-pression des membranes d'osmose doivent permettre d'assurer un débit d'eau à une pression donnée, tout en absorbant le minimum d'énergie [25].

III.5.5.5 Consommation énergétique en osmose inverse

La demande énergétique du procédé d'OI l'un de ses inconvénients. En effet, la forte pression nécessaire pour vaincre la pression osmotique de l'eau de mer doit être fournie par une pompe utilisant une grande quantité d'énergie. Les faibles taux de conversion en OI d'eau de mer contribuent également à cette consommation énergétique puisque les débits à traiter sont grands par rapport au débit d'eau dessalée obtenu.

La pompe haute pression est la principale responsable de la consommation énergétique à plus de 80 %. Les prétraitements consomment en général entre 0,3 et 1 kWh-3. La consommation énergétique représente le principal poste des dépenses de fonctionnement (environ 40 %) d'une installation de dessalement par OI [26]

III.6 Avantages et inconvénients des procédés de dessalement d'eau de mer

Les principaux avantages et inconvénients des procédés de dessalement d'eau sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau III.2 : *Avantages et inconvénients des procédés de dessalement d'eau de mer.*

	Avantages	Inconvénients
Distillation	- o Indépendance à la variation de la qualité d'eau brute ; - o Utilisation pour des grandes capacités de production d'eau ; - o Exploitation relativement aisée ; - o Une eau produite présentant un TDS faible requis particulièrement pour les besoins industriels.	- o Un taux de conversion bas (inférieur à 35%) - o Une consommation spécifique d'énergie relativement élevée (8 à 25 KWh/m³ selon le procédé) ; - o Une non flexibilité par rapport à la variation de la demande en eau ; - o Un coût d'investissement élevé.

Osmose inverse	- o Un taux de conversion élevé (supérieur à 55%) ; - o Une consommation spécifique d'énergie basse (3 à 5 KWh/m³) ; - o Un coût d'investissement relativement bas ; - o Une durée de mise en œuvre réduite.	- o Sensibilité à la variation de la qualité d'eau brute et surtout aux pollutions ; - o Nécessité d'un personnel qualifié ; - o Exploitation relativement difficile surtout au niveau du prétraitement ; - o Un coût de maintenance élevé dû aux frais de renouvellement des membranes d'une durée de vie ne dépassant pas 7 ans à présent.
----------------	--	---

III.7-Conclusion

Le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres par osmose inverse a connu un avancement remarquable par rapport aux autres procédés pour la production de l'eau potable.

En effet, cette technique nécessite un prétraitement physico chimique minutieux pour protéger les membranes. Parmi les ennuis que rencontre cette technique le colmatage; due principalement au dépôt de certains sels sur les membranes.

Le dessalement de l'eau de mer est un processus industriel qui doit être bien conçu et bien géré; sinon, il peut avoir sur l'environnement des effets préjudiciables

CHAPTER IV : IMPACT POTENTIELS SUR L'ENVIRONNEMENT

IV.1 Introduction

L'identification des impacts tant positifs que négatifs attribuables à la réalisation et l'exploitation d'un projet est basée sur l'analyse des effets résultants des interactions entre le milieu touché et les activités à réaliser. Cette analyse permet de mettre en relation des sources d'impact associées au projet et les composantes environnementales des différents milieux susceptibles d'être affectés.

Les sources d'impacts liées au projet se définissent comme l'ensemble des activités prévues lors des phases de construction et d'exploitation qui constituent le projet.

IV.2 Phase de construction

Les principaux impacts du chantier sont associés aux travaux de génie civil pour l'implantation de la centrale à cycle combiné et aux Travaux préliminaires (excavation, terrassement et génie civil), transport des équipements et circulation d'engins. Aussi, aux travaux d'installation des équipements annexes et les différents raccordements, nécessaires au bon fonctionnement du projet.

Les travaux de réalisation du projet seront conduits suivant un planning réalisé par le maître d'ouvrage, il sera mobilisé des moyens techniques et humains qui viendront s'insérer dans un environnement déjà industriel (Centrale électrique de 4 x176 MW) mais qu'il faut prendre en compte pour évaluer l'impact du projet sur son environnement.

En premier, ces impacts sont générés par l'exploitation des zones d'emprunts et par les travaux de réalisation de la centrale à cycle combine (Fondations, excavation, plat forme...etc) et des ouvrages annexes. Il en résulte des impacts qui sont temporaires, dont notamment:

• Impact de la pollution de l'air (par les poussières, dégagement CO₂, Nox...etc); de la traversée de la ville de Cap Djinet;

- Impacts dus à l'accroissement du bruit;
- Impact sur l'environnement marin;
- Impact de circulation et transport (perturbation du réseau routier existant);
- Du risque d'accidents liés à la zone des travaux;
- Impacts lie aux rejets des eaux usées;

- Impact sur les sols et la géologie;

Les impacts négatifs prévisibles affecteront ainsi le sol, l'air ambiant et le voisinage actuel et auront une répercussion sur le personnel du chantier et les habitations les plus proches.

IV.2.1 Impacts dus à la pollution de l'air

IV.2.1.1 Emission des poussières

La pollution de l'air pendant la durée du chantier sera caractérisée par une abondance de la poussière due essentiellement aux travaux de terrassement, excavation et des mouvements des engins de chantier.

Ces poussières sont en suspension sous l'effet des vents soufflant sur les stocks de réserves de matériaux et autres surfaces poussiéreuses, ou à la suite d'une action mécanique, par exemple le crissement de pneus sur le sable ou route poussiéreuse (non goudronnée) ou des travaux de terrassement. La construction en général provoquera des dégagements de poussières occasionnels surtout que le projet sera réalisé dans la région de Ras Djinet où l'air ambiant est caractérisé par une concentration de poussières de 10 mg/m³ dont le diamètre moyen de ses particules est compris entre 0,1 et 50 microns. Ces concentrations de poussières auront un effet corrosif et érosif et d'encrassement sur les équipements et matériels.

Le risque d'émission de poussières pendant la construction dépend étroitement du type d'activité effectuée, de la vitesse et direction du vent (dans la zone d'étude les vents sont de direction nord-ouest, nord-Est), selon qu'ils transportent les particules dégagées vers des récepteurs sensibles ou non, comme le site se trouve loin des habitations mis à part quelques maisons et une société de protection.

Les récepteurs sont à environ 100 mètres du chantier, de sorte que les impacts des émissions de poussières liées au chantier seront moyens par rapport aux travailleurs sur le

IV.2.1.2 Emission des véhicules de chantier

Le chantier exigera l'utilisation de camions, d'engins qui produiront des émissions de CO₂, NO_x... etc. L'intensité de ces émissions dépendra du type, nombre d'engins et du carburant. Ces poussières vont affecter la qualité de l'air ambiant et il s'ensuivra:

Une diminution de la visibilité localisée et temporaire

Une élévation temporaire du taux de brouillard;

Une retombée des poussières sur les zones proches.

L'impact dépendra de la direction des vents et de la proximité des récepteurs.

Dans ce cas, il est faible par rapport aux zones proches du site (habitations à 100 mètres). Compte tenu de la nature géologique du terrain d'implantation de la centrale à cycle combiné (Alluvions constituées de sable (fin –grossier) de 2.3 m -9.5 (parcelle 1) et 13.5 m (parcelles 2) Marne grise compacte indurée avec des cassures condroidales) de l'ensemble des ouvrages, les émissions de poussières qui seront engendrées par les terrassements et excavations seront moyennes surtout aux travailleurs du chantier et l'environnement avoisinant.

L'impact sur la qualité de l'air peut être évalué par deux perturbations l'une est moyenne, l'autre est faible.

Lors de la phase de chantier, l'évaluation de la perturbation de la qualité de l'air, est considérée d'une part comme moyenne, d'intensité forte, sur une étendue ponctuelle, d'une durée courte, dont l'importance est moyenne pour les travailleurs sur le chantier.

Et d'autre part, une perturbation de la qualité de l'air, est considérée comme faible, d'intensité faible, sur une étendue locale, d'une durée courte, dont l'importance de l'impact est considérée très faible, pour le voisinage (habitations la plus proche est à 100 mètres)

IV.2.2 Impacts dus à l'accroissement du bruit et vibrations

Le niveau de bruit pouvant être considéré comme un désagrément environnemental n'est pas une valeur absolue, car il dépend en grande partie de la présence, de la proximité et de la sensibilité des récepteurs (population humaine ou faune). L'atténuation des niveaux de bruit avec la distance de la source, ajoutée aux effets locaux de la topographie, limite largement la perception du bruit en dehors de la proximité immédiate de la source. Dans la zone d'étude, avec des densités de populations animales et humaines faibles, l'environnement peut être généralement considéré comme ayant une sensibilité relativement faible aux émissions sonores.

Les sources de bruit liées à la réalisation de la centrale à cycle combiné sont principalement des sources localisées, continues, et de moyenne à forte intensité sur le site, les travaux d'aménagements, de terrassements et génie civil sont générateurs d'émissions sonores

et de vibrations dues aux différents équipements et matériels tels que : Bulldozer, pelle brise roche, engins, chargeur, ...etc) et équipements mobiles : Camions et véhicules légers. La circulation des camions sera une activité intermittente ne se produisant qu'entre 7h et 17h, 05 jours par semaine. Les autres sources de bruit seront constamment en opération de 7h à 16h, 05 jours par semaine. Le bruit généré résultant des différentes activités ne sera audible que dans les champs et périphéries immédiates et n'affectera pas les concentrations humaines les plus proches (habitations et une société dans la partie Ouest du site), qu'ils soient temporaires (à plus de 50 kilomètres) ou permanents (à plus de 200 kilomètres).

Cette source de bruit et de vibration provient comme mentionné plus haut, du mouvement mécanique des équipements tels que: pelles, marteaux piqueurs, dotés d'un niveau de bruit assez élevé (jusqu'à 100 dB).

IV.2.3 Impacts sur l'environnement marin

IV.2.3.1 Impacts potentiels

Les impacts potentiels sur l'environnement marin pendant la construction de la centrale à cycle combiné de Ras Djinet sont indiqués au tableau suivant:

Tableau IV.1 : Impacts potentiels sur l'environnement marin.

Activités	Impacts potentiels
•Présence de bateaux de construction	•Nuisances physiques directes pour le fond de mer et les biotes.
•Dragage de l'arrivée d'eau de mer et du canal de rejet	•Étouffement de la flore et de la faune
•Pose de roches sur la conduite de rejet	•Nuisances physiques potentielles et impacts sonores pour les mammifères marins.
	•Impacts sonores potentiels pour les poissons.
	•Effets sur la qualité de l'eau et le biote du fait de l'émission potentielle de contaminants.
	•Risques de nuisances pour le transport maritime et la navigation; et risques de nuisances pour les pêcheurs.

IV.2.4 Evaluation des impacts

IV.2.4.1 Impacts potentiels sur la flore et la faune benthique

Durant la phase de construction, l'eau de mer sera établie à partir d'un point situé à environ 900 m du rivage au nord de la structure de l'eau de mer d'admission proposée par quatre (4) tuyauterie d'admission à une profondeur de 10 m. L'eau de mer sera acheminé dans une station de pompage (apport baie) situé sur le rivage près constitué d'une fosse en béton avec des batardeaux, écrans, écrans de tambour, bassin d'eau de mer, etc apport à la disposition un espace suffisant pour l'installation de six (6) l'eau de mer pompes auxiliaires d'admission et deux (2) pompes d'aspiration d'eau de mer. Canalisation d'admission d'eau de mer de la côte au large du bassin d'admission d'eau de mer se compose de quatre nombres de tubes en PEHD ayant un diamètre de 2800 mm de chaque ligne conçu pour les besoins de 150% u débit de calcul eau de mer. Les conduites doivent être enterrées dans la fosse des fonds marins et protégés ci-dessus avec une couche d'enrochement. Capacité nominale de pompage: 105.800 m3(provisoire). La construction de la conduite de rejet d'eau chaude n'aura aucun impact sur la prairie.

La conduite d'évacuation est protégée contre les vagues et l'action de la mer, elle se compose d'une dalle et des murs en béton armé, dont la goulotte et le déflecteur, qui vise à réduire la vitesse d'écoulement de sortie. À la fin de la structure de sortie de décharge, il y aura un tapis anti-affouillement. Les dimensions de la conduite de sortie d'évacuation n'ont pas encore confirmés. La capacité de décharge nominale est de l'ordre de 116.380 m3 (provisoire).

IV.2.4.2 Impacts sur la faune pélagique

Les travaux des ouvrages maritimes auront des impacts modérés sur l'environnement marin; les travaux de dragage entraîneront une destruction ou une altération des peuplements benthiques dans une zone très restreintes ; dès la fin des travaux les capacités de régénération de la macrofaune benthique permettront la colonisation par les espèces des sédiments et des fonds perturbés par les dragages et la mise en place des peuplements originels.

En effet, l'activité de dragage et de construction sous –marine risque d'augmenter la turbidité et les solides en suspension dans la colonne d'eau. Ce phénomène à son tour, a des impacts sur la faune vivant dans la colonne d'eau, à savoir le plancton et les poissons. Les impacts seront limités, cependant, dans la mesure où l'activité de construction sera localisée et de courte durée.

IV.2.4.3 Impacts potentiels sur la qualité environnementale

Les résultats de l'étude bathymétrique ont identifié: La bathymétrie effectuée sur une superficie de 1,5 Km de la zone d'emplacement de l'émissaire sous-marin de la centrale électrique. La zone prospectée s'étend depuis les 1,5 m jusqu'aux 10 m de profondeur. En gros nous pouvons observer un accroissement progressif du fonds, qu'il se caractérise par des pentes très lisses. Le mouvement de sédiments du fonds pendant la construction de la prise d'eau brute et de l'émissaire d'eau chaude produira une re-suspension des derniers et une augmentation temporaire de la turbidité, ce qui pourra limiter la production primaire des populations végétales proches aux œuvres (tant planctoniques comme benthoniques, bien que de manière plus intense sur les benthoniques), et à la faune associée, surtout celle de nature sessile. L'étude marine de la zone d'étude a révélé les points suivants concernant la biodiversité marine:

-Parmi les espèces inventoriées, l'essentiel des groupes zoologiques de la macrofaune y sont représentés notamment les Polychètes, les Crustacés, les Mollusques, les Echinodermes auxquels s'ajoutent les Phoronidiens et les Procordés.

Les Polychètes, les Crustacés et les Mollusques, cela traduit un certain équilibre au sein de la structure zoologique de la macrofaune.

-Le peuplement des milieux perturbés se caractérise par la présence de 2 espèces indicatrices de pollution (*Scolecipis fuliginosa* avec des effectifs élevés et *Polydora antennata*) et du Gastéropode *Theridium vulgatum* (espèce leader du peuplement).

De l'autre côté dans la phase de construction il peut se produire un certain déchet accidentel de matériel d'œuvre. L'impact potentiel dépendrait du type et de la quantité du déchet, en pouvant provoquer dès de légères modifications du pH s'il s'agit d'un déchet de petites quantités de béton, jusqu'à l'importante modification de la qualité s'il s'agit d'un composé dangereux comme des huiles ou peintures. Par conséquent, on doit effectuer une gestion adéquate de ces résidus tout dans son transport comme dans son stockage.

Dans l'hypothèse que la gestion tant des terres comme des matériels d'œuvre soit adéquatement effectuée, l'impact se produirait seulement en cas d'accident ce pourquoi la probabilité de présence est faible. Et l'impact est évalué comme faible.

IV.2.4.4 Impacts potentiels sur les mammifères marins

Dix-sept espèces mammifères marines ont été repérées dans l'ensemble de la Méditerranée et des cartes de répartition signalent que quinze espèces sont situées au large des côtes algériennes. Source: Jefferson T.A., Leatherwood S., Webber MA. (1996) Mammifères marins du monde .Centre d'expertise d'identification taxonomique ETI/FAO.

La présence physique de navires de construction risque de provoquer des nuisances physiques et des bruits agressifs pour les mammifères marins:

Les effets potentiels du bruit sur les organismes marins peuvent être répartis dans les catégories suivantes:

- Changement de comportement potentiel (fuite et attirance y compris)
- Interférence potentielle avec les communications acoustiques; et
- Dommages physiques potentiels (y compris de l'organe auditif).

Le comportement de la faune mobile peut changer, ces changements sont toutefois souvent difficiles à détecter. Les changements de comportement comprendront généralement un arrêt des activités normales et un début de comportement de fuite ou l'effet d'alarme lors de la détection des bruits des activités de construction marine. La détection continue d'une activité bruyante, par les organismes entraîne souvent un phénomène d'accoutumance au bruit, avant de voir la reprise du comportement normal.

Pour qu'un organisme puisse réagir à un son, celui-ci doit dépasser le niveau du bruit ambiant, d'origine non biologique ou biologique.

Les sources de bruit anthropogènes les plus agressives sont celles produites par les bateaux.

Les sons des bateaux couvrent une vaste gamme de spectres, et englobent des bruits extrêmement forts si la source est très proche.

Les activités de dragage et de construction auxiliaires devraient se produire près des côtes, où les impacts sur les mammifères marins sont peu probables.

IV.2.4.5 Impacts potentiels sur le transport maritime la navigation et la pêche

Le dragage associé à l'installation du canal de rejet risque d'avoir des impacts sur le transport maritime et la navigation, puisqu'il y a le port de Cap Djinet à 3,5 km environ du site.

Les plages de la région de Cap Djinet sont très fréquentées en période estivale; les travaux prévus en mer et l'exploitation de la centrale n'entraîneront pas à priori une altération de la qualité des eaux de baignade.

Les fonds côtiers de Cap Djinet ne sont pas concernés par les activités de pêche de type chalutage (petits fonds interdits à la pêche), petits métiers (absence de fonds rocheux), ainsi les travaux marins envisagés dans le projet n'auront pas de répercussions sur les activités de pêche.

Les effets ou les impacts de l'extension de la centrale électrique se limiteront à la zone très restreinte où débouche le rejet de la centrale; ces impacts restent confinés au milieu délimité par l'ouvrage de protection.

IV.2.5 Impacts des travaux sur le paysage

Le site choisi présente un paysage cohérent à l'observation. Lors des travaux de chantier, il s'ensuivra une modification du cadre paysager actuel et une rupture de la vue actuelle du site, suite à l'installation de la base de vie, des équipements de chantier, du mouvement des engins, des véhicules et des travaux de déblais et remblais.

Le dépôt temporaire des déblais et remblais peuvent être considérés comme des obstacles pour le champ visuel et diminuent donc de l'attraction dont disposait le site. Par ailleurs, le mouvement des engins surtout en temps sec affectera également la qualité de l'air et la visibilité par les suspensions de poussières dans l'atmosphère.

La construction de la centrale à cycle combiné aura un impact moyen sur le paysage vu que celle-ci se trouve à proximité du grand axe de circulation (RN24), L'impact est considéré comme une perturbation moyenne, d'étendue locale, Intensité moyenne, durée longue dont l'importance de l'impact est jugée moyenne.

IV.2.6 Impacts sur l'infrastructure locale

Les travaux préliminaires dus essentiellement aux travaux de terrassement, aux déplacements des engins pourront avoir un effet sur la qualité de l'air par l'émission abondante

de poussières dont l'étendue ne peut dépasser les 100 m autour du site. Aussi, les travaux modifieront l'ambiance sonore dans le secteur.

Les travaux de chantier présentent un risque temporaire lié à la présence humaine dans une zone où des consignes de sécurité sont très strictes. En termes d'utilisation du sol, les travaux interviennent dans un terrain affecté déjà à l'industrie (présence de la centrale électrique dans le site du projet), sur un terrain ayant une élévation moyenne de 06m, d'une structure géologique constituée d'alluvions constituées de sable (fin –grossier) de 2.3 m -9.5 et à partir de 13.5 m de marne grise compacte indurée avec des cassures condroidales).

Aussi, en considérant qu'à long terme, la réalisation prévue s'insère bien dans le secteur qui reprendra son cours habituel, l'impact s'avère être jugé très faible.

L'impact associé aux infrastructures locales est considéré comme une perturbation faible sur une étendue locale, pour une durée courte; soit un indice de durée/intensité moyen.

L'importance de l'impact est jugée très faible.

IV.2.7 Impacts dus aux perturbations de localisation

La zone à traverser est le lieu d'une grande activité économique et sociale où la circulation routière est très dense RN024 reliant Boumer des à Alger.

Le déchargement des équipements et des matériaux importés sera effectué à partir du port d'Alger.

Le transport des équipements du port d'Alger vers le site risque de perturber temporairement le trafic routier et pourrait provoquer des accidents de la circulation. Les impacts prévisibles liés au transport des équipements et à la circulation affecteront le sol et l'air ambiant.

Les nuisances dépendront essentiellement de l'état des véhicules, leurs charges, les conditions de circulation, le profil et le revêtement de la voie traversée. Toutefois, la mise en place de mesures efficaces atténuera significativement ces impacts.

Cette opération affectera temporairement et sur une courte durée la ville d'Alger pour le transport des équipements par voie maritime (port d'Alger), communes qui se trouvent le long de la route nationale 24 jusqu'à Ras Djinet, de par lesquelles les équipements et les

matériaux de construction seront acheminés. Les nuisances seront liées essentiellement aux bruits et vibrations, à des émanations de particules fines de poussières dans l'atmosphère.

L'opération de transport des équipements et des matériaux de construction sur le site du projet génère une perturbation moyenne des routes d'accès tel que (RN24) dont l'intensité est Forte, l'indice de durée courte et dont l'importance de l'impact est jugé moyenne car l'étendue de l'impact est régionale.

IV.2.8 Impacts dus aux déchets solides

Les sources potentielles de déchets solides provenant de la construction de la future centrale à cycle combiné comprennent les éléments suivants:

-Déchets inertes; issus des travaux de terrassement, de construction, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge.

La liste des déchets inertes, comprend:

-Le béton (armé et non armé),

-Terre cuite (brique et tuiles),

-Carrelage et faïences,

-Pierre naturelle, ciment,

-Matériaux d'isolation non combustibles (mousse de verre, laines de verre, laine de pierre),

-Matériaux à base de gypse (plâtre),

-Verre,

Éléments composites non combustibles

-Déchets de maintenance des machines, engins et équipements de construction

-Déchets commerciaux: sont concernées:

Les déchets ménagers, sont les résidus de l'activité de cuisine de cantine, (base de vie) déchets de denrées consommables, emballages métalliques et plastiques, bouteilles, chiffons, papiers, bois, Canned.

Déchets administratifs: déchets des bureaux presque exclusivement constitués de papier et de carton, déchets d'impressions et consommables de bureau etc. ...

Tous les déchets solides génèrent sur le site de la future centrale à cycle combiné lors de la phase chantier sont de perturbation moyenne, dont l'intensité est considérée comme forte, sur une étendue locale, d'une durée courte, dont l'importance est moyenne.

IV.2.9 Impacts sur le sol, géologie et hydrogéologie

L'évaluation de l'impact de la construction de la future centrale à cycle combiné sur le sol, la géologie et l'hydrogéologie a pris en compte les problèmes suivants:

Les effets directs de l'aménagement terrestre;

Les effets physiques des activités de construction sur le profil du sol;

Les effets sur les ressources en eaux souterraines du site car l'étude géotechnique a révélé la présence d'une nappe phréatique au niveau du site à une profondeur de 10 mètres environ.

Effets directs de l'aménagement terrestre Il n'existe pas de caractéristiques pédologiques ou géologiques spéciales, sensibles ou protégées, de sorte que l'aménagement de ce terrain aura des impacts faibles sur le sol et la géologie.

Effets sur le sol et la géologie pendant la construction

Les activités de construction risquent d'altérer la composition physique du sol en raison d'un certain nombre d'opérations sur le chantier, à savoir:

La préparation du site

L'excavation des fondations;

Les réseaux d'évacuation provisoires;

Excavation de tranchées

Ces activités peuvent modifier la composition du sol en compactant le sol (réduisant ainsi les infiltrations et l'aération) et en changeant la topographie de la surface. Ces changements du site risquent d'affecter les taux d'alimentation et d'évacuation des eaux souterraines et superficielles locales.

Le potentiel de ces impacts directs sur le sol dépend étroitement de la gestion du chantier et des activités de construction.

Contamination du sol

La construction de la future centrale à cycle combiné proposée risque de provoquer une contamination par débordements et par fuites accidentelle, en particulier autour des zones de stockage des carburants et combustibles utilisées pendant la construction.

Le site de la future centrale à cycle combiné est à proximité de la centrale électrique actuelle présentant aucune éventuelle contamination.

L'impact sur le sol, géologie et hydrogéologie est jugé faible vu les mesures d'atténuations qui seront prises par le constructeur afin d'éviter toutes sortes de pollution lors des travaux de chantier, ce qui engendre une perturbation moyenne, dont l'intensité est considérée comme moyenne, sur une étendue ponctuelle, d'une durée courte, dont l'importance est faible.

IV.2.10 Impacts des rejets eaux usées

Les équipements et les engins de chantier ne devront en aucun cas avoir de fuites de carburant, d'huiles, toute fuite accidentelle de liquide sera accompagnée immédiatement de mesures d'enlèvement et d'élimination adéquates avec tous les matériaux souillés.

Pour les rejets d'eau résiduels sanitaires, la future centrale à cycle combiné sera équipée d'une fosse septique et toutes les tuyauteries sanitaires des bâtiments de commande et de chantier y sont reliées.

IV.2.11 Impacts lié aux risques sismiques

La norme élevée de conception des bâtiments, fondée sur l'évaluation des données historiques et mesurées des événements sismiques dans la région, devrait réduire les impacts potentiels d'un événement sismique pendant la construction.

IV.2.12 Impacts sur la faune et la flore

Le terrain de la centrale à cycle combiné est un site déjà affecté à l'industrie (présence de la centrale électrique actuelle). Pendant la phase chantier la couverture végétale n'est pas affectée.

La faune terrestre sauvage telle que (les reptiles) ainsi que l'avifaune locale sont temporairement influencés par les activités de chantier.

Lors de notre visite du site, nous avons remarqué la présence du sapin à proximité de la centrale existante, des reptiles tels que (serpent).

Les nuisances pour les oiseaux provoquées par les bruits et les vibrations sur le chantier seront considérées comme négligeables.

Les travaux de construction produiront des perturbations dans le milieu faunique provoqués par la présence de machines génératrice de bruits qui provoquera une modification dans le comportement des espèces entraînant leur déplacement temporaire.

Ce qui engendre une perturbation moyenne, d'intensité faible, durée courte, étendue locale dont l'importance de l'impact est jugée très faible.

IV.2.13 Impacts socio-économique du projet

Les travaux de réalisation du projet mobiliseront une main d'œuvre assez importante lors des travaux de réalisation et remise en état des lieux à la fin des travaux.

Les employés à mobiliser doivent avoir une connaissance suffisante des exigences des codes pour pouvoir construire la centrale à cycle combiné en conformité avec les codes applicables. La réalisation de la future centrale va créer 531 emplois.

L'impact socio-économique est une bonification forte d'intensité forte, d'une durée permanente, soit un indice durée/intensité forte, d'étendue plus que régionale, soit un impact d'une importance très forte

IV.2.14 Hygiène et sécurité au travail

L'hygiène et la sécurité sur le lieu de travail pendant la construction de la centrale à cycle combiné seront gérées conformément au système de gestion de l'environnement, de l'Hygiène et de la sécurité (HSE –Environmental, Health and Safety) propre au constructeur.

Les activités de construction seront fondées sur les dispositions ci-dessous:

- Respect des normes internationales en matière de déontologie du bâtiment,

-Respect des directives et des codes internationaux de bonne pratique en matière de gestion HSE pendant la construction,

-Mise en place de procédures HSE comme condition contractuelle avec l'Entrepreneur et ses sous-traitants,

-Définition précise des rôles et responsabilités HSE des sociétés intervenant dans la construction, et de leur personnel,

-Évaluation, préalablement à la construction, des risques et des dangers HSE liés à la construction, dans le respect des habitudes culturelles locales, du niveau d'éducation de la main d'œuvre et de la déontologie du travail locale,

-Organisation d'une formation appropriée sur les questions HSE pour tous les ouvriers du bâtiment,

-Distribution d'information en matière d'hygiène et de sécurité,

-Maintien d'un bon niveau de propreté et de rangement des locaux à tout moment.[27].

IV.3 Phase d'exploitation

Sont des impacts survenant après le chantier (phase d'exploitation du projet), conditionnant la suite à réserver à ce projet, si des mesures ne sont pas prises pour minimiser les impacts négatifs induits. Les impacts susceptibles d'apparaître sont liés:au fonctionnement de la centrale au risque d'accidents.

Le projet, une fois mis en place, peut s'intégrer de manière harmonieuse avec le caractère existant de la zone disposant de toutes les commodités nécessaires, à la condition que certaines mesures préventives soient prises dès le départ et qui vont dans le sens du respect de la tranquillité du voisinage et de la protection de l'environnement.

Dans ce chapitre, ils seront identifiés les principaux impacts liés à l'exploitation de la centrale turbine à gaz sur l'environnement.

Les principaux impacts identifiés sont les suivants:

Impact visuel (paysage);

Impact sonore lié aux transformateurs et turbines;

Impact lié à la pollution de l'air;

Impact sur l'environnement marin (eaux polluées);

Impact lié à la sécurité;

Impact socio-économique.

Les problèmes les plus importants proviendront probablement du potentiel d'impact sur le milieu humain provenant du bruit engendré par les transformateurs et les deux turbines à gaz, pollution de l'air et les rejets liquides.

IV.3.1 Impacts visuels

Le terrain du projet fait partie de l'ancienne EAC actuellement occupé par la centrale électrique de Ras djinet de 600 MW. Ce terrain appartient à la zone à vocation agricole non exploité depuis des décennies. Les éléments dominant le paysage global de la zone du projet est la centrale électrique actuelle.

La présence d'une centrale turbine à cycle combiné au niveau de la zone d'étude va modifier l'impact visuel général, la vue rapprochée notamment à partir de la route nationale RN024 et les habitations les plus proche du site. Ces récepteurs subiront un impact visuel moyen. Vue éloignée à partir des hauteurs de la commune de Djinet située à environ 03 kilomètres du projet dont l'impact visuel est jugé faible.

L'impact visuel est considéré comme une perturbation moyenne aux récepteurs les plus proches du site tels que la route nationale RN024 et les habitations éparses, d'intensité moyenne, d'une Étendue locale et d'une durée longue soit une importance de l'impact moyenne.

IV.3.2 Impacts sonore

Les principales sources de bruit dans la centrale à cycle combiné de Ras Djinet sont les générateurs à turbine et les équipements auxiliaires; les chaudières et les systèmes auxiliaires tels que les moteurs à mouvement alternatif; les ventilateurs et les réseaux de gaines; les pompes; les compresseurs; les condenseurs; précipitateurs, les conduites et les soupapes; les moteurs; les transformateurs; les disjoncteurs; et les tours de refroidissement.

Certaines composantes de la centrale à cycle combiné sont des sources de bruit qui peuvent affecter le milieu sonore environnant. Les principales sources de bruit de la centrale sont :

- Les cheminées d'évacuation des gaz de combustion et les aspirations d'air de combustion des turbines à gaz;
- La tour de refroidissement;
- Les turbines, les chaudières de récupération et les équipements auxiliaires, qui sont à l'intérieur du bâtiment isolé;
- Les transformateurs;
- Les chaudières auxiliaires;
- La ventilation du bâtiment de la centrale assurée par des unités de toit;
- Le délestage de vapeur lors des arrêts et départs de la centrale.

En effet, Une émission sonore est caractérisée par deux éléments essentiels:

La fréquence: une fréquence sonore est constituée par plusieurs fréquences qui constituent son spectre, le spectre audible s'étend de 20 Hz à 20000 Hz et se décompose en graves, médiums et aigus.

L'intensité: l'intensité s'exprime en décibels (dB) ou en décibels pondérés (dBA).

En ce qui concerne les vibrations, tous les équipements utilisés, seront conformes aux normes algérienne en matière de bruit et ne produisent aucune menace de vibration ni à l'intérieur de la centrale ni sur les voisinages.

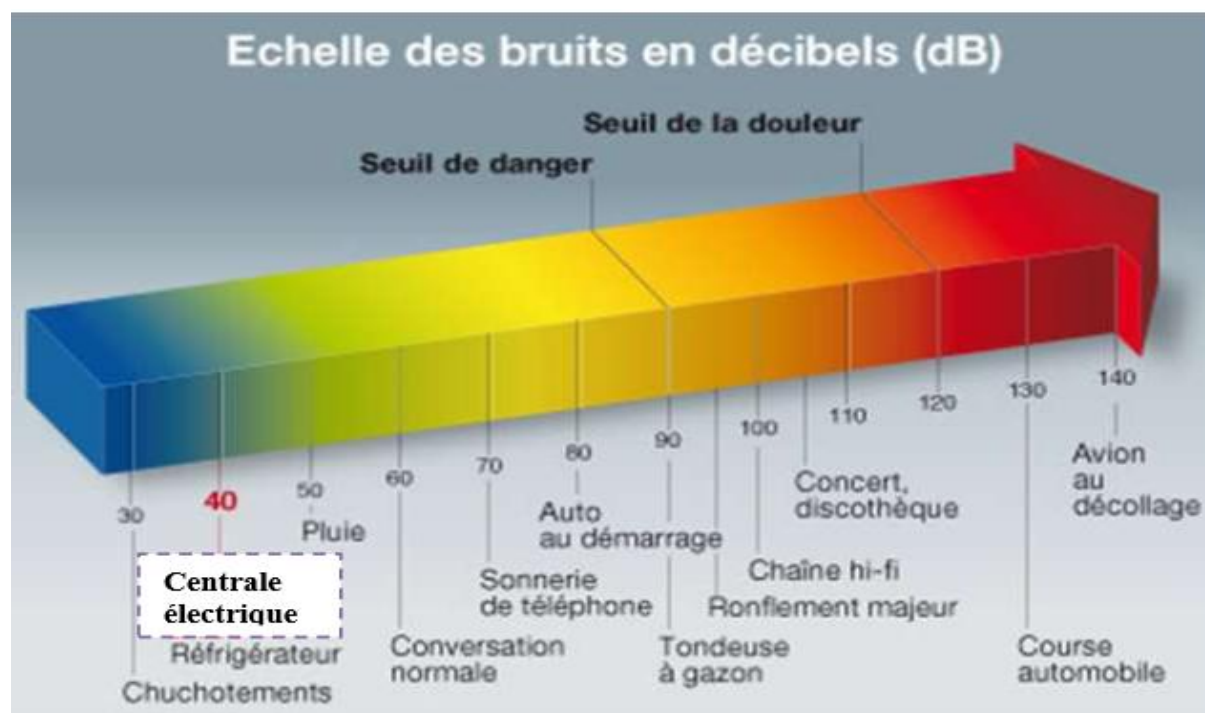
Tableau IV.2 : Quelques exemples de niveau sonores.

Source de bruit	Niveau sonore (dBA)
Seuil de perception	0
Chuchotement	30
Intérieure d'une maison	50
Conversation	60
Intérieur d'une voiture	80
Trafic urbain	90
Concert	120
Avion à réaction (à 10m)	150

Dans le monde, une étude détaillée a été faite sur les éventuelles nuisances sonores que la Centrale à cycle combiné pourrait engendrer. Cette analyse a été confiée au bureau.

Pro Acoustics de Baden, une entreprise de consultants spécialisée dans l'étude du bruit des centrales électriques et renommée dans le monde entier.

Les ingénieurs de ce bureau indépendant ont modélisé les niveaux sonores en différents points du territoire de la centrale et les habitants les plus proches. Ils en ont conclu que ce qui suit:

**Figure IV.1 : Échelle des bruits de décibels (dB).**

On remarque que le bruit lors de l'exploitation de la centrale est de 40 dB ce qui est inférieur aux normes algériennes en matière de bruit.

La réglementation Algérienne en matière des émissions de bruit admet en milieu urbain:

(Source: Journal Officiel 93-184) :

Un niveau sonore maximum de 70 décibels (70 dB) en période diurne

Un niveau sonore maximum de 45 décibels (45 dB) en période nocturne.

De même, lors des travaux de chantier, Il est admis qu'il ne faut pas dépasser 80 dB: 8 h/j et 5j/semaine. Selon la fréquence du bruit, la durée d'exposition sera:

6 h/j -----91 dB

3 h/j -----94 dB

30 mn -----Supérieur ou égal à 100 dB

La perturbation sonore pendant le fonctionnement la centrale à cycle combiné est considérée comme moyenne, dont l'intensité est considérée comme moyenne, sur une étendue locale, d'une durée longue, dont l'importance est jugée moyenne pour le personnel travaillant sur le site du projet.

IV.3.3 Emission à la cheminée

Les émissions atmosphériques sont considérées de deux façons pour évaluer l'acceptabilité environnementale d'un projet: on considère d'abord les émissions proprement dites, pour vérifier leur conformité à la réglementation en vigueur et à la réglementation proposée, puis on évalue l'effet de ces émissions sur la qualité de l'air ambiant pour déterminer le respect des critères de qualité de l'air.

IV.3.3.1 Emission à la cheminée

Les émissions atmosphériques de la centrale seront essentiellement composées des gaz d'échappements provenant des turbines à gaz et des brûleurs d'appoint des chaudières de récupération. Ces gaz, produits d'une combustion complète du gaz naturel, seront composés d'azote, d'oxygène, de vapeur d'eau, de dioxyde de carbone et d'argon, et en très faible

quantité (moins de 0,001 %), de monoxyde de carbone (CO), d'oxydes d'azote (NOx), d'oxydes de soufre (SOx), de matières particulaires (MP) et de composés organiques volatils (COV).

L'air ambiant de la région de Ras-Djinet est caractérisée par une concentration de poussières de 10 mg /m3 dont le diamètre moyen de ses particules est compris entre 0,1 et 50 microns.

Ces concentrations de poussières ont un effet corrosif et érosif et d'encrassement sur les équipements et matériels. (Prévision d'un système de filtration adéquat).

Pour contrôler les émissions atmosphériques, le constructeur prévoit utiliser des turbines munies de chambres de combustion à faible dégagement d'oxyde d'azote (Dry Low Nox) qui réduiront les émissions de NOx à moins de 9 ppmv (parties par million n volume). Ce type de bruleur permet aussi de réduire les émissions de CO et de composés organiques par rapport aux bruleurs conventionnels, par la suite, les émissions seront épurées par des unités de réduction catalytique sélective (SCR) à injection d'ammoniac en solution permettant d'abaisser la concentration de NOx à moins 4 ppmv. Le système de traitement des NOx ajoutera aux émissions des traces d'ammoniac (NH3) de même que des traces d'acide sulfurique (H2SO4).

L'analyse des prévisions de constructeur de projet nous laisse prévoir que des émissions respecteront les normes du Règlement sur la qualité de l'atmosphère sur les matières particulaires, les oxydes d'azote et le monoxyde de carbone.

En absence de valeurs limites des rejets atmosphériques définies par la réglementation algérienne, les valeurs limites des émissions atmosphériques (CO ; NOx ; SO2) à prendre en considération et à respecter par le constructeur sont comme suit :

IV.3.3.2 Emission de dioxyde de soufre SO₂

Tableau IV.3 : Donne les valeurs limites d'émission à respecter pour le dioxyde de soufre en fonction de l'état du combustible utilisé

Type de combustible	valeurs limites (mg / Nm ³)
Combustible gazeux en général	35
Gaz liquéfié	5
Gaz à faible valeur calorifique Provenant de la gazéification de résidus De raffineries, gaz de fours à coke, gaz de hauts fourneaux	800

IV.3.3.3 Emission des oxydes d'azote NO_x

Tableau IV.4 : Donne les valeurs limites d'émission d'oxydes d'azote (NO_x) en fonction.

TYPE DE COMBUSTIBLE UTILISE	VALEURS LIMITES (mg / Nm ³)
Solide en général	650
Solide d'une teneur en volatiles < 10%	1300
Liquide	120
Gazeux (à 15 % d'O ₂)	75

Afin de réduire la pollution par les oxydes d'azote, le Constructeur est tenu d'utiliser l'un des procédés suivants :

- La combustion en chambres sèches (dites Bas NO_x) permettant de limiter à 50mg/Nm³, les émissions de NO_x en fonctionnement au gaz naturel.
- L'injection de vapeur dans les chambres de combustion des turbines à gaz.
- L'injection d'eau déminéralisée dans les chambres de combustion des turbines à gaz

IV.3.3.4 Emission des Oxydes de carbone CO

Tableau IV.5 : Donne les valeurs limites d'émission d'oxydes de Carbone (CO) en fonction de la nature du combustible.

TYPE DE COMBUSTIBLE UTILISE	VALEURS LIMITES (mg / Nm ³)
Solide, Liquide, Gazeux	25

IV.3.3.5 Emission de poussières

Tableau IV.6 : Les valeurs limitent d'émission des poussières.

Type de combustible	Puissance thermique (MW)	Valeurs limites (mg / Nm ³)
Solide	≥ 500	50
	< 500	100
Liquide	Toutes les installations	50
Gazeux	Toutes les installations	5 en général 10 pour les gaz des hauts hauts fourneaux 50 pour les gaz sidérurgiques

Alors le constructeur de projet s'est engagé à respecter les normes ci-dessus.

La surveillance environnementale en exploitation de la centrale de Ras Djinet comprendra les mesures suivantes :

- Les cheminées des chaudières de récupération seront équipées de systèmes de mesure en continu de l'oxygène, des oxydes d'azote, du monoxyde de carbone et de l'ammoniac.

Un échantillonnage annuel de ces paramètres, ainsi que les matières particulaires, sera effectué pour valider le fonctionnement des appareils de mesure en continu. Par ailleurs, lors

des deux premières années d'exploitation de la centrale, une caractérisation des COV devra être effectuée.

IV.3.4 La qualité de l'air ambiant

À l'aide d'un modèle informatique, le constructeur de projet devra évaluer les concentrations résulteraient de la dispersion des émissions de la centrale dans l'air ambiant. Ces concentrations sont additionnées à celles préexistantes, et est comparé aux critères de la qualité de l'air prescrit au niveau du cahier des charges du projet. En effet, pour la plupart des contaminants, les résultats qui seront obtenus sont de très inférieures aux normes et aux critères d'air ambiant afin de protéger la santé humaine et à minimiser les nuisances ainsi que les effets sur les écosystèmes.

Outre la production de gaz à effet de serre, la principale problématique atmosphérique associée au projet de la centrale de Ras Djinet est celle du smog urbain, le smog est formé par la combinaison de particules fines (de taille inférieure à 2,5 microns) et d'azone(O₃).

L'ozone, à son tour, est formé par la combinaison d'oxydes d'azote (NO_x) et les composés organiques volatils(COV), qui sont tous deux des produits de combustion. On considère que les particules fines, les NO_x et Les COV sont des précurseurs du smog urbain.

On suggère au promoteur du projet d'installer au niveau de la centrale une petite station de mesure en continu des particules fines de taille inférieure à 2,5 microns, de manière à mieux définir les niveaux ambiants de ces particules ainsi que la contribution de la centrale.

En effet, les dimensions de la cheminée (hauteur et diamètre) et la vitesse élevée de l'échappement vont permettre de :

- Favoriser la dispersion des polluants dans les hautes atmosphères,
- Diminuer les retombées au sol des différents polluants émis tels que NO₂, SO₂, CO et CO₂ et poussière,
- Éloigner les retombées de la proximité immédiate de la centrale vers des zones plus éloignées. Les molécules de polluant ainsi dispersées subissent, au contact de l'oxygène de l'air, de changements dans leur composition chimique, ce qui constitue une autoépuration naturelle avant que les polluants résiduels atteignent le sol.

Nous pouvons confirmer dans le cadre de cette étude que les dégagements atmosphériques de cette centrale électrique de Ras Djinet ne présentent aucune menace ni sur la santé, ni sur l'environnement et ils ne dépassent pas les normes algérienne et internationales en matières des rejets atmosphériques.

La pollution de l'air pendant le fonctionnement de la centrale électrique à cycle combiné de Ras djinet est considérée comme moyenne, dont l'intensité est considérée comme moyenne, sur une étendue locale, d'une durée longue, dont l'importance est jugée moyenne pour le personnel travaillant sur le site du projet et le voisinage immédiat de la centrale.

IV.3.5 Impacts sur l'environnement marin

Sont les impacts sur la flore marine provoqués par les différents rejets de (saumure, eau de refroidissement et de nettoyage des filtres et membranes...etc)

Pendant l'exploitation, un mélange de saumure, d'eau de refroidissement, d'effluents de lavage des filtres et membranes sera rejeté par le canal de rejet proposé. Le débit de rejet opérationnel soit environ 7 080 m³/j. Il n'existe aucune norme algérienne ni de Banque Mondiale en ce qui concerne le rejet de matières en suspension dans le milieu marin.

Le fonctionnement des 4 pompes de la prise d'eau affecteront dans une certaine mesure essentiellement les espèces planctoniques, et très peu les espèces nageuses telle que les poissons.

Pour les rejets eaux de saumure, eaux de mer de refroidissement, eaux usée, il est prévu dans l'exploitation de la centrale de la mise en place de traitement internes pour atténuer l'impact de ces eaux sur le milieu marin. De plus l'effet tampon des eaux marines atténuera les impacts des rejets; en effet, la zone marine de Cap Djinet se caractérise par un important hydrodynamisme (houle, courant) qui favorisera la dispersion et la dilution de ces eaux de rejets.

La zone marine concernée par le projet est un milieu marin très ouvert à fort hydrodynamisme, état qui ne permettra pas éventuellement un effet cumulatif des impacts de la centrale sur l'environnement marin (rejets d'eaux de mer à forte température).

Les effets ou les impacts de l'extension de la centrale électrique se limiteront à la zone très restreinte où débouche le rejet de la centrale; ces impacts restent confinés au milieu

délimité par l'ouvrage de protection. En plus, l'étude marine a révélé que le site d'étude est écologiquement classique de type peuplement de sables.

L'inventaire faunistique des fonds côtiers prospectés à Cap Djinet ne met pas en évidence la présence d'un cortège d'espèces considérées comme «espèces à statut» au niveau méditerranéen. Ce constat témoigne de la faible valeur patrimoniale de la zone d'étude.

Il est aussi permis d'apporter les éléments d'informations suivants, qui nous semblent important :

- Toutes ces espèces ne rencontrent pas de problèmes sur la côte algérienne, et sont des espèces communes et abondantes.
- Aucune des espèces identifiées ne figure sur la liste des espèces animales protégées en Algérie.

Vu les mesures et le respect de la réglementation algérienne et mondiale en matière de normes de rejet, l'impact sur l'environnement marin lors de la phase exploitation de la future centrale à cycle combiné est jugé comme faible, d'une perturbation faible, dont l'intensité est considérée comme faible, sur une étendue ponctuelle, d'une durée longue, dont l'importance est faible.

IV.3.6 Impact lié à la sécurité des installations

IV.3.6.1 Gestion des risques

Depuis que les projets industriels sont assujettis à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement, le ministre MATET a développé une règle de conduite sur ses exigences au décret exécutif n°06-198 définit la réglementation des installations classées et indique que les dites installations exigent la réalisation d'une EIE dans le cadre du processus d'autorisation et l'étude de danger ainsi que PII.

IV.3.6.2 Analyses des risques technologie

La démarche d'analyse des risques technologiques vise à identifier les accidents susceptibles de se produire sur le site industriel, étant donné les matières dangereuses présentes et les procédés utilisés, et qui pourraient avoir des conséquences hors site. Cet exercice permet d'estimer la probabilité et les conséquences de ces accidents et de planifier les mesures d'urgence nécessaires.

Parfois, l'analyse permet de déceler des accidents aux effets si importants que la conception du projet doit être révisée afin de réduire les risques, pour le projet de la centrale à cycle combiné de Ras Djinet, deux matières dangereuses seront considérées dans l'analyse de risques: le gaz naturel et l'ammoniac.

IV.3.7 Impacts lié aux déchets solides

Les déchets solides générés lors de l'exploitation de la future centrale à cycle combiné sont:

- Petits emballages (en carton, métalliques, plastique, ...),
- Chiffons huileux,
- Ferrailles, pièces de machines cassées et rouillées,
- Divers déchets domestiques.

A signaler que la centrale à cycle combiné de la commune de djinet va génère des déchets spéciaux.

Les déchets solides génèrent sur le site de la centrale à cycle combiné lors d'exploitation sont de perturbation faible, dont l'intensité est considérée comme faible, sur une étendue locale, d'une durée longue, dont l'importance est faible.

IV.3.8 Impacts socio-économiques

IV.3.8.1 Impacts économiques

Sur le plan socio-économique, la réalisation de ce projet s'inscrit dans la stratégie nationale de production de l'énergie électrique à fin de satisfaire les besoins continus de ce produit stratégique.

Le choix du site de la centrale représente une bonne opportunité pour l'économie nationale en matière de réduction du coût du projet ainsi que sur le plan environnemental.

En effet le choix du site particulier de la centrale permet de bénéficier des avantages relatifs à l'exploitation et à la valorisation du site et des équipements et infrastructures de la centrale (existence de réseaux, possibilités de raccordements, ...). Ces avantages sont de nature à optimiser les investissements à consentir

IV.3.8.2 Impacts sur l'emploi

La centrale à cycle combiné aura besoins d'une main d'œuvres qualifiés composés de 531 personnes pendant la phase de construction, par contre le nombre d'emplois pendant la phase d'exploitation est inconnu à l'heure actuelle.

Par ailleurs, on estime que pour les deux phases du projet il y'aura d'autres effets indirects sur l'emploi qui sont attendus et qui concernent tous les travaux de prestations de services assurés par d'autres opérateurs dont leur effectif ne peut être déterminée avec exactitude.

Parmi ces travaux on peut citer : les travaux de préparation des tonnes d'acier dont elle aura besoin la centrale, la préparation de la charpente, la partie électrique, les tableaux d'e commande, les constructions métalliques, la tuyauterie, la soudure, le montage, les traitements de surface, ...etc.

Toutes ces prestations vont se traduire par des appels d'emploi qui seront exécutés en dehors du projet. Il y'aura d'autres qualifications qui vont travailler indirectement pour satisfaire les besoins du projet en différentes composantes, ces qualifications seront soit d'origine locale (algérien), soit d'origine étrangère. [28].

IV.4 Conclusion:

L'Algérie est signataire d'un certain nombre de conventions internationales et régionales pour la protection de l'environnement

Cette étude d'impact sur l'environnement a été entreprise en se référant à la législation, aux normes et aux directives algériennes pour la protection de l'environnement qui concernent directement le projet relatif à la réalisation et l'exploitation de la nouvelle centrale à cycle combiné de Cap Djinet.

Conclusion Générale

Les émissions atmosphériques sont considérées de deux façons pour évaluer l'acceptabilité environnementale d'un projet : on considère d'abord les émissions proprement dites, pour vérifier leur conformité à la réglementation en vigueur et à la réglementation proposée, puis on évalue l'effet de ces émissions sur la qualité de l'air ambiant pour déterminer le respect des critères de qualité de l'air.

Les émissions atmosphériques de la centrale sont essentiellement composées des gaz d'échappements provenant des turbines à gaz et des brûleurs d'appoint des chaudières de récupération. Ces gaz, produits d'une combustion complète du gaz naturel, sont composés d'azote, d'oxygène, de vapeur d'eau, de dioxyde de carbone et d'argon, et en très faible quantité (moins de 0,001 %), de monoxyde de carbone (CO), d'oxydes d'azote (NOx), d'oxydes de soufre (SOx), de matières particulaires (MP) et de composés organiques volatils (COV).

L'air ambiant de la région de Ras-Djinet est caractérisée par une concentration de poussières de 10 mg /m³ dont le diamètre moyen de ses particules est compris entre 0,1 et 50 microns. Ces concentrations de poussières ont un effet corrosif et érosif et d'encrassement sur les équipements et matériels. (Prévision d'un système de filtration adéquat).

Pour contrôler les émissions atmosphériques, la centrale utilise des turbines munies de chambres de combustion à faible dégagement d'oxyde d'azote (Dry Low Nox) qui réduiront les émissions de NOx à moins de 9 ppmv (parties par million n volume). Ce type de brûleur permet aussi de réduire les émissions de CO et de composés organiques par rapport aux brûleurs conventionnels, par la suite, les émissions seront épurées par des unités de réduction catalytique sélective (SCR) à injection d'ammoniac en solution permettant d'abaisser la concentration de NOx à moins 4 ppmv. Le système de traitement des NOx ajoutera aux émissions des traces d'ammoniac (NH₃) de même que des traces d'acide sulfurique (H₂SO₄).

Pendant l'exploitation, un mélange de saumure, d'eau de refroidissement, d'effluents de lavage des filtres et membranes sera rejeté par le canal de rejet proposé. Le débit de rejet opérationnel soit environ 7 080 m³/j. Il n'existe aucune norme algérienne ni de Banque Mondiale en ce qui concerne le rejet de matières en suspension dans le milieu marin.

Conclusion générale

Le fonctionnement des 4 pompes de la prise d'eau affecteront dans une certaine mesure essentiellement les espèces planctoniques, et très peu les espèces nageuses telle que les poissons.

Pour les rejets eaux de saumure, eaux de mer de refroidissement, eaux usée, il est prévu dans l'exploitation de la centrale de la mise en place de traitement internes pour atténuer l'impact de ces eaux sur le milieu marin. De plus l'effet tampon des eaux marines atténuera les impacts des rejets; en effet, la zone marine de Cap Djinet se caractérise par un important hydrodynamisme (houle, courant) qui favorisera la dispersion et la dilution de ces eaux de rejets. La zone marine concernée par le projet est un milieu marin très ouvert à fort

Hydrodynamisme, état qui ne permettra pas éventuellement un effet cumulatif des impacts de la centrale sur l'environnement marin (rejets d'eaux de mer à forte température).

LES ANNEXES

Les Annexes

❖ Normes environnementales

- **Pollution aquatique:**

La pollution aquatique est définie dans la loi n° 03-10 comme tous les déversements ou rejets directs ou indirects, ou tout matériau risquant de provoquer ou d'augmenter la dégradation de l'eau en modifiant ses caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques.

Les normes de rejet pour les effluents des procédés industriels sont définies dans le décret n°06-141.

Les permis de rejet pour les effluents industriels sont établis dans le respect des Articles 4-14 du décret n° 06-141, qui appliquent les dispositions de la Loi n° 03-10. (Voir table ci dessous)

Tableau 1: Décret exécutif n° 06 -141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels

N°	Paramètres	Unité	Valeurs Limites	Tolérances aux valeurs limites Anciennes Installations
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	mg/l	30	40
5	Phosphore total	mg/l	10	15
6	DCO	mg/l	120	130
7	DBO ₅	mg/l	35	40
8	Aluminium	mg/l	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulable	mg/l	0,005	0,01
10	Cyanures	mg/l	0,1	0,15
11	Fluor et composés	mg/l	15	20
12	Indice de phénols	mg/l	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	mg/l	10	15
14	Huiles et Graisses	mg/l	20	30
15	Cadmium	mg/l	0,2	0,25
16	Cuivre total	mg/l	0,5	1
17	Mercure total	mg/l	0,01	0,05
18	Plomb total	mg/l	0,5	0,75
19	Chrome Total	mg/l	0,5	0,75
20	Étain total	mg/l	2	2,5
21	Manganèse	mg/l	1	1,5
22	Nickel total	mg/l	0,5	0,75
23	Zinc total	mg/l	3	5
24	Fer	mg/l	3	5

Le décret exécutif n°09-209 du 11 juin 2009 fixant les valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration. (Voir tableau ci-dessous).

Tableau 2: limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées

Paramètres	Valeurs limites maximales (mg/l)
Azote global	150
Aluminium	5
Argent	0,1
Arsenic	0,1
Béryllium	0,05
Cadmium	0,1
Chlore	3
Chrome trivalent	2
Chrome hexavalent	0,1
Chromates	2
Cuivre	1
Cobalt	2
Cyanure	0,1
Demande biochimique en oxygène «DBO5»	500
Demande chimique en Oxygène «DCO»	1000
Etain	0,1
Fer	1
Fluorures	10
Hydrocarbures totaux	10
Matières en suspension	600
Magnésium	300
Mercure	0,01
Nickel	2
Nitrates	0,1
Phosphore total	0,1
Phénol	1
Plomb	0,5
Sulfures	1
Sulfates	400
Zinc et composés	2

La nécessité de respecter la législation algérienne en matière de rejet à l'effluent et, le cas échéant, des organisations de financement comme l'OPIC (Banque Mondiale), devrait conduire à l'atténuation d'un certain nombre d'impacts négatifs pour la qualité de l'eau. (Voir tableau ci-dessous).

Tableau3: Normes de rejet à l'effluent selon directives IFC (Général environnemental guidelines)

N°	Paramètres	Unité	Valeurs Limites
1	Température	°C	30
2	PH	-	6 - 9
3	MES	mg/l	50
4	Azote Kjeldahl	mg/l	30
5	Phosphore total	mg/l	10
6	DCO	mg/l	250
7	DBO ₅	mg/l	50
8	Aluminium	mg/l	10
9	Ammoniac	mg/l	10
10	Cyanures	mg/l	0,1
11	Fluor et composés	mg/l	20
12	Indice de phénols	mg/l	0,5
13	Hydrocarbures totaux	mg/l	10
14	Huiles et Graisses	mg/l	10
15	Cadmium	mg/l	0,1
16	Cuivre total	mg/l	0,5
17	Mercure total	mg/l	0,01
18	Plomb total	mg/l	0,1
19	Chrome Total	mg/l	0,5
20	Etain total	mg/l	2
21	Manganèse	mg/l	1
22	Nickel total	mg/l	0,5
23	Zinc total	mg/l	2,5
24	Fer	mg/l	3,5

- **Qualité de l'air :**

Il y a eu plusieurs décrets algériens portant sur les normes ou les directives en matière de qualité de l'air ambiant. Il y a le décret 2000-73 et le décret 93-165. Le décret 93-165 définit les émissions atmosphériques (la fumée, le gaz, la poussière, les odeurs et les particules solides), et le décret exécutif n°06-02 du 7 janvier 2006 définissant les valeurs limites, les seuils d'alerte et les objectifs de qualité de l'air en cas de pollution atmosphérique.

Ce dernier décret indique dans son article 6, les valeurs limites ainsi que les objectifs de qualité de l'air fixés comme suit: voir tableau ci-après

Tableau 4: Valeurs limites et objectifs de qualité de l'air

Polluant	Objectif de qualité micro grammes/ Nm3	Valeur limite micro grammes/ Nm3
Dioxyde d'azote	135	200
Dioxyde de soufre	150	350
Ozone	110	200
Particules fines en suspension	50	80

Tableau 5: Seuils d'information et d'alerte

Polluant	Seuil d'information micro grammes/ Nm3	Seuil d'alerte micro grammes/ Nm3
Dioxyde d'azote	400	600
Dioxyde de soufre	350	600
Ozone	180	360

Décret exécutif n°06 138 du 15 avril 2006 réglementant l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle

Tableau 6: Décret 93-184 (Article 2 et 3) : Niveaux sonores maximaux admissibles

Zones	6 heures à 22 heures	22 heures à 6 heures
Zone I : Zones habitées et routes	70	45
Zone II : Hôpitaux établissements d'enseignement, zone de repos	45	40

Tableau 7:: Niveaux de bruit ambiant

Récepteur	Équivalent log maximal admissible (mesures horaires) en dB (A)	
Résidentiel, institutionnel Éducatif	Jour (07:00-22 :00)	Nuit (22 :00-07 :00)
	55	45
Industriel, commercial	70	70

(Sources: Banque Mondiale 1998)

Les Références

- [1] J. clande, "Histoire de l'électricité de thales à la consommation de 21eme siècle " *encyclopédie de l'énergie*, 2015consulte en 2019.
- [2] G. POOVER, "CCGT plants in algeria " *plants Around the world*, 2013.
- [3] T. siham, "optimosation du cout de prouduction des groupes thermiques sous l'effet des changement climatiques ", université saida, 2016-2017.
- [4] www.hydroquebec.com.
- [5] H. Riad, "suivi de dessalment de l'eau de mer par le procédé multi stage flash MSF: centrale thermique de Cap Djinet ", boumedes, 2016-2017.
- [6] www.univ-saida.dz.
- [7] A. sarl, "ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE Réalisation d'une Centrale cycle combiné de 1131 MW Ras Djinet
" Document Interne de la central2013.
- [8] k. M. hamza. kemech "Gestion de la saumure de dessalement- cas de la station de Cap-Djinet-(W)-Boumerdes," master, Université de boumerdes, 2017.
- [9] N. Himmi, M. Fekhaoui, A. Foutlane, and H. Bourchic, "El mmaroufy M, Benazzout T, Hasnaoui M (2003)," *Relazione plankton-parametri fisici chimici in un bacino dimaturazione (laguna mista Beni Slimane–Morocco. Rivista Di Idrobiologia. Universitadegli studi di perugia, Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia laboratorio Di Idrobiologia "GB Grassi" pp. 110-111.*
- [10] A. .sarl, "ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE Réalisation d'une Centrale cycle combiné de 1131 MW Ras Djinet
" 2013.
- [11] R. J. (2009), *L'analyse de l'eau .9eme édition*© Dunod, Paris, 2009. ISBN 978-2-10-054179-9. 1526p., 2009.
- [12] M. A. (2006), *dessalement de l'eau de mer et des eaux saumates 2 eme édition* ,TEC &doc.286p, 2006.
- [13] Y. Mandri, "Étude paramétrique du procédé de dessalement de l'eau de mer par congélation sur paroi froide.," thèse doctorat, génie des proédés, claud bernard lyonl, n° d'ordre :CT12, 2011.
- [14] M. Djamel-Eddine, "utilisation des énergie renouvelable dans le dessalment : cas de l'Algérie," thèse doctorat, génie mécanique, Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, 2015.
- [15] M. S. e. l. AISSAOUI, "Etude paramétrique pour le dimensionnement du diffuseur

de saumure de la méga station de dessalement de Magtâa," fin d'études, Ecole

Nationale Polytechnique, , 2016.

- [16] A. Maurel, *Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce*: Éditions Tec & Doc, 2001.
- [17] C. TANSAKUL, "Procédés hybrides à membranes pour le prétraitement d'eau de mer avant dessalement par osmose inverse," doctorat, L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE, 2009.
- [18] A. Belkacem, "Modélisation et simulation de système de dessalement d'eau de mer par osmose inverse et énergie renouvelables," DOCTORAT, génie procédés, abdelhamid ibn badis MOSTAGANEM, 2012.
- [19] A. K. A. KARA OMAR*, "DESSALEMENT DE L'EAU DE MER ET IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX : CAS DE LA STATION D'EL-MACTAÂ," 2017.
- [20] S. Plantier, "Procédé de prétraitement d'eau de mer avant osmose interne en présence d'efflorescences algales," Ecole centrale de Nantes, 2013.
- [21] T. Zakaria, "Études, Analyses et Optimisation de la Consommation Énergétique des Unités de Dessalement pour les Sites Isolés," THÈSE pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Spécialité: Génie ..., 2014.
- [22] B. CHENAOUÏ, "Dessalement station de l'eau de mer à la station de MAINIS et son impact sur l'environnement," *Séminaire Ouargla. Université de Chleff*, 2010.
- [23] A. Arzate, "Procédés de séparation membranaire et leur application dans l'industrie alimentaire," *Revue de littérature. Entre de recherche, de développement et de transfert technologique acéricole. Canada*, 2008.
- [24] B. F. Zohra, "Etude sur le procédé d'osmose inverse pour le dessalement des eaux faiblement saumâtres," MASTER, UNIVERSITE ABOUBAKR BELKAÏD - TLEMCEEN, 2013.
- [25] A. ATALLAH, "PROCEDE DE DESSALMENT ET QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU DESSALEE PAR LA STATION DE DESSALEMENT DE L'EAU DE MER DE HONAINE," master, DEPARTEMENT DE BIOLOGIE, TLEMCEEN, 2014.
- [26] M. MONNOT, "conception d'une filière intensifiée par membrane pour le dessalement autonome d'eau de mer : étude du prétraitement et de son effet sur biocolmatage," doctorat, génie procédés, de l'université de toulouse, lundi 14 décembre 2015.
- [27] S. Asma, "« étude d'impact environnementale Réalisation d'une Centrale à cycle combiné de 1131MW Ras Djinet .", document interne 22 mai 2012
- [28] Tesco, "Etude d'impact sur l'Environnement –Centrale électrique," Octobre 2020

