

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté de Technologie
Département Génie des
Procédés



MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES
En vue de l'obtention du Diplôme de
MASTER II Filière : GENIE DES
PROCEDES
OPTION : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

THEME

**Contribution à la réalisation d'une étude d'impact
environnemental pour le forage exploration
(périmètre Rezkellah)**

Présenté par : BENTALEB BESMA & SABI IMANE

ENCADREUR : Mme SEFIA.S

Président : Mrs HADADOU.S - MAITRE -ASSISTANT

Examineur : Mrs. AMITOCHE .M-MAITRE-ASSISTANT

Promoteur : Mrs. BALOUL.H-MAITRE-ASSISTANT

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020- 2021

Remerciement:

Nous tenons tout d'abord à remercier le bon dieu qui nous a donné la santé et le courage pour accomplir ce travail.

Nous ne pouvons pas oublier de présenter notre gratitude à nos parents pour leur patience et les efforts inlassables qu'ils ne cessent de déployer pour nous.

Nos vifs remerciements vont à notre promoteur Mrs BALOUL. H pour le suivi de notre projet.

Un remerciement particulier à Mme SIFIA.S et Mrs KADA .M encadreurs de SONATRACH (division exploration), pour l'aide le courage et conseils qu'ils nous ont fourni pour terminer ce modeste travail.

Sans oublier d'exprimer notre vive reconnaissance aux cadres du département HSE pour leurs suivis et leurs conseils instructifs et précieux et pour tout le savoir qu'on acquis grâce à eux durant notre formation.

Nous remercions également les membres du jury qui nous font honneur en acceptant d'examiner et juger notre travail.

Enfin pour tous ceux qui ont contribues a l'aboutissement de ce travail trouvent ici l'expression de notre sincère gratitude et nos remerciement les plus sincères.

Dédicace:

Au nom d'ALLAH, le très miséricordieux

Je remercie Allah le tout puissant, clément et miséricordieux de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire يا قيوم

Je dédie ce modeste travail à :

*Celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à **ma mère**.*

*A mon héros **mon père**, écolier de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et me protéger.*

Sont les moindres sentiments que je puisse vous témoigner .Quoi que je fasse, je ne pourrais jamais vous récompenser pour les grands sacrifices que vous avez faites et continuez de faire pour moi.

*A mes meilleurs sœurs **hassiba** et **fouzia** ,a mon chère frère **nassim** a mon chère neveu **SIF Eddine** et ma chère niece **Lilia** et mon beau-frère **Yacine** Et*

A tous mes chères amis .

*son oublier mon binôme **Imane** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

Dédicace:

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :

*A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoir, à la source d'amour, à ma très chère mère **Zakia**.*

Aucune dédicace très chère maman, ne pourrait exprimer la profondeur des sentiments que j'éprouve pour toi , tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours.

*A mon père **Merzak** , mon support dans ma vie, qui m'a appris, ma supporté et ma dirigé vers la gloire.*

*A mon mari **Mehdi**, Tu m'as toujours encouragé, incité a faire de mon mieux, ton soutien m'as permis de réaliser le rêve tant attendu.*

Je te dédie ce travail avec mes vœux de réussite, de prospérité et de bonheur.

***A mon grand-père Ali et ma chère grande mère Zineb**, pour vos attentions particulières, vos prières et votre amour inconditionnel.*

Merci pour tout et que Dieu vous donne bonne santé et longue vie

***A mon beau père Djilali et ma belle-mère Naima** pour vos conseils et votre soutien moral.*

*A mes chères sœurs **Houda et Lyna***

*A mes chers frères **Rahim, Mhammed et Abd el nacer***

*A mon beau-frère **Mohammed***

*A mes chères cousines **Roumeissa et Meriem**, et tous mes amis que j'ai connu jusqu'à maintenant*

*son oublier mon binôme **Besma** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

Résumé:

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement, pour le compte de la Division Exploration/Activité Exploration & Production Sonatrach, relative au projet d'un forage Azrafil Est-1 (AZRE-1) situé dans le bassin de Reggane dans le périmètre de REZKELLAH (Bloc 334)

Dans le but de collecter les données qui alimentent l'étude de l'état initial de l'environnement et l'analyse des impacts du projet sur l'environnement, une mission de terrain est nécessaire d'effectuer une mission de terrain sur le périmètre en question.

Vu la conjoncture sanitaire liée à la pandémie COVID-19 a perturbé le programme de la réalisation de la sortie de terrain.

En se basant sur les cartes préparées et les contacts collectés, la mission de terrain programmée allée s'articulée autour des axes suivants :

- Visite de l'équipe du contractant de l'ENTP (Appareil TP158), afin de comprendre le forage exploration.
- Collecte des données actualisées auprès des Directions de la Wilaya concernée, à savoir : Direction des forêts, Direction des ressources en eau, Direction de Tourisme, Direction de l'Agriculture, Direction de l'environnement, Direction de planification, Direction de l'industrie. L'interlocuteur principal été la Direction de l'énergie de chaque Wilaya.
- Caractérisation des sites intégrés dans le périmètre d'étude :
 - Prise des photos
 - Echanges éventuels avec les responsables des régions et les sociétés civiles sur la vulnérabilité des sites.
 - Identification des coordonnées géographiques des points éventuellement sensibles aux activités du projet.

Enfin, une identification des aspects/impacts environnementaux liés au projet a été établit afin d'évaluer les impacts du projet sur l'environnement et de proposer des mesures d'atténuation nécessaires.

Ce dernier ne présente pas de risques, l'impact négatif de la phase des travaux sur le milieu physique, biologique et socio-économique est jugé mineur, et n'affecteront pas l'environnement da manière importante, à cause de la faible présence du milieu biologique , la nature du milieu physique (désertique) et la durée des travaux , donc les risques environnementaux sont maitriser .

Abstract:

This work is part of the performance of an environmental impact study, on behalf of the Exploration Division / Exploration & Production Activity Sonatrach, relating to the Azrafil Est-1 drilling project (AZRE-1) located in the Reggane basin in the perimeter of REZKELLAH (Block 334).

In order to collect the data that feeds the study of the initial state of the environment and the analysis of the impacts of the project on the environment, a field mission is necessary to carry out a train mission on the perimeter. in question.

Considering the health situation linked to the COVID-19 pandemic, disrupted the program for carrying out the field trip.

Based on the maps prepared and the contacts collected, the planned field mission has been structured around the following axes:

- Visit of the ENTP contractor team (Device TP158), in order to understand the exploration drilling.
- Collection of updated data from the Departments of the Wilaya concerned, namely: Forestry Department, Water Resources Department, Tourism Department, Agriculture Department, Environment Department, Planning Department, Department of industry. The main interlocutor was the Energy Department of each Wilaya.
- Characterization of sites integrated into the study scope:
 - Taking pictures
 - Possible exchanges with regional officials and civil societies on the vulnerability of sites.
 - Identification of the geographic coordinates of points potentially sensitive to project activities.

Finally, an identification of the environmental aspects / impacts related to the project was established in order to assess the impacts of the project on the environment and to propose the necessary mitigation measures.

This project does not present any risks, the negative impact of the work phase on the physical, biological and socio-economic environment is minor, and will not significantly affect the environment the facade, biological environment, nature of the physical environment (desert) and the duration of the work, therefore environmental risks are controlled.

ملخص:

هذا العمل هو جزء من أداء دراسة الأثر البيئي ، نيابة عن قسم الاستكشاف / نشاط الاستكشاف والإنتاج في سوناطراك ، فيما يتعلق بمشروع حفر

Azrafil Est-1 (AZRE-1

لواقع في حوض الرقان في محيط رزق الله. (بلوك 334)

من أجل جمع البيانات التي تغذي دراسة الحالة الأولية للبيئة وتحليل آثار المشروع على البيئة، من الضروري القيام بمهمة ميدانية في المحيط المعني.

بالنظر إلى الوضع الصحي المرتبط بوباء كوفيد 19 ، عطل برنامج تنفيذ الرحلة الميدانية.

بناءً على الخرائط التي تم إعدادها وجهات الاتصال التي تم جمعها، تم تنظيم المهمة الميدانية المخططة حول المحاور التالية:

- زيارة فريق المقاول لفهم الحفر الاستكشافي.

- جمع البيانات المحدثة من إدارات الولاية المعنية وهي: إدارة الغابات، إدارة الموارد المائية، إدارة السياحة، إدارة الزراعة ، إدارة البيئة ، إدارة التخطيط ، دائرة الصناعة. المحاور الرئيسي كان دائرة الطاقة في كل ولاية.

- توصيف المواقع المدمجة في نطاق الدراسة:

• التقاط الصور

• تبادل محتمل مع المسؤولين الإقليميين والمجتمعات المدنية حول هشاشة المواقع.

• تحديد الإحداثيات الجغرافية للنقاط التي يحتمل أن تكون حساسة لأنشطة المشروع.

• إلخ.

أخيراً، تم تحديد الجوانب / الآثار البيئية المتعلقة بالمشروع من أجل تقييم آثار المشروع على البيئة واقتراح تدابير التخفيف اللازمة

هذا المشروع لا يمثل أي مخاطر ، والتأثير السلبي لمرحلة العمل على البيئة المادية والبيولوجية والاجتماعية والاقتصادية ضئيل ، ولن يؤثر بشكل كبير على البيئة الواجبة ، البيئة البيولوجية ، طبيعة البيئة المادية (الصحراء) و وبالتالي يتم التحكم في المخاطر البيئية.مدة العمل ،

Liste des figures:

N°	Titre	Page
Chapitre I: Présentation du promoteur du projet Sonatrach :		
/	/	/
Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :		
II.01	Plan de position du périmètre de Razkallah et situation du puits Azre-1	11
II.02	Présentation graphique des températures de la willaya d'Adrar	14
II.03	Présentation graphique d'humidité de la willaya d'Adrar	15
II.04	Présentation graphique de précipitation de la willaya d'Adrar	16
II.05	Présentation graphique de vitesse du vent de la willaya d'Adrar	17
II.06	Limites de La wilaya d'Adrar	18
II.07	Litho stratigraphiques du prospect Azrafil est-1(Azre-1)	21
II.08	Dune a erg chech	26
II.09	Photo aérienne de sebkha	27
II.10	Photo aérienne des oasis du Touat.	28
II.11	SASS (Système Aquifère du Sahara Septentrional) (Source: Aquifer project website)	29
II.12	Délimitation des zones de recharge du Nord-Ouest de l'Afrique.	30
II.13	Aquifère Continental Intercalaire	31
II.14	Les foggaras	35
II.15	Dromadaire	37
II.16	Trace de fennec	37
II.17	Carte de gerboise	49
II.18	Schémas installations de tirs.	50
II.19	Gerboise Bleue (point zéro et le sphinx)	51
II.20	Sujets exposés aux radiations après tirs	53
Chapitre III : Généralité sur les hydrocarbures :		
III.01	Molécule du Gaz Méthane (formule : CH ₄)	58
III.02	La formation des hydrocarbures	60
III.03	Migration et piègeages des hydrocarbures	61
Chapitre IV: Le forage :		
IV.01	Appareil de forage	66
IV.02	Programme de forage	70
IV.03	Différente phases de forage (Tubage en noir, Cimentation en marron)	72
IV.04	Situation du forage Azrafil Est-1 (AZRE-1)	79
IV.05	Station de traitement typique d'hydrocarbures pour la phase test de production du puits	81
IV.06	Schéma fonctionnel d'une unité de Stabilisation Solidification.	87
IV.07	L'unité de Stabilisation – solidification.	88
Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:		
/	/	/
Chapitre VI : Identification des impacts:		

/	/	/
Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts :		
VII .01	Processus d'évaluation des impacts environnementaux	111
Chapitre VIII : Mesures d'atténuation pour les travaux de forage :		
/	/	/
Chapitre IX : Plan de gestion environnementale :		
/	/	/

Liste des tableaux:

N°	Titre	Page
Chapitre I: Présentation du promoteur du projet Sonatrach		
/	/	/
Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :		
II.01	Température moyenne	12
II.02	Température maximale	13
II.03	Température minimale	13
II.04	Humidité	14
II.05	Précipitation	15
II.06	Vitesse du vent	16
II.07	Liste des puits d'eau dans la commune de Reggane	32
II.08	Liste des Foggaras présentes dans la Daïra de Reggane.	35
II.09	Espèces de mammifères sauvages potentiellement présentes dans le périmètre Rezkellah	37
II.10	Espèces de reptiles potentiellement présentes dans la région de Reggane.	40
II.11	Espèces d'Oiseaux potentiellement présentes dans l'aire d'étude.	42
II.12	Végétation présente dans la région de Reggane. (Source : Sahara-nature.com)	43
II.13	Route	46
II.14	Santé	46
II.15	Tirs aérien effectués à Reggane	49
Chapitre III : Généralité sur les hydrocarbures :		
/	/	/
Chapitre IV: Le forage :		
IV.01	Forage et cuvelage	71
IV.02	Programme boue de forage	78
IV.03	Décompte kilométrique de Hassi Messaoud au puits AZRE-1	80
Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:		
V.01	Les sources d'émissions	92
V.02	Carburants consommés pendant le forage	93
V.03	Estimation des émissions atmosphériques durant le projet	94
V.04	Estimation de quantité de déblais de forage	95
V.05	Les types de déchets solides générés par les activités de forage	98
V.06	Résumé des déchets liquides et décharges – Programme de forage	100
V.07	Bilan total des produits générés du forage et de la phase d'abandon.	101
V.08	Consommation en ressources	102
Chapitre VI : Identification des impacts:		
VI.01	L'identification des aspects environnementaux de différentes activités	104
VI.02	L'identification des impacts environnementaux	107
Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts :		

VII.01	Matrice de détermination de la valeur de la composante	116
VII.02	Matrice de détermination de l'intensité de l'effet environnemental.	117
VII.03	Grille de détermination de l'importance de l'impact.	120
VII.04	Tableau récapitulatif d'évaluations des impacts potentiels négatifs de la phase de forage	131
VII.05	Tableau récapitulatif d'évaluations des impacts potentiels négatifs de la phase de test de production du puits	135
Chapitre VIII : Mesures d'atténuation pour les travaux de forage :		
/	/	/
Chapitre IX : Plan de gestion environnementale :		
IX.01	Bilan de l'estimation des déchets solides durant les travaux de forage	146
IX.02	Bilan de l'estimation des rejets liquides durant les travaux de forage	147

Liste des abréviations :

Abréviation	Définition
"	POUCE
%	Pourcent
AE	Aspect environnemental
BOP	Blow Out Preventers
EIE	Etude d'Impact sur l'Environnement
HSE	Hygiène, Sécurité et Environnement
H	Heure
H	Humidité
km	Kilomètre
L	Litre
OGP	International Association of Oil and Gas Producers
PGE	Plan de Gestion Environnementale
Sonatrach	Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures.
(S/S)	solidification / stabilisation
SASS	Système Aquifère du Sahara Septentrional
T	Température

Table des matières :

Remerciement	/
Dédicace	/
Résumé	/
Abstract	/
ملخص	/
Liste des figures	/
Liste des tableaux	/
Liste des abréviations	/
Introduction générale :	01
Chapitre I: Présentation du promoteur du projet Sonatrach :	04
I/1/Présentation du promoteur du projet Sonatrach	05
I/2/Les Activités de SONATRACH :	06
I/2/1/Activité Exploration-Production	06
I/2/2/Division Exploration (EXP)	06
I/3/Organigramme	07
I/4/Département HSE de la Division Exploration	08
I/5/Cadre réglementaire	08
Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :	10
II/1/Délimitation de la zone d'étude	11
II/2>Description de l'état initial du périmètre et son environnement :	12
II/2/1/Milieus physique :	12
II/2/1/1/Météorologie	12
II/2/1/2/Climatologie	12
II/2/1/3/Les températures	13
II/2/1/4/Humidité	14
II/2/1/5/Précipitation	15
II/2/1/6/Le vent	16

II/2/2/Cadre géologique :	17
II/2/2/1/Aperçu physique et géographique	17
II/2/2/2/Situation géographique du périmètre	19
II/2/3/Généralités sur la région :	19
II/2/3/1/Géologie locale :	20
II/2/3/1/1/La province occidentale	20
II/2/3/1/2/Bassin de Reggane	20
II/2/3/1/3/Stratigraphie de la province occidentale	21
II/2/3/1/4/Stratigraphie du secteur d'étude	22
II/2/3/1/5/Le magmatisme	24
II/2/3/1/6/Tectonique	25
II/2/3/1/7/Géomorphologie et topographie	25
II/2/3/1/8/Hydrogéologie	28
II/2/3/1/9/Le Système Aquifère du Sahara Septentrional	29
II/2/3/1/10/Zone de recharge	30
II/2/3/1/11/Hydrogéologie locale	31
II/2/3/1/12/Les puits (forages) d'eau dans la région d'étude	32
II/2/3/1/13/Les Foggaras dans la région d'étude	32
II/2/3/1/14/Inventaire des Foggaras dans la région de Reggane	32
II/2/3/2/Milieu biologique : description de la faune et la flore à l'échelle locale Faune :	36
II/2/3/2/1/Mammifères	37
II/2/3/2/2/Espèces mammifères protégées	39
II/2/3/2/3/Reptiles	40
II/2/3/2/4/Oiseaux	42
II/2/3/2/5/La flore	43

II/2/3/3/Aperçu socio-économique	45
II/2/3/4/Archéologie et patrimoine	47
II/2/4/Impacts produits par les travaux précédemment exécutés	48
II/3/Programme Gerboise :	48
II/3/1/Les gerboises :	50
II/3/1/1/La gerboise bleue	50
II/3/1/2/Gerboise Blanche	51
II/3/1/3/Gerboise Verte	52
II/3/2/Les normes admissibles	52
II/3/3/Les sujets exposés aux radiations	53
II/4/Etat des lieux impact et mesures des taux de radio activité par le gouvernement algérien :	54
II/4/1/Etat des lieux	54
II/4/2/Mesures prises par le gouvernement algérien en 1999	54
II/4/3/L'impact des essais nucléaire (gerboises)	54
Chapitre III : Généralité sur les hydrocarbures :	56
III/1/ Les hydrocarbures	57
III/2/ Comment se forment les hydrocarbures et la composition du pétrole brut	58
Chapitre IV: Le forage :	63
IV/1/Vue générale sur le forage	64
IV/2/Principe du forage	64
IV/3/Matériel du forage	65
IV/4/Principales composantes de l'appareil de forage	65
IV/5/Moyens et Mesures de sécurité :	66
IV/5/1/Sécurité contre les éruptions	66
IV/5/2/ Matériel de lutte contre l'incendie	67

IV/5/3/Moyens humains et campement	67
IV/5/4/Approvisionnement en eau	67
IV/5/5/Energie	67
IV/6/Programme de forage :	67
IV/6/1/Préparation du site de forage :	67
IV/6/2/Mobilisation des équipements de forage	68
IV/6/3/Installation de campement du personnel	69
IV/7/Travaux de forage	70
IV/8/Section de forage :	71
IV/8/1/Tubage	71
IV/8/2/Cimentation	72
IV/8/3/Les boues de forage	74
IV/9/Programme de surveillance géologique :	78
IV/9/1/Echantillonnage des déblais	78
IV/9/2/Echantillonnage des fluides	79
IV/9/3/Localisation du puits AZRE-1 :	79
IV/9/3/1/Coordonnées d'implantation	80
IV/9/3/2/Itinéraire d'accès au forage AZRE-1	80
IV/9/3/3/Décompte kilométrique	80
IV/9/4/Test de production du puits	80
IV/9/5/L'abandon :	82
IV/9/5/1/Fermeture provisoire/définitive des puits :	82
IV/9/5/2/Fermeture temporaire :	82
IV/9/5/3/Fermeture définitive des puits	82
IV/9/6/Démobilisation et réhabilitation du site	83

IV/9/7/Méthodes de traitement de la boue :	84
IV/9/7/1/Traitement online (mécanique)	84
IV/9/7/2/Traitement offline (la méthode chimique (Solidification / Stabilisation))	85
Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:	89
V/1/ Sources d'émission :	91
V/1/1/Émission atmosphérique	91
V/1/2/Émission sonore	92
V/2/Quantifications des émissions dans l'air du projet	93
V/3/Génération des déchets pour les travaux de forages et la phase d'abandon	94
V/4/Quantifications des déchets solides et liquides résultant des travaux de forage et de phase d'abandon	101
V/5/Utilisation des ressources	101
Chapitre VI : Identification des impacts:	103
VI/1/Identification aspect /impact	104
Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts :	112
VII/1/Méthodologie d'évaluation des impacts	113
VII/2/ Paramètres d'évaluation :	115
VII/2/1/ Intensité de l'impact	115
VII/2/2/Etendue de l'impact	118
VII/2/3/ Durée de l'impact	118
VII/2/4/ Importance de l'impact	119
VII/3/ Analyse des impacts pour les travaux de forage et de test de production du puits :	120
VII/3/1/ Impacts négatifs :	120
VII/3/1/1/ Impacts de la phase forage	120

VII/3/1/2/ Impacts sur le milieu physique Impacts sur la qualité des sols	121
VII/3/1/3/ Impacts sur la géologie	123
VII/3/1/4/ Impacts sur les ressources	123
VII/3/1/5/ Impacts sur la qualité de l'air	124
VII/3/1/6/ Impacts sur le paysage général	124
VII/3/1/7/ Impacts potentiels sur le milieu biologique	125
VII/3/1/8/ Impact des émissions sonores et vibrations sur les animaux	125
VII/3/1/9/ Impacts sur le milieu socio-économique	126
VII/3/1/10/ Impacts potentiels de la phase test de production du puits	126
VII/3/1/11/ Impacts potentiels sur le milieu physique	127
VII/3/1/12/ Impacts sur le paysage naturel dans la zone d'étude	128
VII/3/1/13/ Impacts potentiels sur le milieu biologique	128
VII/3/1/14/ Impacts potentiels socio-économique	129
VII/3/2/ Impacts positifs	130
VII/3/3/Evaluation des principaux impacts négatifs de l'activité de forage	131
Chapitre VIII : Mesures d'atténuation pour les travaux de forage :	137
VIII/1/ Mesures d'atténuation pour les travaux de forage :	138
VIII/1/1/ Mesures d'atténuation pour le milieu physique	138
VIII/1/2/Mesures d'atténuation pour le milieu biologique	140
VIII/1/3/Mesures d'atténuation pour les activités socio-économique	141
VIII/2/Mesures de la phase test de production du puits :	141
VII/2/1/Milieu physique	141
VII/2/2/Milieu biologique	142
VII/2/3/Milieu social et économique	142
Chapitre IX : Plan de gestion environnementale :	143

IX/1/ Plan d'intervention en cas de pollution :	144
IX/1/1/ Prévention des risques	144
IX/1/2/ Lutte contre les déversements	144
IX/1/3/Elaboration du plan d'urgence	145
IX/2/Plan de gestion des déchets :	145
IX/2/1/Présentation des déchets solides générés lors des travaux de forage:	145
IX/2/1/1/Déchets solides :	145
IX/2/1/1/1/Déchets ménagers	145
IX/2/1/1/2/Déblais de forage	146
IX/2/2/ Plan de gestion de déchets solides	146
IX/3/Plan de gestion des sites et sols contaminés	146
IX/4/Plan de gestion des rejets liquides et gazeux :	146
IX/4/1/Présentation des rejets liquides :	146
IX/4/1/1/Rejets liquides générés par les travaux de forage	146
IX/4/1/1/1/Eaux usées sanitaires	147
IX/4/1/1/2/Eaux de lavage	147
IX/4/1/1/3/Huiles usagées	147
IX/4/1/1/4/Eaux des borbiers	147
IX/4/2/Plan de gestion des rejets liquides	147
IX/4/3/Plan de gestion des rejets gazeux :	148
IX/4/3/1/Gaz d'échappement des engins et groupes électrogènes	148
IX/4/3/2/Emissions atmosphériques pendant le test de production du puits	148
IX/5/Programme de surveillance et de suivi des impacts environnementaux	148
IX/6/Plan d'utilisation optimale des ressources naturelles	149
IX/7/Plan de gestion des produits chimiques	149

IX/8/Plan d'information et sensibilisation environnementale	151
IX/9/Programme d'audit environnemental	151
IX/10/Programme d'abandon et de remise en état des lieux	152
Conclusion générale	153
Références bibliographiques	/
Annexes	/

Introduction générale :

Introduction générale:

Ce projet présente le résultat de l'Étude d'Impact Environnemental (EIE) des activités de forage du puits **AZRE-1**, dans le périmètre Rezkellah.

D'une manière générale, L'étude d'impact sur l'environnement, est exigée préalablement à la réalisation d'un projet, et vise la prise en compte des préoccupations environnementales de la collectivité nationale à toutes les phases de réalisation du projet, qui a par son importance ou par ses incidences sur le milieu naturel, peut porter atteinte à ce dernier, ceci afin d'en apprécier les conséquences.

L'EIE est un instrument institué par la loi n° 03-10 du 19 Juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, et du décret exécutif n°07-145 du 19 Mai 2007, détermine le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement et modifié par les deux textes n°18-255 du 29 moharem1440 et n°19-241 du 8 moharem 1441 et le décret exécutif n°08-312 du 05 Octobre 2008, fixant les conditions d'approbation des études d'impact sur l'environnement pour les activités relevant du domaine des hydrocarbures, afin d'assurer une meilleure intégration des considérations environnementales au développement et une meilleure utilisation des ressources et du territoire

Dans le cadre de ses activités d'exploration pétrolière & gazière en Algérie, la Division Exploration de SONATRACH se propose de réaliser une étude d'impact sur l'environnement du projet d'exploration dans le périmètre Rezkellah. Ce projet comporte la réalisation d'un (01) forage Exploration.

Dans le but de collecter les données qui alimentent l'étude de l'état initial de l'environnement et l'analyse des impacts du projet sur l'environnement, une mission de terrain sur le périmètre est nécessaire.

Vu la conjoncture sanitaire, la mission de terrain n'a pas été effectuée de ce fait on s'est basé sur les cartes préparées et les données collectés auprès de la Division Exploration ainsi qu'une recherche bibliographique.

La mission de terrain programmée s'articule autour des axes suivants :

- **Visite de** l'équipe de forage ENTP (Appareil TP 158), afin de comprendre l'opération de forage.

Cette démarche tient compte des préoccupations environnementales et de la réglementation algérienne en vigueur. Des visites des différentes zones concernées par le projet est à effectuer afin d'identifier, d'une part, les caractéristiques générales de la région et des paysages et d'autre part pour déterminer la sensibilité des zones.

- **Collecte des données** actualisées auprès des Directions concernées de la Wilaya de Adrar, à savoir : Direction des forêts, Direction des ressources en eau, Direction de

Introduction générale:

- Tourisme, Direction de l'Agriculture, Direction de l'environnement, Direction de planification, Direction de l'industrie et enfin Direction des mines et énergie.

- **Caractérisation** des sites intégrés dans le périmètre d'étude :

Ces missions visent à caractériser d'une manière détaillée l'état initial du site et d'apprécier le niveau de pollution actuel dans la zone du projet. Les résultats de cette campagne de mesure constitueront un référentiel environnemental initial du site qui servira pour mettre en place les recommandations du plan d'action et pour faire le suivi environnemental.

- Prise des photos**
- Echanges** éventuels avec les responsables des régions et les sociétés civiles sur la vulnérabilité des sites.
- Identification** des coordonnées géographiques des points éventuellement sensibles aux activités du projet. Etc.

Enfin, une identification des aspects et impacts environnementaux liés au projet a été établie afin d'évaluer les impacts du projet sur l'environnement et des mesures d'atténuation nécessaires ont été proposées accompagnées d'un PGE pour le suivi de ces mesures.

Le projet comporte les chapitres suivants :

- Chapitre I : présente d'une manière succincte Présentation du promoteur du projet Sonatrach .
- Chapitre II : décrit la Délimitation de la zone d'étude.
- Chapitre III : est consacré à la description détaillée sur les hydrocarbures.
- Chapitre IV: Le forage.
- Chapitre V : Et dédié à l'identification des aspects environnementaux.
- Chapitre VI : présente l'identification des impacts.
- Chapitre VII : décrit la Méthodologie d'évaluation des impacts.
- Chapitre VIII : présente les Mesures d'atténuation pour les travaux de forage.
- Chapitre IX : Plan de gestion environnementale.

*Chapitre I: Présentation du promoteur du projet
Sonatrach*

Chapitre I: Présentation du promoteur du projet Sonatrach:

I/1/Présentation du promoteur du projet Sonatrach[1] :

Depuis plus de 50ans, SONATRACH joue pleinement son rôle de locomotive de l'économie nationale. Elle a pour mission de valoriser les importantes réserve en hydrocarbures de l'Algérie cet acteur majeur de l'industrie pétrolière, surnommé la major africaine, tire sa force de sa capacité à être un groupe entièrement intégré sur toute la chaîne de valeur des hydrocarbures.

Dans l'Amont, SONATRACH opère, en effort propre ou en partenariat avec compagnies pétrolières étrangères, des gisements parmi les plus importants du monde dans différentes régions du Sahara algérien : Hassi Messaoud, Hassi R'Mel, Hassi Berkine, Ourhoud, Tin Fouyé Tabankort, Rhourde Nouss, In Salah et In Amenas.

En matière de transport, le groupe dispose d'un réseau de canalisations extrêmement dense qui s'étend aujourd'hui sur près de 22 000 kilomètre sur le territoire national. La compagnie a également aménagé quatre ports pétroliers de chargement d'hydrocarbures : Alger, Arzew, Bejaia et Skikda afin de permettre le chargement et le déchargement de gros tankers d'une capacité de 80 000 à 320 000 TM et de méthaniers.

Dans l'Aval, SONATRACH compte six raffineries en activité sur le territoire et deux complexes pétrochimiques, quatre complexes Liquéfaction GNL et deux complexes Séparation GPL.

SONATRACH emploie sur le territoire national près de 50 000 employés permanents et plus de

200.00 personnes à l'échelle du Groupe.

Le Groupe compte 154 filiales et participations dont une quinzaine détenues à 100 % et œuvrant au quotidien à la valorisation de la chaîne de valeur pétrolière et gazière du pays. Parmi celles- ci, figurent notamment l'Entreprise Nationale de Géophysique « ENAGEO », l'Entreprise Nationale de Forage « ENAFOR », l'Entreprise Nationale de Grands Travaux Pétroliers « ENGTP », ou la société nationale de commercialisation et de distribution des produits pétroliers « NAFTAL ».

Dans le cadre de sa transformation de l'Entreprise, SONATRACH affiche clairement son ambition de devenir l'une des cinq premières entreprises pétrolières nationales parmi les plus performantes et les plus rentables de l'industrie énergétique mondiale. Les maîtres mots de sa nouvelle stratégie sont l'excellence opérationnelle et l'innovation pour rester l'étendard de l'économie algérienne. SONATRACH vise un taux d'intégration nationale de 55 % d'ici 2030.

En tant que principal investisseur industriel en Algérie, SONATRACH participe activement au soutien du tissu industriel local. Le groupe prévoit de réaliser d'ici 2030 des investissements sur le territoire national de plus de 59 milliards de dollars dont 45,8

Chapitre I: Présentation du promoteur du projet Sonatrach:

Milliards de dollars dans l'activité Exploration-Production, 8,6 milliards de dollars dans le Raffinage-Pétrochimie et 2,3 milliards de dollars dans le transport par canalisations.

I/2/Les Activités de SONATRACH :

Les Activités de SONATRACH sont :

- Exploration- Production
- Transport par canalisations
- Liquéfaction et Séparation
- Raffinage et Pétrochimie
- Commercialisation.

I/2/1/Activité Exploration-Production :

L'Activité Exploration et Production (E&P) a pour missions essentielles :

- L'élaboration et l'application des politiques et stratégies de développement et d'exploitation de l'amont pétrolier et gazier en effort propre et en association ;
- La conduite et le développement des activités de prospection et de recherche des hydrocarbures ;
- Le développement et l'exploitation des gisements pour la valorisation optimale des ressources des hydrocarbures ;

Les études et la réalisation de projets de développement pour les nouveaux projets, ainsi que les études et la réalisation de projets de réhabilitation des installations de traitement des hydrocarbures ;

- La recherche, la négociation et le développement de nouveaux projets en interne et la contribution au développement à l'international des métiers relevant de son domaine.

I/2/2/Division Exploration (EXP) :

La Division Exploration dépend de l'Activité E&P et a pour missions essentielles :

- La conduite et le développement des activités de prospection et de recherche des hydrocarbures

Chapitre I: Présentation du promoteur du projet Sonatrach:

- La participation avec les autres Divisions aux appels d'offres d'exploration en Algérie et à l'étranger.
- La participation à l'évaluation des offres de partenariat sur des projets d'exploration en Algérie et à l'étranger ;
- La mise en œuvre de la stratégie de la Société en matière d'exploration ;
- La préparation, l'établissement et la recommandation des programmes techniques d'exploration et leur suivi ;
- Le développement et la conduite des travaux d'analyse en matière de géologie et de géophysique ;
- La gestion et le suivi des contrats en effort propre et en association ;
- Le développement d'expertise dans le domaine de l'exploration.

I/3/Organigramme:

La Division Exploration est organisée comme suit:

- Une Direction Assets Est
- Une Direction Assets Centre ;
- Une Direction Assets Ouest:
- Une Direction Assets Nord:
- Une Direction Assets en Partenariat ;
- Une Direction Etudes et Synthèse ;
- Une Direction des Opérations d'Exploration ;
- Une Direction Data Management ;
- Une Direction Planification ;
- Une Direction Finances ;
- Une Direction Gestion du Personnel
- Une Direction Logistique ;
- Un Département Juridique
- Un Département HSE ;
- Un Assistant Sécurité Interne

Chapitre I: Présentation du promoteur du projet Sonatrach:

I/4/Département HSE de la Division Exploration :

Le Département HSE a pour missions :

- Le respect des procédures et règlements régissant l'aspect HSE dans les lieux de travail et de son environnement ;
- L'élaboration et le suivi des procédures dans le domaine de l'environnement liées à l'activitéexploration en matière de forage et de sismique ;
- La définition des normes adaptées pour la protection de l'environnement lors des opérationsd'exploration ;
- L'élaboration des études d'évaluation des risques par site et la recommandation de mesurespréventives ;
- L'évaluation des études d'impact des projets nouveaux sur l'environnement ;
- L'identification des facteurs environnementaux et des conditions de travail pouvant influencer sur la santé et la sécurité des travailleurs ;
- Le reporting par l'élaboration de comptes rendus et rapports finaux liés à l'environnement,santé et sécurité et leurs transmissions aux structures concernées.

I/5/Cadre réglementaire [2], [3] :

Une grande variété d'instruments législatifs est disponible en Algérie:

- Conventions et accords internationaux;
- Lois et ordonnances;
- Décrets (présidentiel et exécutif);

Le cadre législatif principal est normalement basé sur les lois et les ordonnances. La législation secondaire consiste en des décrets. Les lois et règles concernant l'environnement, la santé et la sécurité sont actuellement en procès de réformation à cause de la mise en place de nouveaux textes législatifs.

Une nouvelle loi-cadre (19-13) sur les hydrocarbures est entrée en vigueur en 2019. Cette loi- cadre prévoit le développement d'une législation secondaire par rapport à la gestion

Chapitre I: Présentation du promoteur du projet Sonatrach:

◆ ◆
HSE des activités de Oil&Gas ; Entre temps, la législation secondaire préexistante est applicable.

Un suivi adéquat de l'évolution de la législation algérienne doit être réalisé pour s'assurer que toutes les variations ayant une portée potentielle sur ses opérations sont évaluées (Voir Annexe portant liste des textes régissant la santé, la sécurité et la protection de l'environnement)

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

II/1/Délimitation de la zone d'étude:

Le périmètre de prospection REZKALLAH est situé sur la zone sud est du bassin de Reggane. Ce dernier englobe les blocs : 333a, 334 et 335a et couvre une surface de 20460,28 Km².

Le périmètre d'étude est rattaché administrativement à la wilaya d'Adrar, et il se trouve à la proximité sud de la ville de Reggane.

Ce périmètre est caractérisé par un terrain plat et constitue le début du plateau de Tanezrouft. Il est limité au Nord par le périmètre Reggane nord, à l'Ouest par les grands cordons de l'erg Chech, au sud par le plateau de Tanezrouft et à l'est par les affleurements du Bled El Mass/Azzel Matti.

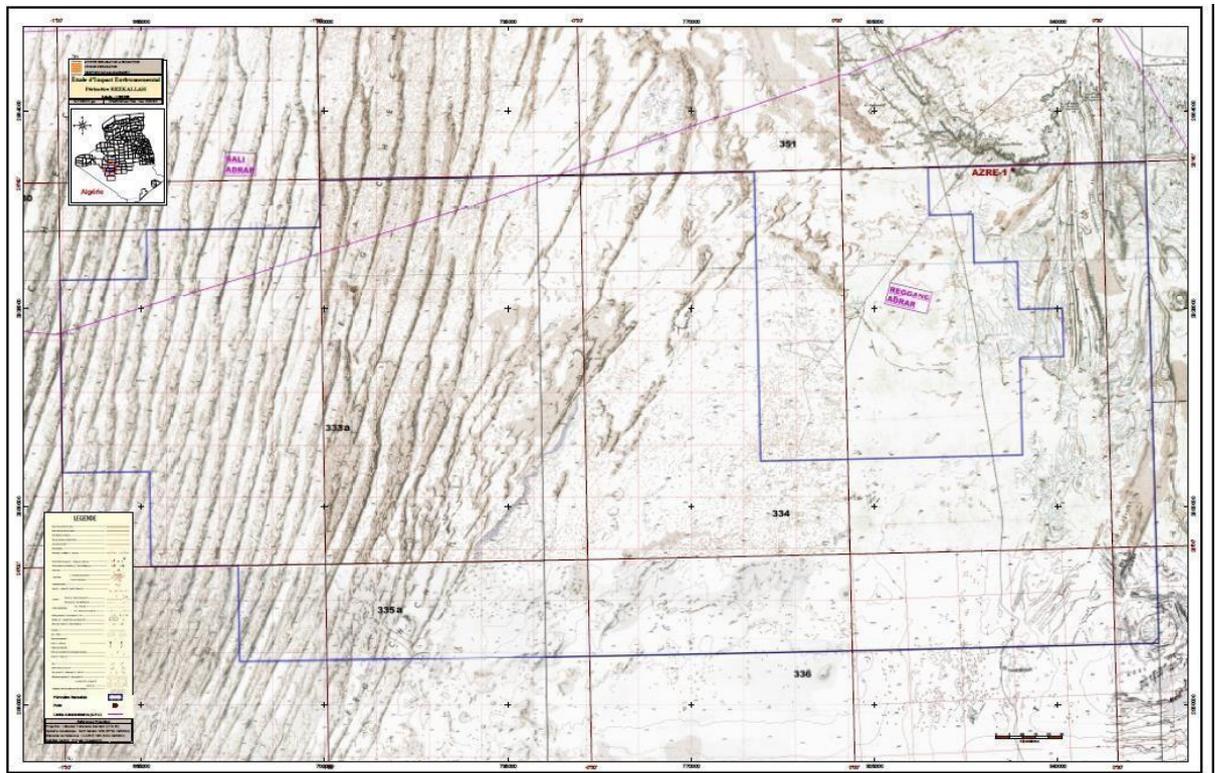


Figure II.01: Plan de position du périmètre de Razkallah et situation du puits Azre-1

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

II/2/Description de l'état initial du périmètre et son environnement :

II/2/1/Milieus physique:

II/2/1/1/Météorologie [4]:

Deux climats prédominent à Adrar : Présaharien de Timimoune jusqu'à l'ouest de Béchar. Saharien, de Timimoune vers Timimoune au sud. Les températures diurnes enregistrent des écarts importants. Elles passent selon les saisons de 45° C à (l'ombre) durant l'été, à 0°C en hiver.

L'humidité et la pluviométrie sont très faibles dans cette région. Pour étudier le climat qui caractérise la zone d'étude, la station météorologique d'Adrar nous fournit une base de données suffisante.

Il y a une autre station plus proche du périmètre d'étude (station de Regagne : 26°41' N, 00°17', altitude 291 m), mais la plage de données disponible au niveau de cette station est très ancienne (1979-1994). Nous avons pris comme base de données les valeurs enregistrées sur 10 ans (2011-2020) au niveau de la station météorologique d'Adrar : 606200 (DAUA),

II/2/1/2/Climatologie :

Donner climatologie mensuel de la température moyenne, maximale et minimale.

Tableau II.01 : Température moyenne

T moyenne °C	J	F	M	AV	MAI	J	JLL	AUT	SP	OC	NV	DEC
2011	15,2	14,5	21.1	27	29.8	34.6	38.5	37.5	35.3	24.9	19	13.5
2012	11,6	21,1	20	24.2	31.5	37.2	38.9	37	33.5	28.1	21.1	13.5
2013	13,1	14,8	22.4	25.6	28.8	35.5	38.9	36.2	32.6	30.1	18.4	13
2014	14,4	16.8	19.7	26.8	32	34.5	39.4	38.5	35.7	27.8	19.7	13.3
2015	12,5	15.7	18.6	28.5	32.5	35	36.9	38.1	33.2	27.9	19.5	14.4
2016	14,8	15.1	17	19.3	27.6	31.2	35.7	38.5	37.2	34.6	27.9	19.5
2017	10,8	18.7	22.2	27.1	34	36.1	38.6	37.9	34.2	25.3	18.7	12.6
2018	14,9	15.7	21.6	25.8	29.5	34.9	40.4	36.7	33.4	25.7	19	14.1
2019	11,6	14.5	20.8	24.9	31.6	35.2	39.5	38.8	34.2	26.4	18.6	15
2020	12,2	18.5	21.7	26.9	31.2	36.5	38.7	37.8	34.8	27.3	19.6	14.8
moyenne	13,11	16,54	20,51	25,61	30,85	35,07	38,55	37,7	34,41	27,81	20,15	14,37

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Tableau II.02 : Température maximale

T Maximale°C	J	F	M	AV	MAI	J	JLL	AUT	SP	OC	NV	DC
2011	23.2	22.4	29.2	34.3	37	42.1	46.3	45	43.5	31.6	27.1	21.3
2012	19.2	20	27.7	31.6	39.4	44.9	46.5	44.8	41	35.9	28.8	21.9
2013	21.7	23.7	30.7	33.3	38	43.7	46.6	43.6	39.9	38.2	26.5	20.2
2014	22.3	25	27.7	35.2	39.9	42.3	47.2	45.8	43.6	36.2	27.2	20.9
2015	20.8	23.5	26.9	37.3	40.9	43	44.3	45.1	40.5	34.9	27.1	22.8
2016	21.9	23.8	25.2	27.7	36	38.5	43.5	46.2	44.3	41.9	35.5	26.6
2017	18.5	26.7	29.9	34.8	41.3	42.9	45.8	45.2	41.1	17.1	27	20
2018	22.9	22.8	29.1	32.8	36.4	42.5	47.7	42.9	39,9	32,3	26,7	22,6
2019	20,1	22,2	28,3	3,3	38,3	43,4	46,8	46	41,8	33,7	26,3	23,1
2020	20,6	27	29,6	34,5	38,4	43,6	45,6	44,8	42,2	35,2	27	22,8
moyenne	21,12	23,71	28,43	33,38	38,56	42,69	46,03	44,94	41,78	33,7	27,92	22,22

Tableau II.03 : Température minimale

T Minimale°C	J	F	M	AV	MAI	JU	JLL	AUT	SEP	OC	NV	DC
2011	7.6	6	12.8	18.5	20.8	25.4	28.7	29.1	26.7	17.3	11.4	6.2
2012	4.3	4	11.4	15.5	21.2	27.9	29.6	28.3	25	20.1	13.4	5.7
2013	4.7	6	13.3	16.5	20.3	25.9	30	27.1	24.8	21.6	10.8	6.2
2014	6.9	8.8	11	17.2	22.7	24.9	30.9	30.3	27.4	19.4	12.6	6.1
2015	4.7	8.3	9.9	18.9	22.6	25.6	27.9	30.5	26.2	20.8	12.3	6.9
2016	8.2	7	8.7	9.6	18.3	23	26.2	28.9	28.6	26.7	20.4	12.3
2017	3.1	11	13.6	18	25.4	27.6	29.8	29	26	27.3	10.9	6
2018	7.6	8.1	12.4	17.5	20.6	25.3	31.7	29.5	26.5	18.3	11.3	6.6
2019	3.5	6.2	12.3	15.9	22.7	24.9	30.3	30.6	25.8	18.4	10.5	7
2020	4.4	9.6	19.9	18.2	22.7	27.6	29.8	29.3	26.4	19	12.2	7.3
moyenne	5,5	7,5	12,53	16,58	21,73	25,81	29,49	29,26	26,34	20,89	12,58	7,03

II/2/1/3/Les températures :

Au mois de juillet la température moyenne est de 37,7 °C, juillet est le mois le plus chaud de l'année, le mois le plus froid de l'année est celui de janvier avec une température moyenne de 13,11 °C.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

MOYENNE MENSUELLES DES TEMPERATURES DE LA WILAYA ADRAR

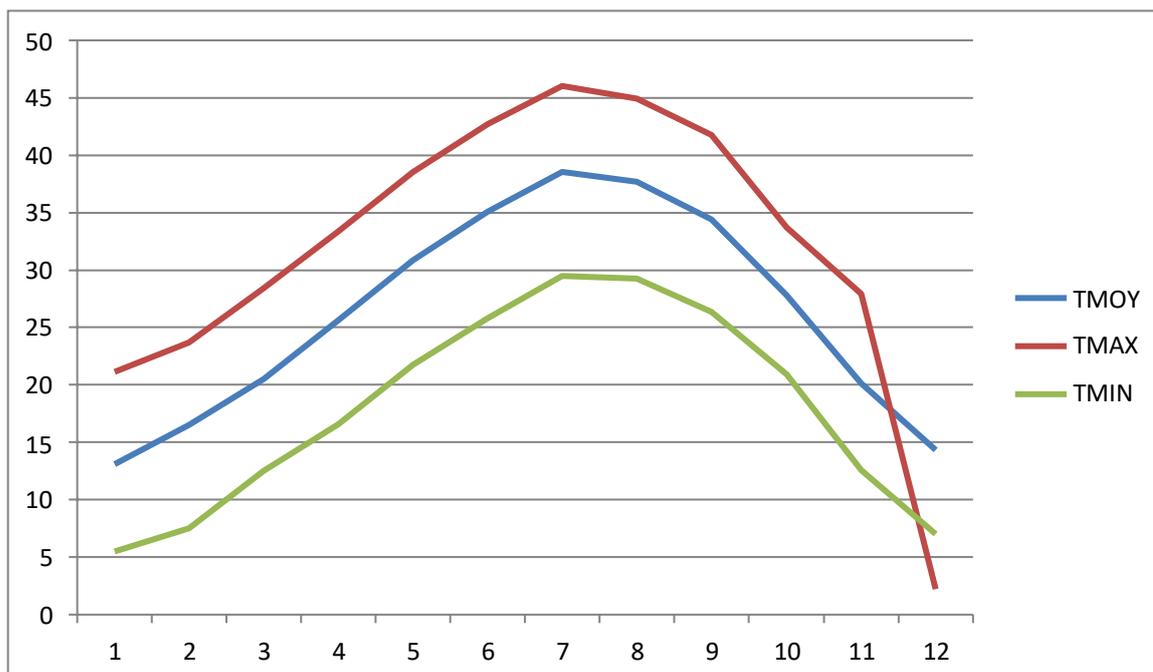


Figure II.02 : Présentation graphique des températures de la willaya d'Adrar

II/2/1/4/Humidité :

Tableau II.04 : Humidité

H%	J	F	M	AV	MAI	JU	JLL	AUT	SEP	OC	NV	DC
2011	39,5	29,9	20,3	19,8	17,5	13,4	9	12	13,1	34,2	25,3	37
2012	38.2	21.4	22.5	18.9	13	10.5	9.9	13.6	23.9	28.8	25	32.9
2013	20.8	22.1	21	18.6	12.1	13	14.5	17	28.2	19	41.7	40
2014	33.5	24.1	21.7	13.8	16.1	17.9	12.5	14.6	16.7	23.2	36.9	44.3
2015	36	31.4	22.5	12.5	11.7	11.7	12.2	15.5	24.2	30.4	39.5	43.8
2016	41.1	33.4	22.5	15.9	12.2	13	10.1	9.5	11	13.1	19.1	29.3
2017	34.5	22	20.3	13.5	10.4	11.3	9.4	8.6	14.7	0	28.8	39.7
2018	21.4	25.8	15.7	16.8	14.2	11.7	9	19.1	23.5	27.9	35.2	38
2019	33.4	25.9	24.4	19.1	16	10.3	9.3	11.5	16.4	22.2	30.5	36.6
2020	35.4	32.2	20.3	19.7	15	9.9	11	14.9	19.2	24.5	27.2	31.6
MOY	33,38	26,82	21,12	16,86	13,82	12,27	10,69	13,63	19,09	22,33	30,92	37,32

Les valeurs maximales d'humidité et obtenue en hivers mois de décembre et janvier et les valeurs minimales en été (juin, juillet, aout)

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

MOYENNE MENSUELLE DE L'HUMIDITE DE LA WILAYA D'ADRAR

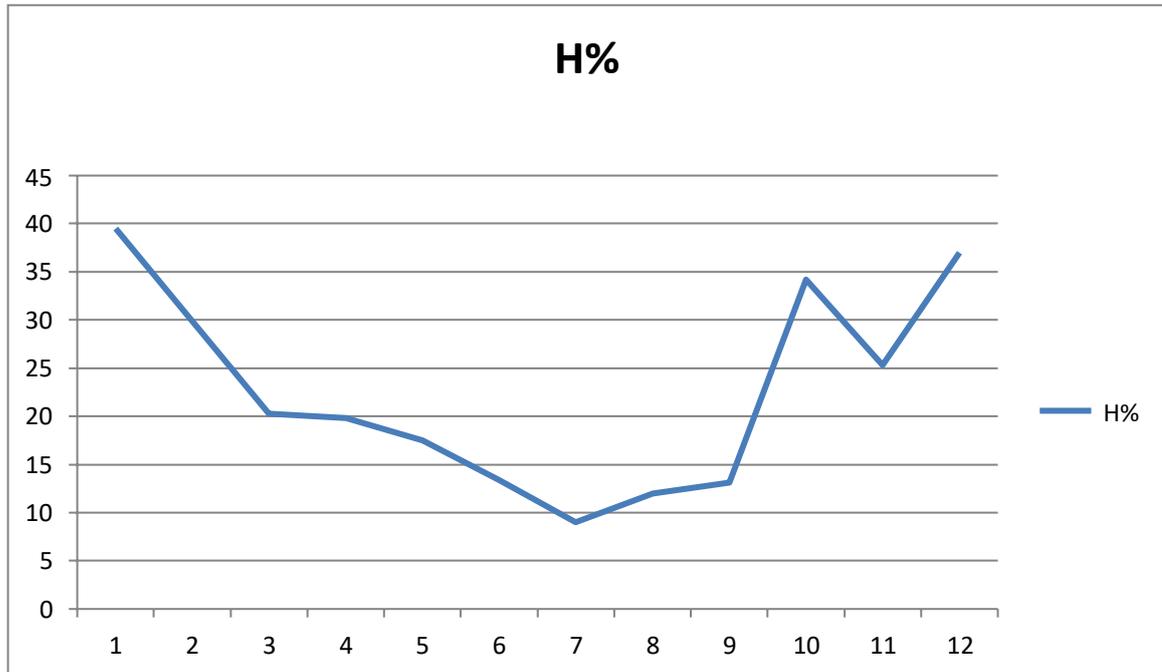


Figure II.03 : Présentation graphique d'humidité de la wilaya d'Adrar

II/2/1/5/Précipitation :

Tableau II.05 : Précipitation

PP (mm)	J	F	M	AV	MA I	JU	JULL	AU T	SEP	OC	NV	DC
2011	0	1.02	3.05	0	0	0	0	0	0	0,51	0	0
2012	1.02	0	0	0	0	0	1.02	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0.76	1.02	0	0	0	0	0	0
2014	1.02	0	0	0	0	1.02	0	1.01	0	1.02	2.54	0
2015	0	0.51	0	0	0	0	0	9.14	0.25	0	0	0
2016	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0
2017	1.02	0	1.02	0	5.59	0	0	0	7.11	0	0	12.2
2018	0	3.05	0	2.03	0.25	0	0	1.02	34.03	0.76	2.03	0
2019	0	0	0.51	0	0	0	0	0	3.05	0.76	0	0
2020	0	0	1.02	12.19	3.05	0	0	0	0	0	0	0
MOY	0,30	0,45	0,56	1,42	0,96	0,22	0,10	1,11	4,44	0,28	0,45	1,22

Selon les données de ce tableau on constate que le climat sec qui règne sur la wilaya d'Adrar on identifier une seule pic durant le mois de septembre avec une valeur très faible.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

MOYENNE MENSUELLE DE TOTAL DE PRECIPITATION DE LA WILAYA D'ADRAR

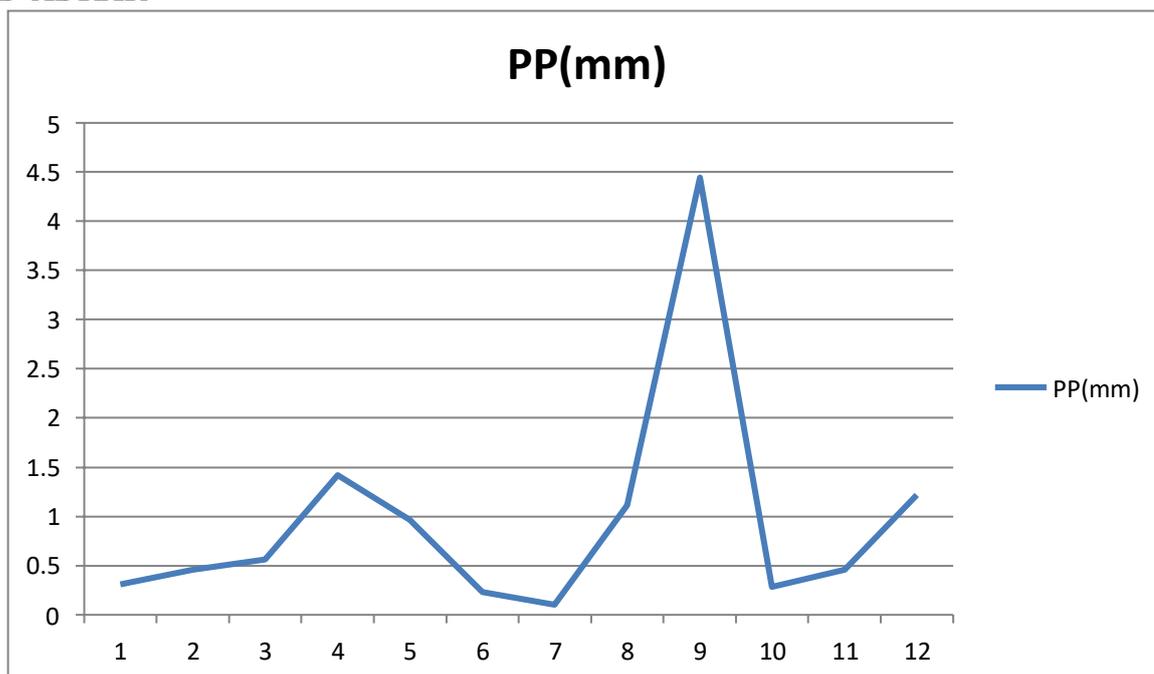


Figure II.04: Présentation graphique de précipitation de la wilaya d'Adrar

II/2/1/6/Le vent :

Tableau II.06 : Vitesse du vent

V (km /h)	J	F	M	AVL	MAI	JUI	JLL	AUT	SEP	OC	NV	DEC
2011	18.6	22.2	22.4	22.2	22.9	26.7	18.2	20	16.8	22.3	17.9	21.2
2012	33.7	22.4	21.8	19.2	22.6	19	25.6	23.1	17.8	17.3	17.5	20.1
2013	16.4	19	19.7	24	20.2	20.2	20.7	23	19.5	15.7	18.5	22.4
2014	19.2	19.5	20.4	22.5	22.7	17.6	16.2	19.3	16.1	19.2	17.8	17.7
2015	17.6	19.3	20.8	18.7	19.5	18.6	21.9	18.4	16.9	14.8	20	22
2016	22.3	17	16.9	19.3	16.6	20.4	20.7	21.8	20.3	17.3	15.8	9.8
2017	15.2	19	20.2	20.9	19.6	19.9	22.1	20.9	18.5	20.6	16	20.9
2018	19.4	18.7	18.9	20.7	17.6	18.4	19.7	20.2	20.3	16.8	15.2	19
2019	15.7	21.5	21.5	19.4	20.7	16.3	19.5	20.7	16.8	18.2	15.8	15.5
2020	18	19.6	19.1	19.6	19.5	19.3	18.7	18.3	17.8	18.4	16.1	14.6
MOY	19,6 1	19,8 2	20,1 7	20,6 5	20,1 9	19,6 4	20,3 3	20,5 7	18,0 8	18,0 6	17,06	18,3 2

La période où les vents sont puissants s'étale en presque dans toute la décennie, Les pics journaliers enregistrés pour la force des vents, était en mois d'avril et juillet.

Le phénomène Sirocco est un système qui se forme sur la méditerrané et se dirige vers l'Est tout en provoquant des vents de sud caractérisés par: secs et poussiéreux, chauds. Ce vent se forme en général au printemps et il vient du désert vers le nord (parfois jusqu'en Europe).

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

MOYENNE MENSUELLE DE TOTAL DE PRECIPITATION DE LA WILAYA D'ADRAR

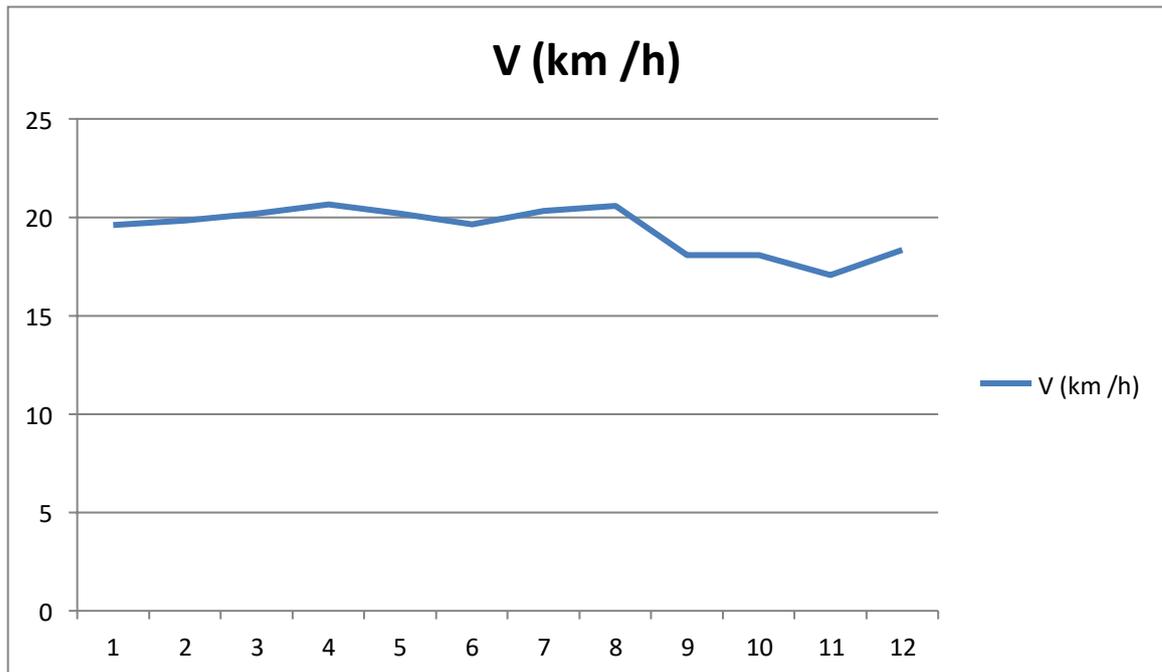


Figure II.05: Présentation graphique de vitesse du vent de la willaya d'Adrar

II/2/2/Cadre géologique :

II/2/2/1/Aperçu physique et géographique :

La ville d'Adrar (chef-lieu de wilaya) à pour coordonnées géographiques $0^{\circ}17'23,46''$ ouest longitude est et $27^{\circ}52'03,31''$ de latitude nord, est distante de 1543 Km de la capitale, vers le sud-ouest. Elle culmine à 256 mètres d'altitude.

Elle est limitée par :

-**Au nord** : La wilaya d'El-Bayad.

-**Au nord-ouest** : La wilaya de Béchar.

-**A l'ouest** : La wilaya de Tindouf.

-**Au sud** : Le Mali.

-**Au sud-ouest** : La Mauritanie.

-**Au sud-est** : La wilaya de Tamanrasset.

-**Au nord-est** : La wilaya de Ghardaïa.

-La wilaya d'Adrar issue du découpage administratif de 1974, elle occupe une superficie globale de 427.968 km² soit 17,97% du territoire. Elle est désignée par le code géographique (01) et est composée de 28 communes regroupées en 11 D'airâtes.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Les principales localités sont : Adrar – tamest – reganne – in zaghmir - tit – tsabit – tsabit – zaouiet kounta – .aoulef – tamekten – tamantit – fenoughil – Sali – akabli – ouled ahmed – tammi – bouda – sebaa.

-La position géographique de la Wilaya d'Adrar comprend deux régions qui sont le Touat (Adrar) et le Tidikelt (Aoulef).

-Sur le plan géomorphologique, la wilaya d'Adrar se caractérise par un relief d'aspect désertique se subdivise en trois (03) grands ensembles géomorphologiques que sont :

-Les Plateaux : couvrent de très grandes surfaces et sont constitués de formations géologiques différentes :

Crétacé inférieur continental intercalaire Crétacé supérieur secondaire marin Mio-pliocène.

-Les Ergs : massifs dunaires s'étendant sur près de la moitié de la wilaya. Ils se sont formés au cours des temps quaternaires tels que le : grand Erg occidental et l'Erg-Chech.

Les Sebkhass : Correspondant aux puits les plus bas et appartiennent généralement aux anciens lits d'oueds très larges, elles sont formées de dépôts Co-fluviatiles gypseux.

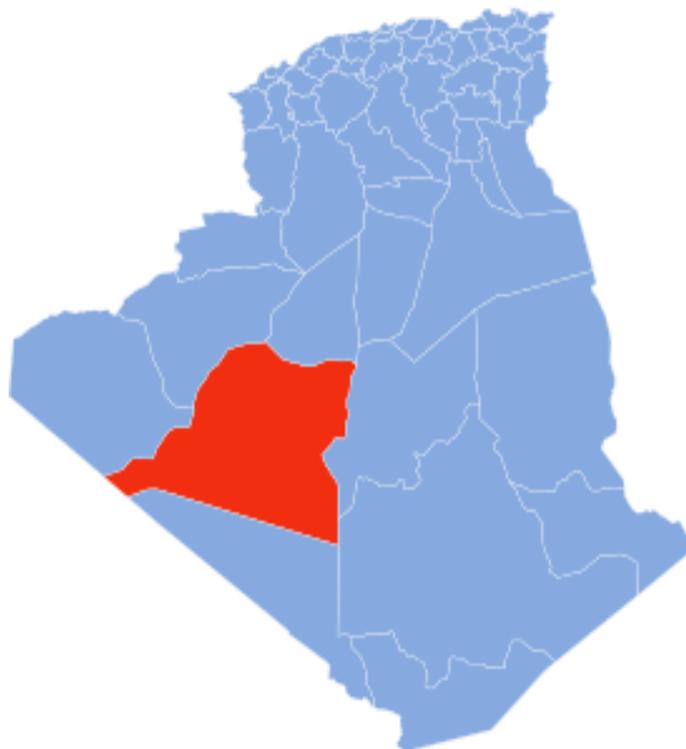


Figure II.06 : Limites de La wilaya d'Adrar

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

II/2/2/Situation géographique du périmètre :

Le périmètre d'étude Rezkellah est situé sur la zone sud-est du bassin de Reggane. Ce périmètre est administrativement rattaché à la wilaya d'Adrar, daïra de Reggane, commune de Reggane, éloigné à 151 km au sud de la ville d'Adrar et 6 km de la limite sud de la ville de Reggane.

Le périmètre Rezkellah couvre une superficie de 20460,28 km², il englobe six (06) feuilles topographiques, qui sont : Reggane, Tanezrouft, Rezkellah, Hamoudia, Bir el Hadjaj, Bir Ould Brini.

Ce premier est caractérisé par un relief plat et constitue le début du plateau de Tanezrouft. Il est limité à l'Ouest par les grands cordons de dunes de l'Erg Chech, à l'Est par les affleurements du bled el Mas/Azzel Matti, au Sud par le plateau de Tanezrouft et au Nord par le périmètre de Reggane nord en association avec Repsol.

II/2/3/Généralités sur la région :

La région d'étude est située dans la partie sud-ouest de l'Algérie. La surface est limitée du nord et de l'est par un champ de l'extension des dépôts mézo-cénozoïques du fléchissement de Tanezrouft, au sud par la frontière algéro-malienne et de l'ouest par des dunes d'Erg Chech.

Le territoire est inhabité les nomades ne le visitent pas il n'y a pas de puits la région est dépourvue de toute végétation.

La localité la plus proche est la ville de Reggane, est située à 560 km vers le nord, nord-est du centre de la surface.

Géologiquement la région de la synéclyse de Taoudenni n'est pas étudiée, les renseignements sur sa structure sont très pauvres et ne concernent que les parties nord-ouest et centrale du bassin (Villemur J.R., 1967 ; Lay C. et Reichelt R., 1971 ; Marchand J., 1971).

En 1981 et en 1982 la région a été visitée par des géologues soviétiques, spécialistes pour les diamants, dans le but de se familiariser avec le terrain. Selon les résultats de l'échantillonnage à la batée de petit volume on a fixé localement des concentrations élevées des minéraux satellites du diamant à savoir : pyrope, micro-ilménite, chrompicotite et diopside chromifère.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Les grains de pyrope atteignent 2mm de diamètre. Ce fait et aussi les critères géologiques favorables ont permis de classifier cette région comme objectif prioritaire pour la réalisation des travaux de reconnaissance pour diamant (Konioukhov J. 1984).

Le territoire est couvert par le levé aéromagnétique et aérogamma-spectrométrique au 1/200 000 qui a été effectué par la compagnie "Aéroservice" (USA, en 1971 - 1974).

II/2/3/1/Géologie locale [5]:

II/2/3/1/1/La province occidentale :

Cette province comprend les bassins de Béchar, Tindouf, Ahnet, Mouydir, Timimoun et Sbaa. Ces dépressions sont à remplissage paléozoïque, Cambrien, à Namurien. Le Mésocénozoïque y est peu développé. La puissance des séries varie de 3500 à 8000m. Les bassins de Tindouf et de Reggane sont des dépressions dissymétriques situées sur les bordures nord et nord-est du massif des Eglab.

Les sédiments paléozoïques atteindraient 8000 m dans le bassin de Tindouf et 6000 m dans celui de Reggane. Le bassin de Béchar est limité au Nord par le Haut Atlas, au Sud et à l'Ouest par la chaîne de l'Ougarta, et à l'Est par le Haut fond de Meharez. La puissance des séries est de l'ordre de 8000 m.

Le bassin de l'Ahnet-Tindouf est limité au Nord par le Haut fond d'Oued Namous, à l'Ouest par le bouclier Touareg et à l'Est par les dorsales de Foum Belrem et M'zab. Le bassin du Mouydir est limité à l'Ouest par la dorsale de Foum Belrem et à l'Est par celle d'Amguid-El-Biod. La série sédimentaire peut atteindre plus de 3000 m.

II/2/3/1/2/Bassin de Reggane :

Le Bassin de Reggane contient jusqu'à 6 500 m de sédiments sur la roche mère. Les sédiments paléozoïques sont pour la plupart de sédiments marins des époques entre le Cambrien et le Carbonifère Supérieur, avec quelques sédiments continentaux dans la séquence Cambro-ordovicienne. Les gisements hydrocarbures sont pour leur part dans des sédiments riches en matière organique des époques entre le Silurien et le Dévonien Supérieur, qui ont une épaisseur approximée d'entre 100 m et 200 m dans le Bloc de Reggane.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Dans le Bassin de Reggane il n'y a pas de sédiments de l'époque Permo-Triassique ou Jurassique. Les sédiments Paléozoïques se trouvent sur le Continental Intercalaire du Crétacé et sur des roches tertiaires. Les dépôts Quaternaires (Cénozoïque Supérieur) sont de sables éoliens et recouvrent une grande partie de la zone (ERM, 2005).

II/2/3/1/3/Stratigraphie de la province occidentale :

PREVISIONS LITHOSTRATIGRAPHIQUES DU PROSPECT AZRAFIL EST-1 (AZRE-1)									
BLOC : 334 PROFILS: 11REZ53 - SP:1041									
ERE	SYSTEME	SSYSTEME	ETAGE	LITHO	PROF (m)	EPAIS (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE		
P A L E O Z O I Q U E	Mézo-Cénozoïq		Continental intercalaire		Surf.	288	Sable moyen à grossier intercalé par des niveaux de grès et d'argile brun-rouge. Rares niveaux de dolomie.		
			Sup	Namurien		288	520	Argile brun-rouge, pâteuse à indurée, très silteuses à passées de grès, de calcaire et d'anhydrite vers la base avec la présence d'un niveau doléritique.	
	CARBONIFERE	Inférieur	Viseën	Supérieur	D	808	1 200	Alternance de calcaire gris-blanc, fossilifère, d'argile grise, de marne verdâtre, de dolomie gris-noir et d'anhydrite blanche.	
					C			Ensemble argilo-carbonaté; Calcaire gris, beige, fossilifère et argile grise, silteuses. Fines passées d'anhydrite.	
					B			Niveaux de grès gris-clair, très fin, silico-argileux intercalés par des argiles gris-foncé, silteuses et fines passées de calcaire.	
					A			Argile gris-foncé à noire, silteuses intercalée par de fines passées de silt, de grès gris-blanc et de calcaire à la base.	
			Inf	Tournaisien		2 008	180	Alternance de grès gris-blanc, très fin à moyen, silico-argileux et d'argile gris-foncé, silteuses.	
	DEVONIEN	sup	Devonien sup	Strunien		2 188	165	Grès gris-clair, très fin à fin, siliceux et argile gris-foncé à noire, silteuses et micacée.	
				Fammien		2 353	1 265	Argile gris-foncé à noire, silteuses, micacée avec fines passées de calcaire gris et de siltstone gris-blanc. Traces de pyrite.	
				Frasnien		3 618	190	Argile gris-foncé avec de fines passées de siltstone et de bancs de calcaire gris-blanc.	
				Gévitién		3 808	50	Calcaire gris à beige, dur, fossilifère avec des intercalations d'argile gris-noir.	
				Couvinien		3 858	80	Argile noire, silteuses à gréseuse, micacée, pyriteuse avec fines passées de calcaire.	
				Devonien inf	Emsien		3 938	100	Grès gris blanc, fins à très fin, silico-argileux intercalés par des niveaux d'argile gris-noir et de calcaire.
					Siegénien		4 038	80	Grès gris-clair à gris-sombre, très fin à fin intercalé par des intervalles d'argile gris-noir à noire, silteuse et micacée.
					Gédinnien		4 118	120	Grès gris-clair à gris-sombre, fin à moyen intercalé par des niveaux d'argile gris-noir à noire, silteuse et micacée.
					Siturien		4 238	42	Argile grise à noire, silteuse, micacée avec fines passées de grès, gris-clair à blanc, très fin, silico-argileux.
				TD 4280					

Figure II.07 : Litho stratigraphiques du prospect Azrafil est-1 (Azre-1)

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

II/2/3/1/4/Stratigraphie du secteur d'étude :

A – Quaternaire :

Les formations de cet âge sont répandues dans la région, où elles occupent les cuvettes de déflation. En générale, le quaternaire repose, en discordance angulaire, sur les roches du paléozoïque formées d'argiles schisteuses, calcaires et grès. L'épaisseur du quaternaire varie de 0,5 à 45 m. L'épaisseur la plus importante a été remarquée dans la cuvette centrale de déflation (45 m). En général, les sédiments de cet âge forment des faciès fluvio-lacustres et sont bien étudiés dans le Djebel Aberraz, où trois cycles alluvionnaires ont été définis dans le cadre de l'exploration des placers diamantifères.

B – Cénozoïque :

Est représenté par le **pliovillafranchien** caractérisant le Tanezrouft, formant des plaines lacustres et alluviales. Au Nord, vers la région de Reggane, le pliovillafranchien est complètement érodé. Il repose; soit sur le Crétacé, soit sur le Jurassique, ou le Paléozoïque. L'épaisseur des dépôts est variable, et atteint 50 m dans le bassin de Tanezrouft. Elle diminue progressivement de 30 - 20 m, en allant vers le Nord-Ouest. Ces dépôts sont représentés par des sables, grès grossièrement grenus, consolidés par un ciment argilo-carbonaté et calcaire, intercalés de galets et conglomérats bien roulés, à ciment terreux, ferrugineux et parfois gypseux. Les sables sont essentiellement quartzeux, de couleur gris jaunâtre, et gris verdâtre mal calibrés.

C – Mésozoïque

Il est représenté par le Jurassique et le Crétacé.

a – Jurassique

Il est représenté par le Lias, Dogger, et le Malm. Le Lias est évaporitique. Son épaisseur variable, peut atteindre 200 m. Le Dogger affleurant dans presque toute la zone septentrionale, est représenté par des argilites, aleurolites, sables et grès. Son épaisseur est de 130 m, au Nord de Reggane, et se biseaute, progressivement, au Sud dans la direction du bourrelet Eglab - Ouallen.

Le Malm est constitué d'une alternance d'aleurolites et d'argiles, avec des intercalations de faciès à graviers, galets et grès.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

b – Crétacé

Dans la région, le crétacé (continental intercalaire) repose, en discordance angulaire et stratigraphique, sur les surfaces ravinées, altérées des formations plus anciennes. Il est représenté par des grès de diverses couleurs sur lesquels s'est mise en place une dalle de grès quartziques, de 1 à 2 m d'épaisseur, surmontant un conglomérat à bois silicifié et à ossements de reptiles. Les conglomérats et gravellites sont fortement cimentés, de couleurs: brunâtre, jaunâtre et grisâtre. Les dimensions des galets sont variables, allant des débris, jusqu'aux blocs, et de forme arrondie. Cet ensemble est surmonté par une série argileuse de 40 à 100 m d'épaisseur, à intercalation de grès à dragées de quartz. La coupe s'achève par des argiles versicolores, à bancs gréseux.

d – Le Paléozoïque

Les formations de cet âge sont discordantes sur le socle anté-cambrien. Elles sont formées d'une puissante assise de roches terrigènes et carbonatées du Cambrien,

a – Cambrien

Les dépôts sont largement répandus dans les parties marginales de la dépression de Reggane et d'Azzel-Matti. A la hauteur de Bled El Mass, le Cambrien débute par des grès grossièrement grenus, à petits galets qui évoluent vers des grès rubéfiés, ferruginisés, des quartzites et des schistes grès-argileux avec des empreintes de *Lingulae*. Son épaisseur atteint 300 m, et diminue vers le Sud du bassin de Reggane pour atteindre 70m (d'après les forages pétroliers).

b – Ordovicien

Il se compose de formations terrigènes à prédominance de grès. Dans le bassin de Reggane, les dépôts ordoviciens sont représentés par un ensemble grès-argileux. Ce dernier présente une épaisseur maximale de 550 m au centre du bassin, et diminue, progressivement, vers le Sud (région de Ouallen - Brini). Dans la région d'Aoulef, ces terrains épais de 350 m, sont constitués de grès gris clairs et gris verdâtres, de quartzites avec intercalations calcareuses.

c – Silurien

Ces dépôts sont largement développés dans la région. Ils sont composés de deux séries

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Lithologiques différentes: inférieure grès-argileuse et supérieure argileuse

d – Dévonien

Les dépôts de cet âge se divisent en trois étages (inférieur, moyen et supérieur) qui ont été mis à jour par les sondages, dans la dépression, dans la dépression de Reggane.

Le Dévonien inférieur est constitué d'argilite à rares intercalations gréseuses, silteuses et calcareuses.

Le Dévonien moyen se caractérise par une prédominance de terrains argileux intercalés de grès et de calcaires. Le Dévonien supérieur est représenté par des argilites monotones bariolées, avec de rares inters lits de calcaires biogènes, et de minces intrusions inter stratifiées de nature doléritique, dans les parties inférieures et supérieures de la coupe.

II/2/3/1/5/Le magmatisme:

Les roches magmatiques, intrusives et effusives, sont répandues dans les massifs cristallins des Eglab et du Hoggar, s'étendant à l'Ouest et au Sud Est de la région, ainsi qu'au niveau de la plate-forme, sous la couverture sédimentaire.

Dans le Bourrelet Eglab-Ouallen, plusieurs corps magmatiques basiques intrusifs et effusifs, ont été décelés et mis à jour par des travaux de sondages réalisés en l'an 2000. Ces corps sont représentés par des gabbros, gabbro-dolérites, dolérites, basalte, sous forme de dykes et sils, subaffleurant par endroit.

Dans les bassins de Taoudenni et de Reggane, les dolérites affleurantes intrudent les formations Paléozoïques. Le magmatisme basique se manifeste surtout dans la région de la synéclise de Taoudenni. Les corps tabulaires de composition basique, brèchifiant la couverture sédimentaire du Paléozoïque supérieur, sont représentés par des sils, dykes et necks. Les dolérites de Taoudenni d'âge Permo - Trias, recourent l'assise carbonifère et plongent sous les dépôts du Crétacé, tandis qu'à Reggane, elles plongent sous ceux du Jurassique (DARS 1960, VILLEMUR 1967).

Dans la région, les sils et les dykes doléritiques affleurent au niveau des plis de la structure d'Azzel Matti, où ils reposent en discordance avec les roches encaissantes et empruntent une orientation méridienne. L'épaisseur des corps varie de 5 à 15 m à 50 - 90 m. Leur étendue est supérieure à 10 Km.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Le deuxième groupe de corps doléritiques de la région de Reggane, est représenté par des dykes et filons peu épais associés aux failles disjonctives orientées nord-est.

II/2/3/1/6/Tectonique :

La région des travaux est disloquée dans la zone de la plus grande faille occidentale trans- Africaine s'étendant le long de la bordure orientale du craton ouest Africain, depuis le Golfe de Guinée, au Sud, jusqu'à l'Anti-Atlas, au Nord. Ce vieux craton est séparé des édifices plissés du Hoggar par cette zone de fracture.

Les dislocations en blocs, du socle cristallin longeant cet accident majeur régional, semblent être à l'origine de la formation du Tanezrouft. Cette zone faillée est la plus importante géo- suture (> 150 - 200 Ma) atteignant le manteau. Au cours des rejeux tectoniques, les grandes fractures ont été rajeunies, à plusieurs reprises.

Dans la région d'étude, les roches du socle et de couverture sont affectées par une série de failles sub- méridiennes et sub- latitudinales.

Les travaux de forages montrent une subsidence cascadée (en blocs) du Bourrelet Eglab-Ouallen, dans la direction sud-est. Les failles disjonctives, sublatidunales, se présentent en arc, donnant une structure générale en puzzle.

Par ailleurs, des accidents de moindre importance, de type fissural, ont été signalés par la géophysique, et affectent la couverture sédimentaire.

II/2/3/1/7/Géomorphologie et topographie :

Le Bloc de Reggane présente une grande variété de terrains, comme des systèmes dunaires linéaires, sebkhas et oasis. L'aridité extrême de la zone fait que la géomorphologie et la formation de sols soit dominée par l'érosion physique et l'action du vent. Les effets de la végétation et l'eau sont minimales à l'exception des oasis, et donc le développement de sols est très limité. Les sols désertiques ont de caractéristiques physico-chimiques et biologiques bien définies : ils sont normalement très peux épais, pierreux, et avec une teneur très petite en matière organique, assez salins et avec une sorte de croûte et dépôt pierreux (Komex, 2003).

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Erg Chech :

L'Erg Chech (Figure II.08) constitue la partie occidentale du Bloc est présente de systèmes dunaires linéaires séparés par de plaines rocailleuses (reg). Ces systèmes dunaires ont une épaisseur d'entre 1 et 3 km et atteignent des altitudes d'entre 100 et 150 m au-dessus des plaines rocailleuses qui les entourent. Les systèmes linéaires sont orientés dans l'axe N-S, et les regs entre ces systèmes ont une épaisseur d'entre 2 et 7 km. De petites dunes se forment aussi des fois dans les zones de reg, entre les systèmes dunaires, qui ont normalement une longueur de plus de 80 km sur l'axe nord-sud



Figure II.08: Dune a erg chech

Zone entre l'Erg Chech et les oasis du Touat, cette zone constitue la partie centrale du Bloc de Reggane et présente une grande variété de formes topographiques. Dans cette partie il y a une évolution de formes topographiques des systèmes dunaires linéaires peu développés avec des regs entre les dunes à l'ouest, jusqu'à des dunes petites avec de larges zones de sebkha à l'est (Figure II.09)



Figure II.09: Photo aérienne de sebkha

La grande sebkha (ou sebkha) est près de cette zone, parallèle aux oasis, et présente des altitudes plus faibles.

Oasis :

Les oasis de Touat, 12 km à l'ouest de l'emplacement de forage du RG-7 (Figure II.10), se situent sur une pente douce qui va du plateau Crétacique à l'est jusqu'à la zone de sebkha et petites dunes à l'ouest. La plupart de la zone a déjà été transformée par l'action de l'homme. Du point de vue topographique il faut souligner la présence de dunes d'altitude considérable (quelques-unes de plus de 20 m) qui se sont formées par les rangs de palmiers plantés perpendiculaires à la direction prédominante du vent.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :



Figure II.10 : Photo aérienne des oasis du Touat.

Ce plateau et les falaises rocheuses y associées occupe le tiers oriental du Bloc, et présente de surfaces rocailleuses et croûte désertique. Les dunes de sable n'y sont pas courantes, et celles qu'il y a sont très peu développées. L'emplacement de forage proposé pour le puits RG-7 est dans cette zone, 15 km à l'est du village d'Oulad Meriem. Le RG-7 est dans une zone de reg, le sol se compose de roches noirâtres de petite taille dans une matrice sableuse. On remarque également la présence de quelque croûte de roche conglomérée de type sédimentaire. Le terrain est très plat et ne présente pas d'éléments hydrologiques.

II/2/3/1/8/Hydrogéologie :

Le SASS (système aquifère du Sahara septentrionale) désigne la superposition de deux principales couches aquifères profondes : la formation du continental intercalaire (CI), la plus profonde, et celle du complexe terminale (CT). Ce système recouvre une étendue de plus de 1 million de km² dont 700 000 se trouvent en Algérie, près de 80 000 en Tunisie, et 250 000 en Libye. Ces deux complexes constituent les deux niveaux d'aquifères le plus importants (UNESCO site).

Ces aquifères ont des profondeurs variables, en allant jusqu'à 1 000 m de profondeur, et la recharge est négligeable. Le développement des trois pays sur ces aquifères pendant les derniers trois décennies a mis les ressources en eaux souterraines en danger de surexploitation et salinisation de partout (Aquifer Project site).

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

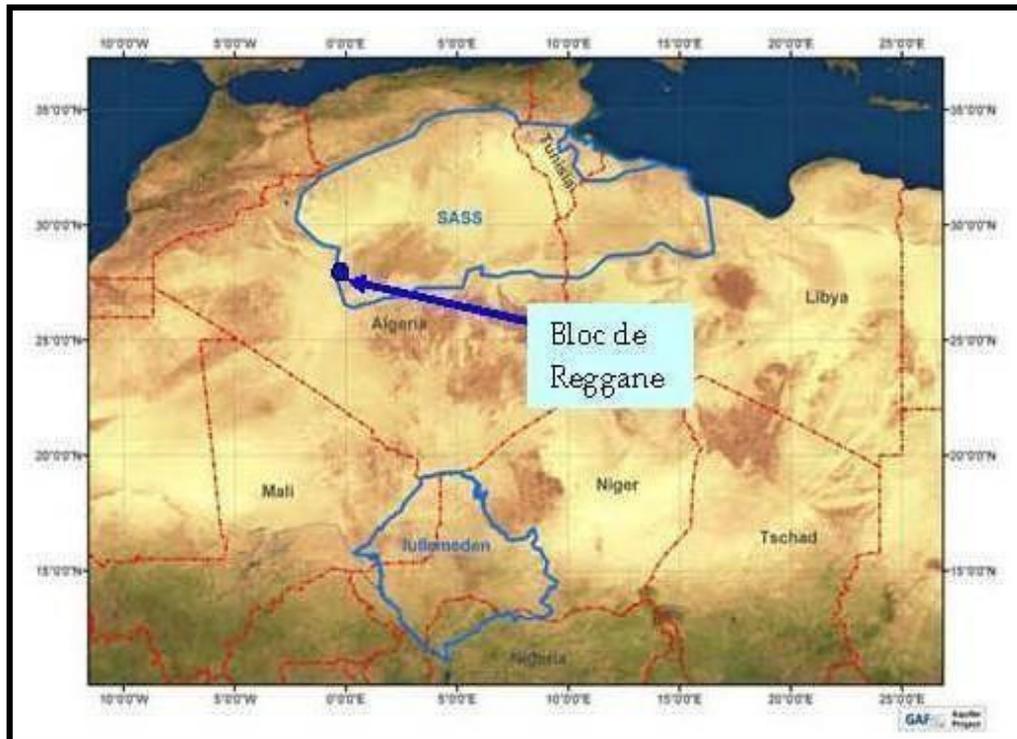


Figure II.11: SASS (Système Aquifère du Sahara Septentrional) (Source: Aquifer project website)

II/2/3/1/9/Le Système Aquifère du Sahara Septentrional [6] :

Il est constitué par la superposition de 2 aquifères: celui du Complexe Terminal et celui, plus profond, du Continental Intercalaire. Il s'étend en Algérie (60 % de sa superficie), en Tunisie (10%) et en Libye (30%).

Le Continental Intercalaire affleure au Nord-Ouest tout au long de l'atlas Saharien et au Nord Est sur le Dahar et le Djebel Neffusa. Au Sud, il affleure le long des formations sédimentaires du Paléozoïque.

L'étude menée par l'Observatoire du Sahara et du Sahel en 2000-2002, recense près de 9000 points d'eau (forages et sources) sollicitant ces deux formations: 3500 captant le Continental Intercalaire et 5300 le Complexe Terminal, avec un prélèvement annuel de 2.2 milliards de m³.

Les conséquences de cette exploitation intensive d'aquifères à ressource non renouvelable (basses piézométriques importantes, affaiblissement de l'artésianisme, tarissement des foggaras) ont conduit à une concertation entre les 3 pays concernés débouchant sur un projet de gestion commune du SASS et la réalisation d'un modèle

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Hydrodynamique permettant de prévoir l'évolution du système suivant différents scénarios d'exploitation.

II/2/3/1/10/Zone de recharge:

D'après la carte ci-dessous, on note que le renouvellement des eaux souterraines est plus important au sud-ouest de l'Afrique et permet aux nappes de maintenir un niveau piézométrique stable. Par contre au niveau septentrional (notamment l'Algérie), la recharge des nappes est de l'ordre de 5mm/an au sud (Zone d'étude Rezkellah) et de 50mm à 100mm à l'extrême nord-est de l'Algérie.

Avec une exploitation intense des réserves d'eau du SASS, le faible taux de recharge n'est pas suffisant pour le maintien du niveau piézométrique, cette exploitation engendre la diminution des réserves voir la disparition avec le temps du SASS.

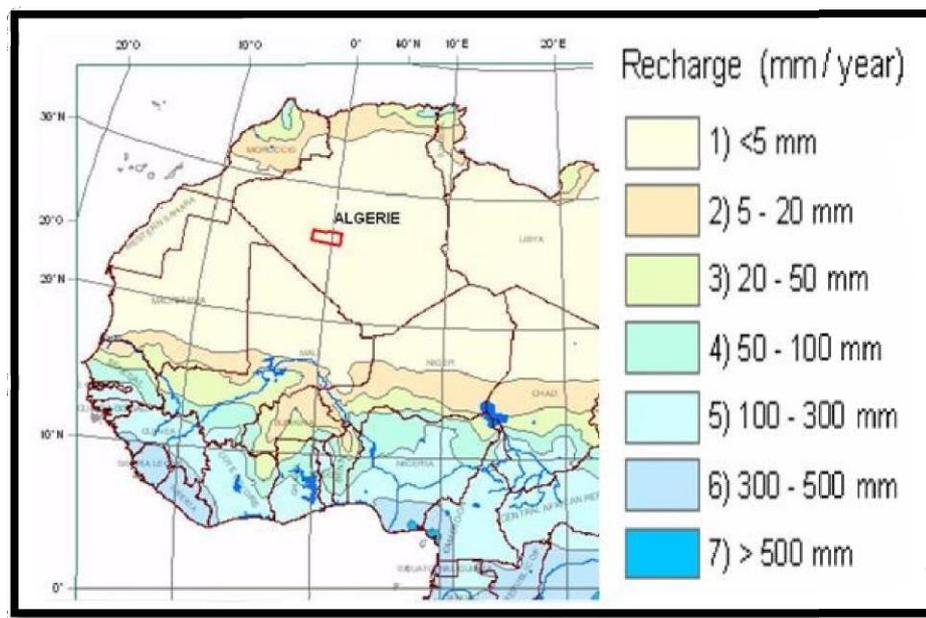


Figure II.12: Délimitation des zones de recharge du Nord-Ouest de l'Afrique.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

II/2/3/1/11/Hydrogéologie locale :

Le Bloc est placé sur le continental intercalaire, qui se trouve dans des dépôts Mésozoïques (aussi nommé l'aquifère Albien), et qui couvre une superficie de 840 000km².



Figure II.13: Aquifère Continental Intercalaire

Les eaux souterraines sont une ressource très importante dans la zone et elles sont gérées avec soin au niveau local et stratégique. L'eau souterraine s'obtient de puits profonds forés avec de techniques modernes, mais aussi avec le système de foggara et par de puits peu profonds forés traditionnellement (Komex, 2003). La carte piézométrique du Bloc de Reggane montre que la direction des eaux souterraines est vers le sud-ouest, vers les foggaras.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

II/2/3/1/12/Les puits (forages) d'eau dans la région d'étude :

L'identification des puits d'eaux existants dans l'aire d'étude est faite à la base d'un listing de l'ANRH (agence de bassins hydrographique Sahara) d'Adrar.

Tableau II.07 : Liste des puits d'eau dans la commune de Reggane

Lieu-dit	Désignation	Longitude	Latitude	Altitude	Objet	Usage	Etat
RASSAK ALLAH NORD/RAN 101	RASSAK ALLAH NORD/RAN 101	00°58'4W	26°21'4N	250	Exploitation	A.E.P	Abandonné
HAMOU DIA 1	HAMOUDIA 1	00°03'00E	26°24'2N	220	Exploitation	A.E.P	Abandonné
HAMOU DIA 2	HAMOUDIA 2	00°03'01E	26°24'0N	220	Exploitation	A.E.P	Abandonné
AZRAFIL 01	AZRAFIL 01	00°17'20E	26°40'5N	207	Exploitation	Irrigation	Exploité
TAARABET	TAARABET	00°10'12E	26°44'5N	224	Exploitation	A.E.P	Exploité
AZRAFIL 02	AZRAFIL 02	00°17'04E	26°41'2N	228	Exploitation	A.E.P	Exploité
ZAOUJET REGGANIO 2	ZAOUJET REGGANIO 2	00°10'43E	26°39'4N	166	Exploitation	Irrigation	Non exploité
PK 90	PK 90	00°17'00E	25°1N	271	Reconnaissance	Irrigation	Comblé

II/2/3/1/13/Les Foggaras dans la région d'étude :

Le système des Foggaras est un système d'irrigation traditionnel d'une grande ingéniosité. Il permet de relier plusieurs forages par des tunnels souterrains. Ainsi l'eau captée et canalisée, est stockée dans un bassin (Seguia) avant d'être équitablement répartie au moyen de canalisations.

II/2/3/1/14/Inventaire des Foggaras dans la région de Reggane :

L'identification des Foggaras existantes dans l'aire d'étude est faite à la base d'un listing de l'ANRH (agence de bassins hydrographique) d'Adrar. La liste complète des Foggaras qui se trouve dans la Daïra de Reggane est portée dans le tableau suivant :

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Tableau II.08 : Liste des Foggaras présentes dans la Daïra de Reggane

Lieu-dit	Palmeraie	Foggara	Longitude	Latitude	Altitude
TINOULEF	TINOULEF	Abankour	00°09'41"E	26°43'26"N	207
ZAOUJET REGGANI	ZAOUJET REGGANI	Amrair	00°10'34"E	26°40'4"N	174
IN ZEGLOUF	IN ZEGLOUF	Arharda	00°02'32"E	26°49'56"N	192
AZRAFIL	AZRAFIL	Arhil	00°15'17"E	26°41'1"N	211
GUESBET ARHIL	GUESBET ARHIL	Azrafil Kebir	00°17'06"E	26°40'0"N	211
GUESBET ARHIL	GUESBET ARHIL	Azrafil Seghir	00°17'20"E	26°40'0"N	215
TAOURIRT	TAOURIRT	Ba Otman	00°12'59"E	26°42'3"N	226
TAOURIRT	TAOURIRT	Baouder (Baaidir Moussad Sahel)	00°14"E	26°42"N	228
EN NEFIS	EN NEFIS	Beida (El Beida)	00°08"E	26°44'1"N	205
TINOULEF	TINOULEF	Beynai abdelkader			0
AIT MESSAOU D	AIT MESSAOU D	Chaabiya	00°05"E	26°46"N	210
TIMADANI E	TIMADANINE	Dada Fellah	00°06"E	26°42"N	178
ZAOUJET REGGANI	ZAOUJET REGGANI	Dar Cheir (Maatallah)	00°09"E	26°41"N	172
TAKARAFI E	TINOULEF JEDID et G'DIM	Debaa (Debbaha)	00°09"E	26°43"N	174
TIMADANI E	TIMADANINE	El Bour	00°06"E	26°43"N	171
AIT MESSAOU D	AIT MESSAOU D	El Ghaba	00°05"E	26°47"N	217
TIMADANI E	TIMADANINE	El Mellah	00°07"E	26°42"N	167

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Lieu-dit	Palmeraie	Foggara	Longitude	Latitude	Altitude
ZAOUJET REGGANI	ZAOUJET REGGANI	Kseibat (Mustpha Ben Boulaid)	00°10'56"E	26°40'23"N	176
IN ZEGLOUF	IN ZEGLOUF	Mabrouka			0
IN ZEGLOUF	IN ZEGLOUF	Mahdia			0
TIMADANINE	TIMADANINE	Mehdia (Ouled Mahdi)	00°07'09"E	26°42'20"N	169
TIMADANINE	TIMADANINE	Messilah	00°06'55"E	26°42'36"N	163
Reggane	Reggane	Mohamed Djelloul (Med Ben Hadj)	00°09'52"E	26°43'07"N	195
TIMADANINE	TIMADANINE	Ouaini	00°05'50"E	26°43'14"N	175
ZAOUJET REGGANI	ZAOUJET REGGANI	Ouled aich	00°10'29"E	26°42'32"N	190
Reggane	Reggane	Ouled Lahcen (Lassen)	00°10'19"E	26°43'04"N	260
AZRAFIL	AZRAFIL	El Rahma	00°16'55"E	26°41'24"N	230
ZAOUJET REGGANI	ZAOUJET REGGANI	Felah	00°10'17"E	26°40'47"N	173
TAOURIRT	TAOURIRT	Foguiguera	00°13'11"E	26°41'49"N	213
IN ZEGLOUF	IN ZEGLOUF	Grahitet	00°02'38"E	26°49'47"N	194
IN ZEGLOUF	IN ZEGLOUF	Graouorm	00°02'52"E	26°49'28"N	180
ZAOUJET REGGANI	ZAOUJET REGGANI	Grarine (Cheikh Med A.E.K)	00°09'49"E	26°41'04"N	174
Reggane	Reggane	Jabia (El Djabia)	00°10'03"E	26°42'54"N	224
TINOULEF	TINOULEF	Khebala	00°10'00"E	26°43'32"N	216

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Les Foggaras sont :

Azrafil Kebir (Abdella) ;

Azrafil Seghir (essalha, ouled kedour) ; El rahma (Azrafil) ;

Felah ; BenAthmane ;

Etouki.



Figure II.14: Les foggaras

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

II/2/3/2/Milieu biologique :

description de la faune et la flore à l'échelle locale [7]:

La rudesse et l'hostilité de l'environnement saharien n'ont pas empêché l'installation d'un système faunistique riche et varié à la fois, qui a su comment s'imposer et s'adapter aux changements des composantes environnementales au fil du temps et cela malgré la rareté de la nourriture, l'eau et la protection (habitat).

Il est difficile d'établir une liste complète des espèces de faune vivants aux alentours du périmètre de prospection Rezkellah à cause du nombre très limité d'études réalisées (qui sont incomplètes) sur la faune dans la région de Reggane.

Les populations de faune au Sahara sont caractérisées par :

*Une faible densité ;

*Un style de vie nocturne pour la plupart ;

*Une couleur de peau qui se confond avec celle du sol ;

La détection de la présence des espèces de faune saharienne se fait par : observation direct, observations de déjections, la forme des traces laissées sur le sol et la forme des terriers ou l'habitat.

On peut définir trois (05) types d'habitats faunistique :

Le biotope A : ergs (formations sablonneuses) ;

Le biotope B : regs et plaines inondables ;

Le biotope C : oueds et leurs rives ;

Le biotope D : oasis ;

Le biotope E : sebkhas et sols halomorphe (sols contenant de fortes quantités de sel, généralement du sodium).

Dans la figure, on remarque la présence de traces de passage qui appartiennent probablement à un fennec (*Fennecus zerda*) qui cherchait sa proie cachée dans l'abri de la figure II.16.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

La faune recensée actuellement est en majorité endémique saharienne pauvre en espèce (La majorité est protégée la législation Algérien).



Figure II.15 : Dromadaire



Figure II.16: Trace de fennec

II/2/3/2/1/Mammifères

Le tableau II.09 contient une liste des espèces potentiellement présentes dans l'aire d'étude en fonction de leurs biotopes.

Tableau II.09: Espèces de mammifères sauvages potentiellement présentes dans le périmètre Rezkellah

Famille	Nom commun	Nom scientifique	Biotope	Catégorie trophique
Canidae	Chacal doré	Canis aureus	B-C Omni présent A-C- E	Carnivore
	Renard	Vulpes rueli		
	de Rüppell	Fennecus		
	Renard	zerda		
	Fennec			

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Mustilidae	Belette Zebreé nordafricaine	Poecilictis Libyca	A-C-D-E	Carnivore
Hyaenidae	Hyène Zebrée	Hyaena hyaena	Omniprés ent	Carnivore
Felidae	Chat des sables	Felis margarita	A-C-E	Carnivore
Camelidae	Dromadaire	Camelus dromedarus	Omniprés ent (1)	Herbivore
Bovidae	Gazelle dorcas Gazelle à fines cornes Mouton de barbarie	Gazell a dorcas Gazella leptoceros Ammotr agus lervia	Omniprés ent A-C-E B	Herbivore Herbivore Herbivore
Leporidae	Lièvre brun	Lepus copensis	C	Herbivore
Gerbilidae / Muridae (famille)	Grande gerbille nordafricaine Grande gerbille Egyptienne Petite gerbille Gerbille baluchist	Gerbillus campestris Gerbillus pyramidu m Gerbillus gerbillus Gerbillus nanus	B-C-D-E A-C-E A- C- E	Polyphage Polyphage Polyphage Végétarien
Gerbiliana e (sous famille)	an Mérion du désert Mérion de Lybie Ratde sable dur	Meriones crassus Meriones libycus Psammom ys obesus	C- E Omniprés ent Omniprés ent C-E	Végétarien Végétarien Herbivore

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Ctenodactylidae	Goundi du Mzab	Massoutiera mzabi	B	Herbivore
Dipodidae	Petite gerboise Egyptienne	Jaculus jaculus	Omniprésent	Végétarien
Erinaceidae	Hérisson Ethiopienne	Paraechinus Aethiopicus	C-D	insectivore
Rhinopomatiidae	Petite chauve-souris à queue de souris	Rhinopoma hardwicki	B-C-D	insectivore
Vespertilionidae	Chauve-souris de Hemprichà grandes oreilles	Otonycteris hemprichi	B	insectivore
<p>Biotope type : A= formations sablonneuses, B= Regs et plaines de crue/ plaines alluviales/ zones d'infiltration***, C= oueds et leurs rives, D= Oasis, E= Sebkhass et sols halomorphes.</p> <p>(1) le dromadaire (Camelus dromedarius) est essentiellement une espèce diurne, qui peut être trouvé n'importe où dans la région de Reggane. Il peut être domestiqué/ Dans les régions saharienne, le dromadaire n'existe plus dans la vie sauvage, bien que certaines populations sauvages peuvent être trouvées.</p>				

II/2/3/2/Espèces mammifères protégées

Le décret 83-509 du 23 Août 1983, a pour objectif la protection de la conservation à l'état naturel des espèces animales non domestique.

L'article 2 de ce décret définit les espèces non domestiques comme étant celles qui :

*joue un rôle dans l'équilibre naturel ;

*sont menacés d'extinction ;

*revêtent un intérêt scientifique et culturel particulier.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

II/2/3/2/3/Reptiles :

Tableau II.10 : Espèces de reptiles potentiellement présentes dans la région de Reggane.

Famille	Nom Commun	Nom scientifique	Biotope	Catégorie trophique	Type d'activité
Agamidés	Lézard Fouette-queue d'Égypte	Agama mutabilis	Omniprésent	Insectivore	Diurne
	Agama de Bibron	Agama impalearis	B	Insectivore	Diurne
	Agama de Savigny	Agama savignii	Omniprésent	Insectivore	Diurne
	Lézard Foutte-queue	Uromastix acanthinurus	B	Herbivore	Diurne
	Gecko a pieds en éventail	Ptyodactylus hasselquistii	B	Insectivore	Nocturne
	Gecko a pieds en éventail d'Oudri	Ptyodactylus oudrii	B	Insectivore	Nocturne
	Gecko Élégant	Stenodactylus stenodactylus	Omni présent	Insectivore	Nocturne

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Suite tableau II.10 :

Lacertidés	Acanthodactyle rugueux de bosc	Acanthodactylus boskianus	Omni présent	Insectivore	Diurne
	Lézard Acanthodactyle rugueux	Acanthodactylus scutellatus	Omni présent	Insectivore	Diurne
	Lézard à points rouges	Mesalina rubropunctata	B	Insectivore	Diurne
Scincidés	Scinque (poisson des sables)	Scincus scincus	A	Polyphage	Diurne
	Scinque de Berberie	Sphenopses sepioides	A	Polyphage	Diurne
Varanidés	Varan du désert	Varanus griseus	Omniprésent	Carnivore	Diurne
Colubridés	Couleuvre sifflante	Psammophis sibilans	B - E	Carnivore	Diurne
	Couleuvre de Moïla	Malpolon moilonensis	Omniprésente	Carnivore	Diurne
Vipéridés	Vipère à cornes	Cerastes cerastes	Omniprésente	Carnivore	Nocturne
	Vipère du Sahara	Cerastes vipera	A	Carnivore	Nocturne
<p>Type de biotope : A = formations sablonneuses, B=Regs et plaines de crue/ plaines alluviales/ zones d'infiltration, E= Sebkhas et sols halomorphes.</p>					

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

En conclusion, les reptiles sont fréquents dans les étendues de sables (ergs) et dans les regs.

II/2/3/2/4/Oiseaux :

On a identifié 12 familles d'oiseaux et 15 espèces potentiellement présentes dans l'aire d'étude Rezkellah. Dans le tableau suivant, la classification est faite suivant les familles, les noms (communs et scientifiques), le type trophique et le statut phénologique (selon leurs apparitions).

Tableau II.11 : Espèces d'Oiseaux potentiellement présentes dans l'aire d'étude.				
Famille	Nom commun	Nom Scientifique	Type Trophique	Type Phénologique
Alaudidae	Sirli du désert	Alaemon Alaudipes	Insectivore	S
	Ammomane élégante	Ammomanes Cuncturus	Insectivore	S
	Ammomane Isabelline	Ammomanes Deserti	Insectivore	S
Falconidae	Faucon Lanier	Falco Biarmicus	Carnivore	MH
	Faucon Crécerelle	Falco Tinnunuclus	Carnivore	MH
Accipitridae	Busard Pâle	Circus Macrourus	Carnivore	MH
Ardeidae	Héron Cendré	Ardea Cinerea	Polyphage	A
Columbidae	Tourterelle Maillée	Streptopelia senegalensis	Granivore	N
Corvidae	Corbeau brun	Corvus Ruficollis	Polyphage	S
Glareolidae	Courvite Isabelle	Cursorius Cursor	Insectivore	MH
Hirundinidae	Hirondelle Rustique	Hiundo Rustica	Insectivore	N
Meropidae	Guêpier d'Europe	Merops Apiaster	Insectivore	N

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Famille	Nom commun	Nom Scientifique	Type Trophique	Type Phénologique
Sylviidae	Fauvette Naine	Sylvia Deserti	Insectivore	S
Turdidae	Traquet Motteux	Oenanthe oenanthe	Insectivore	S
Upupidae	Huppe Fasciée	Upupa Epops	Insectivore	M

MH : Migrateur de passage hivernant.
M : Migrateur de passage.
S : Sédentaire nicheur.
A : Accidentelle.
N : Nicheur.
 granivore : **qui se nourrit exclusivement de grains.**
 Polyphage : **qui se nourrit d'aliment variés.**
 Carnivore : **qui se nourrit de viande.**
 Insectivore : **qui se nourrit d'insectes.**

II/2/3/2/5/La flore:

Dans un biotope à tendance désertique, il s'est développé une végétation typique, dite **xénophile**, cantonnée au niveau des lits d'oueds et de zones d'épandages. Celle-ci a su créer d'ingénieux mécanismes d'adaptation morphologiques et physiologiques face à un milieu hostile. La nature du tissu végétal de la région d'Adrar est typiquement saharienne.

Une végétation qu'on retrouve principalement dans les vergers, les oasis. Ksour, On a établi une liste des espèces végétales existantes sur l'axe Reggane-Tanezrouft-Timiaouine. L'inventaire est listé dans le tableau suivant :

Tableau II.12 : Végétation présente dans la région de Reggane. (Source : Sahara-nature.com)	
Zygophyllacées	Fagonia bruguieri
	Fagonia latifolia
	Fagonia mycophylla
	Fagonia olivieri
	Seetzenia africana
	Zygophyllum simplex
	Balanites aegyptica
	Acacia raddiana
	Argyrolobium

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

legumineuse	Acacia albida
	Prosopis j.sp.
	Lotus roudairei
	Tephrosia emeroides
	Farsetia aegyptica
Crucifères	Morettia canescens
	Schouw ia purpure a
	Zilla macroptera
Composés	Atra ctylis serr atuloide s
	Cotula cinerea
	Pulicaria inuloides
	Pulicaria undulata
	Calotrop is procera
Asclépiadacées	Pergularia tomentosa
	Leptadenia pyrotechnica
Graminées	Aristida plumosa
	Aristida cilita Desf.
	Aristidia Penguns
	Nucularia perrini
Chénopodiacées	Salsola foetida
	Cornulaca mon acantha
Résédacées	Reseda villosa
Cucurbitacées	Colocynthis vulgaris
Tamaricacées	Tamarix gallica
Borraginacées	Echium trighorizum
Solanacées	Hyscyamus muticus
Euphorbiacées	Chrozophora brocciana
Celastracées	Gymnosporia senegalensis
Térébinthacées	Rhus tripartitus
Caryophyllacées	Herniaria mauritanica
Rhamnacées	Zizyphus lotus

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

II/2/3/3/Aperçu socio-économique :

Adrar est une des plus grandes wilayas de l'Algérie (427 968 Km², 18% de la surface nationale), qui s'étend sur le Sahara du sud jusqu'à la frontière avec le Mali et la Mauritanie. En outre, la wilaya est frontalière avec cinq wilayas, Tindouf, Bechar et El Baydah à l'Ouest et Tmanrasset et Ghardaia à l'Est.

Adrar se compose de 11 Daïras, 28 Communes et 294 ksour éparpillés dans la vaste zone le long de l'Oued Messaoud et les frontières de la Grande Sebkhha de Timimoun. La capitale de Wilaya est Adrar, à 40 km au nord du Bloc de Reggane.

Le Bloc de Reggane se trouve dans la Wilaya d'Adrar, dans une zone assez peuplée du sud du Sahara algérien le long de la route ancienne des Oasis de Touat, au sud de l'Oued Messaoud. La zone présente des caractéristiques homogènes en ce qui concerne les densités de population, les activités agricoles, et les activités d'élevage. Malgré l'aridité du climat, la présence de nombreux oasis a permis l'établissement de communautés et une agriculture prospère.

Economie et infrastructure :

L'économie de la commune de Reggane dépend essentiellement du secteur agricole, qui emploie 45% de la population. D'autres activités dans cette commune sont l'élevage de chèvres et moutons.

Le réseau routier dans cette région est lié au passage de la route Nationale N6, qui lie la ville de Reggane avec Adrar au nord, en passant par Sali. La route N52 lie la ville de Reggane avec In Salah, au sud-est. La commune de Sali possède 50 km de routes intra-communales (24 km correspondent à la route N6 et le reste à de pistes qui connectent les différents ksour.

Les activités agricoles dans la région sont très importants, il y a une quantité considérable de lots avec de l'agriculture par arrosage aux environs des oasis. Selon les données de l'APC de Reggane, la superficie irriguée dans la commune de Sali en 2004-05 représentait 2,242 ha, c'est-à-dire le 13% de la superficie totale de la commune.

Les fermiers locaux pratiquent l'agriculture traditionnelle à l'oasis de Touat, les produits principaux ici sont les dattes, et les espaces entre les palmiers sont occupés par de petits arbres fruitiers et d'autres légumes (tomates, carottes, poivrons, oignons, etc.).

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Les systèmes agricoles dans la zone vont des systèmes d'irrigation traditionnels artisanaux – qui dépendent des foggaras, jusqu'aux méthodes modernes avec du pompage des eaux souterraines. Les méthodes modernes d'arrosage s'utilisent surtout dans les lots d'agriculture industrielle, où les besoins en eau sont plus élevés.

Les tableaux suivants représentent quelques répartitions de différents secteurs dans les communes de Reggane.

Tableau II.13 : Route

Commune	Routes Nationales	Chemins de Wilaya	Chemins Communaux	Total
Reggane	170	18,436	2,700	191,136

Tableau II. 14 : Santé

Commune	Hôpital	lits	Poly-clinique	Salle de Soins	maternité	Cabinets médicaux	Cabinets dentaires	Pharmacie public
Reggane	01	136	01	09	01	01	00	01

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

II/2/3/4/Archéologie et patrimoine :

Le Bloc de Reggane se trouve à 1200 km au sud d'Alger, dans le Bas Sahara. Cette région est constituée de plateaux dépouillés et d'aires de dunes et est caractérisée par des altitudes d'entre

30 et 400 m. Aucune recherche sérieuse n'y a été effectuée. Le Sahara Central contient d'importants sites archéologiques préhistoriques. Par conséquent, de l'information peut être extrapolée du grand ensemble des connaissances sur le Bas Sahara pour décrire les caractéristiques du Bloc de Reggane.

Il n'y a pas de sites archéologiques spécifiques ou de sites culturels de relevance internationale dans le Bloc et ses alentours. Néanmoins, il y a de châteaux anciens (ksars) avec une importance locale ou nationale et même quelques ksars sont encore habités. La structure culturelle la plus importante à prendre en compte dans la planification des activités de forage est le système de fouggaras.

Chaque communauté a un cimetière, normalement en dehors de la ville. Ces cimetières sont considérés comme des endroits très sensibles à protéger, et les activités de forage ne doivent pas les affecter. Dans le Bloc on trouve également de monuments funéraires.

Les communautés habitant la zone ont des traditions culturelles importantes, comme les Ziarâtes, un pèlerinage des gens de la zone vers les tombeaux et mausolées de saints importants. Ces traditions ont un rôle important au niveau social, parce qu'elles contribuent à renforcer les liens sociaux et tribaux.

Selon des études environnementales antérieures (Komex, 2005), il y a de nombreux sites sensibles au niveau local, comme des puits traditionnels appartenant à des petites fermes, constructions traditionnelles, écoles, mosquées, ksars et cimetières.

L'importance du patrimoine culturel dans le Bloc est assurée par la présence des fouggaras et maisons traditionnelles (même si ces éléments se trouvent à plus de 10 km de l'emplacement du projet). En ce qui concerne l'importance du point de vue archéologique, les prospections faites par l'expert archéologue en points différents du Bloc suggèrent que cette région n'est pas particulièrement riche en vestiges archéologiques.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

II/2/4/Impacts produits par les travaux précédemment exécutés :

On va faire une caractérisation des passifs environnementaux dus aux travaux précédemment exécutés dans l'aire d'étude Rezkellah ou qui ont une relation avec la zone d'étude.

On a identifié trois (03) travaux importants :

*les essais nucléaires réalisés par la France dans les années 60 ;

*les forages pétroliers ;

*les travaux de sismiques, gravimétriques et aéro-magnétique.

Les essais nucléaires :(Source : les administrations locale et un document de la Direction de la programmation de la recherche de l'évaluation et de la prospective (Energie et Technique Nucléaire)

Au lendemain de la deuxième guerre mondiale, la France a décidé de développer son arsenal militaire stratégique (bombe nucléaire) et cela pour assurer une place de leader au niveau européen et mondial. A cet effet la France a choisi le sud de l'Algérie pour le développement et le test de ces armes à destructions massives.

En 1957, le gouvernement français a choisi une zone de 108 000 Km² situé à plus de 50 Km au sud-ouest de Reggane (Hamoudia dans le désert de Tanezrouft), pour développer son programme. Le nom du code de ce programme est « Gerboise ».

Après l'étude approfondie de la zone de Hamoudia, la France a tranché sur les essais aériens. Un essai aérien est effectué en construisant une tour (en acier) de 50 à 100 m et puits mettre la bombe au sommet de cette tour.

II/3/Programme Gerboise :

L'application du programme des essais aérien est baptisé « Gerboise » et a été effectué dans la région de Reggane (Hamoudia).

Quatre tirs aériens ont eu lieux, les détails sont portés sur le tableau suivant :

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Tableau II.15 : Tirs aérien effectués à Reggane

Nom du tir	Date dutir	Longitude	Latitude	Type	Puissance
Gerboise Bleue	13 Février 1960	0°03'26" O	26°18'42" N	Tour 100 m	70 KT
Gerboise Blanche	1 ^{er} Avril 1960	0°06'09" O	26°09'58" N	Surface	Mois de 5KT
Gerboise Rouge	27 Décembre 1960	0°07'25" O	26°21'13" N	Tour 50 m	Mois de 5KT
Gerboise Verte	25 Avril 1961	0°04'24" O	26°19'18" N	Tour 50 m	Mois de 5KT

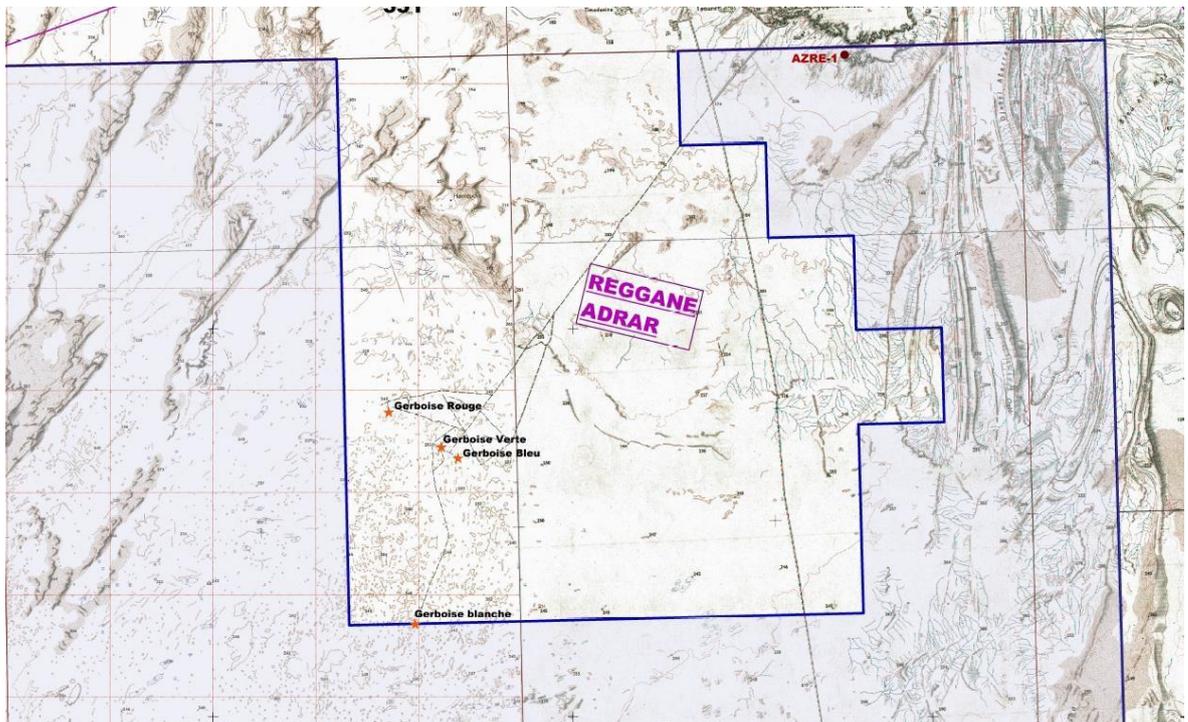


Figure II.17: Carte de gerboise

La gerboise Bleue est la première bombe qui a explosé avec une puissance de 70 KT, elle est montée sur une tour (pilonne) de 100 m de hauteur par rapport au sol. Cette première explosion est suivie de la gerboise blanche d'une puissance de 5 KT, mais cette bombe est posée sur la surface du sol (essai en surface). Puis arrive la gerboise rouge et la verte en dernier lieux avec une puissance de 5 KT chacune, elles sont montées sur des pilonnes de 50 m.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

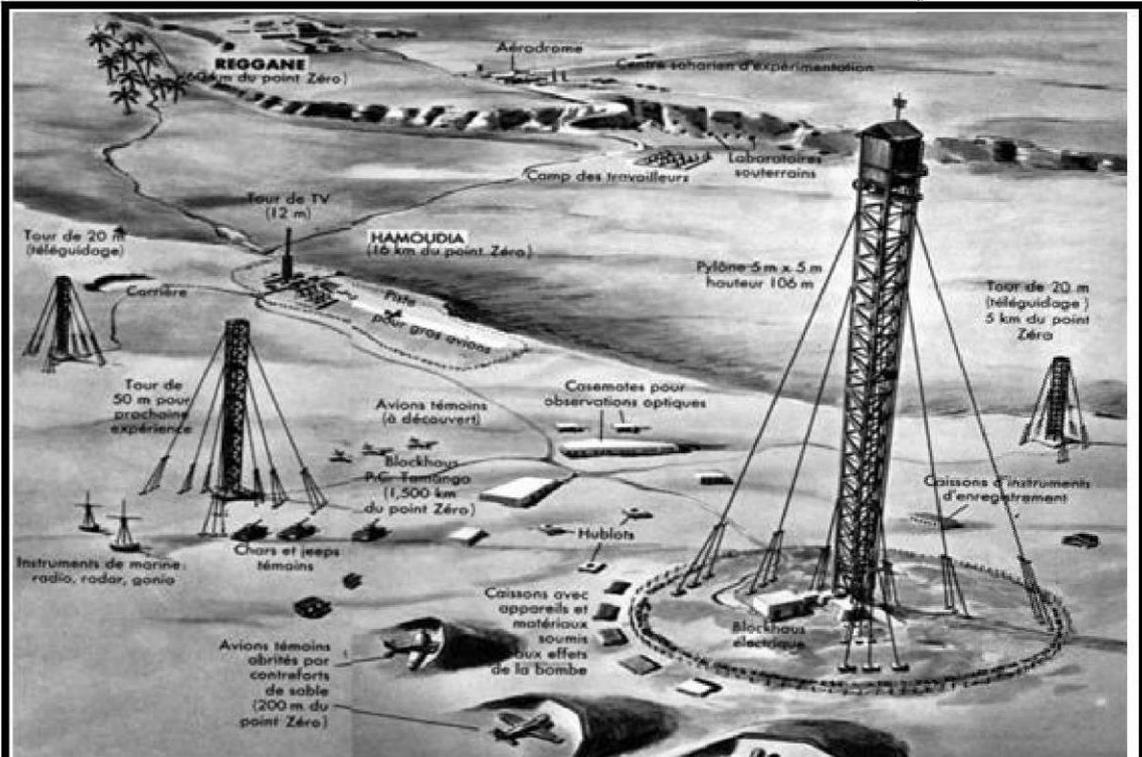


schéma descriptif de la zone de tir



Pylône de la Gerboise Bleue

Figure II.18: Schémas installations de tirs.

II/3/1/Les gerboises :

II/3/1/1/La gerboise bleue :

La gerboise bleue est le premier essai réalisé par la France sur le sol Algérien, d'une puissance de 70 KT (4 fois plus puissante que celle d'Hiroshima).

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :



Figure II.19: Gerboise Bleue (point zéro et le sphinx).

II/3/1/2/Gerboise Blanche :

Le 1er Avril 1960, la France a réalisé son deuxième (02) essai nucléaire (gerboise blanche) avec une puissance de 5 KT. Lors de notre visite du point zéro et ces environ, on a remarqué :

L'absence de cratère ;

La présence de peu de déchets ; Le faible taux d'irradiations **gerboise Rouge** :

Le 27 Décembre 1960, la France a réalisé son Troisième (03) essai nucléaire (gerboise rouge) avec une puissance de 5 KT. Lors de notre visite du point zéro et ces environ.

On a remarqué : L'absence de cratère ;

*Un taux faible de radioactivité ;

*Présence d'un tunnel (on ignore son rôle) ;

*La présence de déchets métalliques ;

*La présence d'un missile (usé) aux alentours.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

II/3/1/3/Gerboise Verte :

Le 2 Avril 1961, la France a réalisé son Quatrième (04) essai nucléaire (gerboise Verte) avec une puissance de 5 KT. Lors de notre visite du point zéro et ces environ. On a remarqué :

L'absence de cratère ;

La présence de déchets métalliques ; La présence d'un tunnel ;

Le faible taux de la radioactivité ; La présence de monticules.

II/3/2/Les normes admissibles :

(Source: Document d'information édité par le ministère de l'Écologie et du Développement durable, direction de la Prévention des pollutions et des risques, sous-direction de la Prévention des risques majeurs Conception et réalisation : Alp'Géorisques [38420 Domène], IRMA - Institut des risques majeurs [38000 Grenoble], Graphies [38240 Meylan]. Décembre 2002).

Les normes fixent les limites d'irradiation (externe, plus interne s'il y a lieu) à ne pas dépasser durant l'année pour la population (irradiation naturelle) et pour les travailleurs de l'industrie nucléaire, susceptibles d'être exposés à des rayonnements.

Le becquerel ne mesure que l'émission de radioactivité par une source : cette unité n'est pas adaptée à l'estimation du risque pour l'homme. C'est le sievert qui doit être utilisé.

Actuellement, les normes d'exposition à une irradiation résultant d'une activité nucléaire sont les suivantes :

Irradiation annuelle à ne pas dépasser pour la population : un milli sievert (1 mSv)
irradiation annuelle à ne pas dépasser pour les travailleurs :

Cinquante milli sievert (50 mSv), mais pas plus de 100 mSv en cinq ans.

Avec la directive européenne n° 92-29 du 13 mai 1996, qui doit être transposée dans les législations nationales, cette limite va être ramenée pour les travailleurs à vingt millisievert (20 mSv) par an.

L'irradiation d'origine naturelle subie en moyenne chaque année, est d'environ 2 mSv

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Provenant du rayonnement cosmique (0,4 mSv au niveau de la mer), de l'irradiation externe par des éléments radioactifs naturels contenus dans les sols comme le potassium 40 ou l'uranium (0,4 mSv) et de l'irradiation interne par suite de l'ingestion et de l'inhalation des radioéléments naturels, principalement le potassium 40 et le gaz radon (1,2 mSv).

L'irradiation provenant des pratiques médicales (radiographie par exemple) représente environ 1 mSv par personne chaque année. À titre d'exemple, une radiographie du thorax délivre en moyenne une exposition de 0,04 mSv, une radiographie du bassin 1,5 mSv et une radiographie du rein 6 mSv.

II/3/3/Les sujets exposés aux radiations :

Après chaque tir effectué, une campagne de dosage était menée sur le terrain, pour faire des reconnaissances radiologique. Des opérations terrestres ont été menées dans le but de connaître l'impact sur des sujets, présentés en milieu contaminés.

Par ailleurs des équipements inertes ont été exposés à l'irradiation : des chars de combats, avions, camions, mannequins et des animaux vivants (dans des cages).



Figure II.20 : Sujets exposés aux radiations après tirs.

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

II/4/Etat des lieux impact et mesures des taux de radio activité par le gouvernement algérien :

II/4/1/Etat des lieux :

Après la fin du programme « Gerboises », tous les équipements et matériels contaminé sont été en fouis dans la zone de Hamoudia.

II/4/2/Mesures prises par le gouvernement algérien en 1999

En 1999, le gouvernement Algérien a demandé à l'agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), de conduire une mission d'évaluation de la situation radiologique sur les sites des essais (Hamoudia).

Les experts de l'AIEA ont constaté que la pluparts des zones entourant les sites où les essais ont été menés n'ont que de faibles activités radioactives résiduelles à l'exception de : Gerboise bleue et Gerboise blanche. Cette différence est due probablement à la charge élevée de la gerboise bleue (70 KT : 14 fois plus importante que les autres gerboises) et au type de l'essai pour la gerboise blanche (essai en surface) qui a causé plus de dégâts que les autres.

En 2006, une clôture autours des endroits dangereux a été posées pour éloigner les curieux, et Cela après une campagne de mesure faite par des experts de COMENA. La clôture mesure 12000 m linéaire. Les résultats issus de la campagne de mesure de COMENA sont disponibles seulement pour la gerboise bleue (où le taux est le plus élevé), ce taux et de :

Au point zéro : 0.72 microSv.

Point proche du point zéro : 2.6 microSv.

II/4/3/L'impact des essais nucléaire (gerboises)

Les risques sanitaires qu'a encourus la population résidente dans la région ont été engendré par les irradiations nucléaires ayant causé des lésions secondaires aux mutations génétiques, tels que les malformations, observées chez les enfants et œufs.

Dans ce contexte, il a été enregistré des malformations osseuses, des maladies dont l'origine est lié au déficit et dérèglement enzymatique ; des cas d'avortement répétitifs,

Chapitre II: Délimitation de la zone d'étude :

Des cas de mortalité infantile néo-natal et de petite enfance, des cas d'anémie chez les enfants et les femmes enceintes ainsi que l'atteinte des cellules cérébrales et de certaines glandes, plus particulièrement les glandes thyroïdiennes (glandes responsables des sécrétions des hormones dans les tissus).

A noter aussi l'apparition de certain cas de cancer multiples ayant une relation certaine avec l'exposition des habitants de Reggane et environs aux radiations permanentes comme le cancer de larynx et la moelle osseuse.

La détection de ces maladie, a été rendu possible grâce aux avancés technologique dans le domaine de la médecine et la disponibilité des infrastructures de soins dans la région. L'état du relief dans la région (plat), a permis aux radiations de parcourir des distances importantes, ce qui augmente le risque de contamination des eaux de surface, du sol, de la faune et la flore. Comme l'écosystème de la région est fragile, si un seul maillon est touché c'est tous les autres qui seront touchés.

A noter aussi l'apparition de certain cas de cancer multiples ayant une relation certaine avec l'exposition des habitants de Reggane et environs aux radiations permanentes comme le cancer de larynx et la moelle osseuse.

La détection de ces maladie, a été rendu possible grâce aux avancés technologique dans le domaine de la médecine et la disponibilité des infrastructures de soins dans la région. L'état du relief dans la région (plat), a permis aux radiations de parcourir des distances importantes, ce qui augmente le risque de contamination des eaux de surface, du sol, de la faune et la flore. Comme l'écosystème de la région est fragile, si un seul maillon est touché c'est tous les autres qui seront touchés.

Chapitre III : Généralité sur les hydrocarbures :

Chapitre III : Généralité sur les hydrocarbures :

III/1/ Les hydrocarbures [8] :

Connu depuis la plus haute antiquité, le pétrole est une huile minérale. Le mot vient du latin *petraoleum* «huile de pierre». Il se trouve principalement dans le sous-sol à partir duquel on l'extrait par forage. On peut aussi le trouver à même le sol où il affleure.

Le pétrole brut est un mélange de divers types d'hydrocarbures. Les qualités du pétrole naturel (appelé pétrole brut, ou simplement brut) varient considérablement selon la prédominance des uns et des autres produits qui le composent auxquels sont associés des composés oxygénés, azotés et sulfurés.

Le pétrole produit en Algérie appelé Sahara blend est de haute qualité du fait de qu'il soit composé essentiellement de produits légers et moins polluant. Il est donc plus facilement raffiné pour être transformé en essences.

Le gaz naturel est un mélange d'hydrocarbures très légers. Il est composé essentiellement (70 à 95%, en volume, selon le gisement) de méthane (l'hydrocarbure le plus léger). Il est associé à d'autres hydrocarbures ou alcanes (éthane, propane, butane,...)

Le gaz naturel peut être utilisé, comme les autres combustibles fossiles, charbon et pétrole, aussi bien comme combustible et carburant que comme matière première.

Dans la nature le gaz est inodore et l'odeur qu'on ressent dans les ménages, ce n'est qu'un produit qu'on rajoute pour pouvoir le reconnaître et éviter ainsi des accidents.

Les hydrocarbures sont des composés, comme leur nom l'indique, d'atomes d'hydrogène et d'atomes de carbone

Chacun de ces hydrocarbures est constitué d'un nombre différents d'atomes de carbone et d'hydrogène organisés en molécules de taille et de structure différentes, déterminant ainsi leur état physique : on a alors des hydrocarbures solides, liquides et gazeux.

Ainsi, les hydrocarbures aux molécules très lourdes, contenant un grand nombre d'atomes de carbone et d'hydrogène, sont des solides tels que le goudron utilisé pour les routes et la cire qui sert à faire les bougies.

Les hydrocarbures dont les molécules sont plus légères sont liquides tels que l'essence

Chapitre III : Généralité sur les hydrocarbures :

Utilisée comme carburant et les huiles de graissage des véhicules.

Enfin, les hydrocarbures dont les molécules sont très légères parce qu'elles ne contiennent que quelques atomes de carbone et d'hydrogène sont des gaz.

Les hydrocarbures présentent une grande importance commerciale : on les utilise comme carburants, comme combustibles, comme huiles lubrifiantes etc

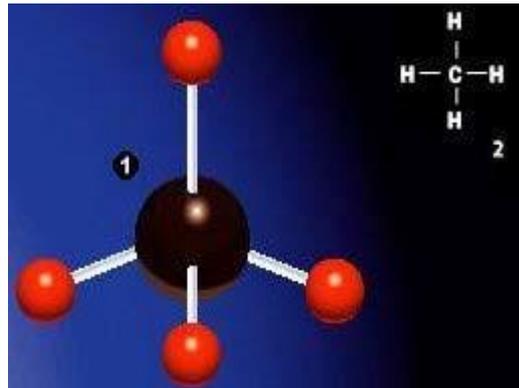


Figure III.01: Molécule du Gaz Méthane (formule : CH₄)

III/2/ Comment se forment les hydrocarbures et la composition du pétrole brut :

La formation des hydrocarbures est étroitement liée à l'histoire géologique de la terre dont le temps se mesure en millions d'années.

En effet, la répartition géographique des reliefs et des océans n'était pas ce qu'elles sont aujourd'hui. Initialement, la Terre était constituée d'une seule et grande masse continentale, appelée Pangée, entourée d'un grand océan. Il y a de cela plus de deux cent millions d'année.

Au cours des temps géologiques, les mouvements de fluide visqueux ou magma portée à de très grandes températures et de pression en profondeur de la terre ont provoqué des fissurations au fond des océans.

En remontant, ce fluide poussent et fait déplacer les couches rigides (lithosphère) sur les moins rigides (asthénosphère). C'est le phénomène de tectoniques de plaques.

C'est par ce phénomène que l'activité volcanique et sismique est expliquée

Chapitre III : Généralité sur les hydrocarbures :

Les limites entre chaque plaque sont le lieu privilégié des volcans et des tremblements de terre que nous connaissons.

Ces mouvements des plaques ont entraîné par étirement ou par compression dans les couches rigides des cassures et en genre ainsi des dépressions ou cuvettes appelées bassins sédimentaires.

Dans ces bassins vont s'accumuler des dépôts sédimentaires. Ces dépôts ou sédimentation sont issus de l'érosion des reliefs mais aussi par des précipitations chimiques à l'intérieur même du bassin.

Ainsi au cours de millions d'années, les successions de dépôts et d'accumulations se sont superposées pour former les différentes couches géologiques qui par la suite en se consolidant elles forment les couches géologique qu'on peut observer en surface ou on affleurement. Les montagnes par exemple sont constituées de ces différentes couches plissées.

En général ces couches sont plissées et se présentent de différentes formes car elles subissent constamment des pressions ou contraintes depuis leur genèse dans le bassin sédimentaire.

Certaines couches de par leur origine et leur composition donnent naissance à des hydrocarbures et peuvent même les renfermer dans leurs structures. C'est tout un processus physico-chimique, Comment ?

La formation des hydrocarbures suit tout un processus :

Lors des dépôts dans le bassin, les sédiments peuvent être accompagnées par de la matière organique issue principalement d'organismes vivants (animaux essentiellement de planctons ou végétaux), dans les océans se retrouvent ainsi après leur mort au fond du bassin ou entraînés par l'érosion à partir des continent jusqu'au bassin.

Chapitre III : Généralité sur les hydrocarbures :

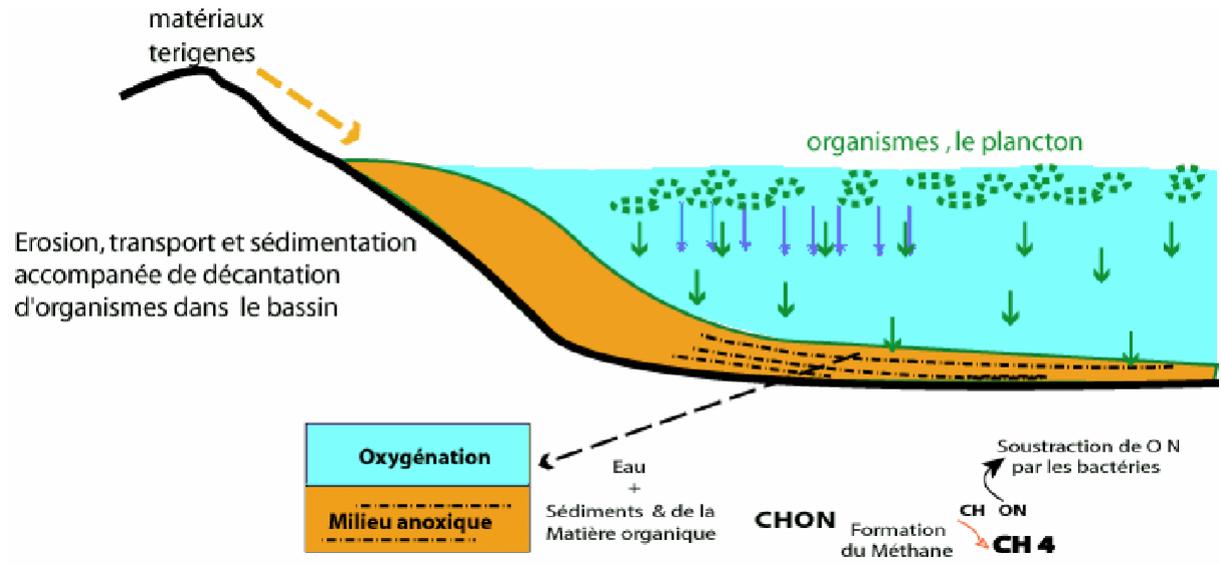


Figure III .02 : La formation des hydrocarbures

Au cours des temps géologiques, les couches contenant cette matière organique appelée roche-mères vont être au fur et à mesure que se réalisent d'autres dépôts, se retrouver enfouies en profondeur, superposées par d'autres couches géologiques.

Elles peuvent alors se retrouver à des profondeurs importantes où les conditions de température et de pression deviennent de plus en plus importantes et le milieu devient de plus en plus pauvre en oxygène.

Dans ces conditions, cette roche mère va, selon un processus physico-chimique en fonction de l'augmentation de la température et du temps, va générer et expulser les hydrocarbures dans le bassin sédimentaire.

Et si l'enfouissement continue davantage avec accompagnement d'une élévation de température, la réaction chimique va encore évoluer pour former du gaz.

Lorsque les hydrocarbures sont expulsés, de la roche mère où ils ont pris naissance, ils vont se déplacer à travers les roches poreuses comme dans une éponge.

Migration et piégeage des hydrocarbures :

On dit qu'ils migrent ou se déplacent sous l'effet soit de la pression des couches de sédiments. Ce déplacement s'effectuera à partir de zones basses à forte pression vers les zones hautes à faible pression.

Chapitre III : Généralité sur les hydrocarbures :

Leur migration se poursuit jusqu'à ce qu'ils soient arrêtés par une couche de terrain imperméable (argiles ou sel par exemple) et si l'ensemble est plissé, ils se retrouvent alors "piégés" sur une structure dite anticlinale et constituent ainsi un gisement d'hydrocarbures que les explorateurs recherchent.

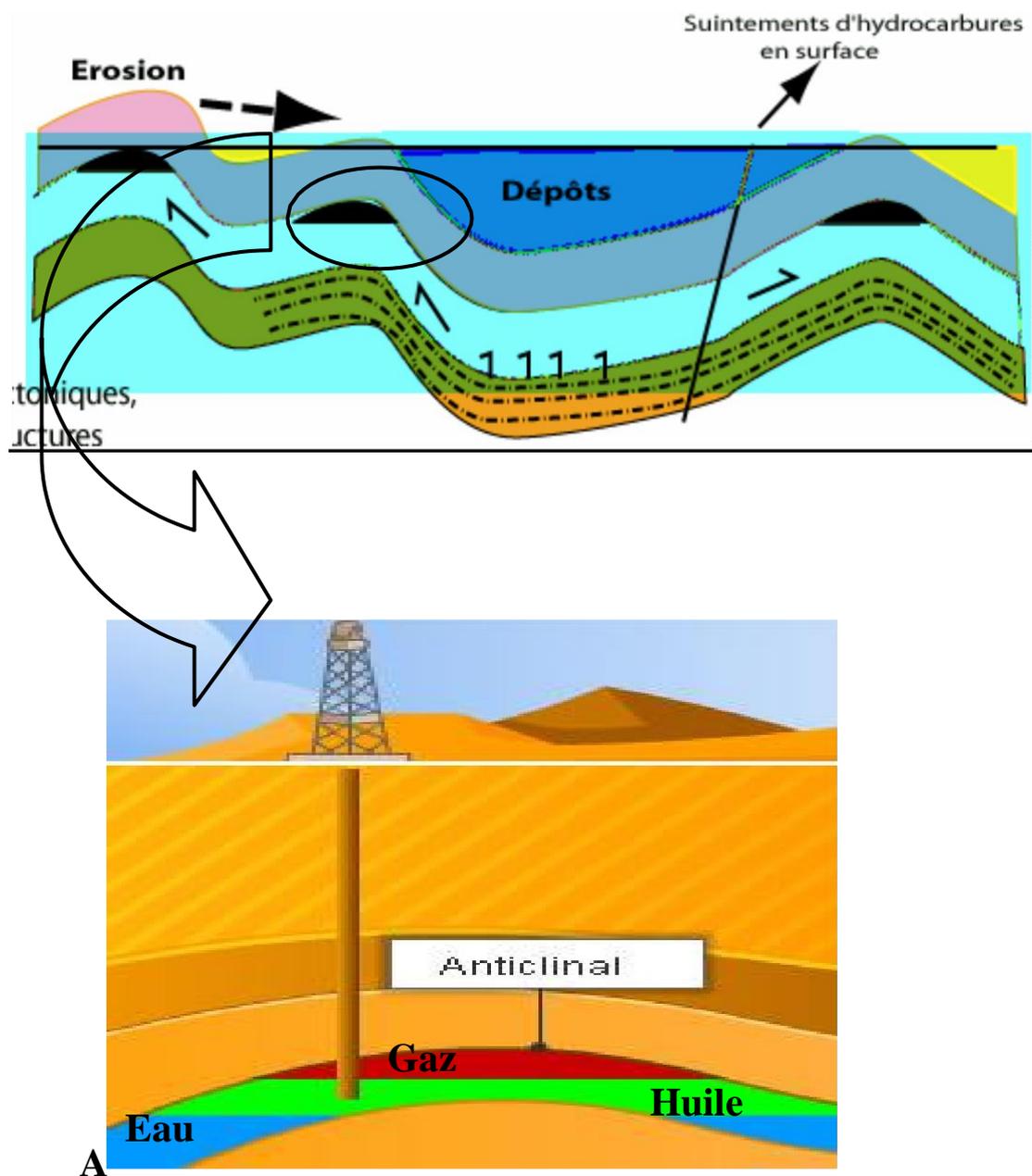


Figure III.03 : Migration et piégeages des hydrocarbures

A, Déplacement ou migration des hydrocarbures des zones basses vers les zones hautes où ils vont se piéger

B, Séparation des fluides dans un gisement en fonction de leur densité respective

En profondeur, une fois les hydrocarbures sont ainsi piégés, et en fonction de la densité

Chapitre III : Généralité sur les hydrocarbures :

Respective, le gaz occupera la partie la plus haute, suivie du pétrole puis de l'eau.

Mais, il arrive parfois que les hydrocarbures ne rencontrent pas d'obstacle lors de leur migration, ils atteignent dans ce cas la surface. C'est pour cette raison qu'on rencontre en surface dans des couches géologiques des traces de bitumes de couleur noire. En fait, il s'agit là d'un témoin de l'existence des hydrocarbures et constitue un indice de recherche sérieux pour les explorateurs.

Aussi, c'est ces hydrocarbures de surface sous forme de bitumes visqueux qui ont été durant l'antiquité utilisés pour leurs vertus médicinales et domestiques durant l'antiquité.

Les premiers travaux d'exploration pour découvrir des gisements d'hydrocarbures ont commencées à partir de ces observations où des hydrocarbures ont suinté, bien avant l'existence des techniques modernes d'exploration. C'est l'une des preuves irréfutables de l'existence de roche mère génératrice d'hydrocarbures dans un bassin sédimentaire.

La composition du pétrole brut :

Le pétrole brut se compose à 85 % de carbone et à 10 % d'hydrogène. Pour le reste, il contient diverses impuretés (sédiments, eau, sel, soufre et azote) qu'il conviendra d'éliminer au cours du raffinage pour éviter tout problème de corrosion ou d'encrassement et pour répondre aux contraintes réglementaires.

Le pétrole brut contient, en proportions variables, quatre types d'hydrocarbures qui influencent la qualité des produits finaux :

- les paraffines, des chaînes de carbone et d'hydrogène linéaires.
- les isoparaffines, des chaînes de carbone et d'hydrogène non-linéaires.
- les naphènes, des hydrocarbures cycliques.
- et les aromatiques, des hydrocarbures cycliques qui présentent des liaisons carbone doubles .



Chapitre IV: Le forage

Chapitre IV : Le forage :



IV/1/Vue générale sur le forage [9] :

On appelle "forage pétrolier" l'ensemble des opérations permettant d'atteindre les roches poreuses et perméables du sous-sol, susceptibles de contenir des hydrocarbures liquides ou gazeux.

L'implantation d'un forage pétrolier est décidée à la suite des études géologiques et géophysiques effectuées sur un bassin sédimentaire. Celles-ci nous permettent de nous faire une idée de la constitution de sous-sol et des possibilités de gisements, sans pour autant préciser la présence d'hydrocarbures. Celle de l'opération de forage proprement dite confirme alors les hypothèses faites et mettre en évidence la nature des fluides contenus dans les roches.

IV/2/Principe du forage :

Le forage d'un puits s'effectue généralement à l'aide de la méthode dite Rotary (rotation de tiges de forage).

Le train des tiges de forage reçoit son mouvement circulaire par l'intermédiaire d'une table de rotation ou d'une tête d'entraînement motorisée liée au treuil. Le forage Rotary consiste à utiliser les trépan à molettes dentées ou des trépan diamantés. L'action combinée du poids sur les trépan et de sa rotation permet aux dents ou au diamant de détruire les roches.

Au fur et à mesure de son avancement, il faut isoler et consolider le trou au moyen de tubes appelés cuvelage. Ce dispositif est complété par la cimentation de l'espace annulaire, espace subsistant entre celui-ci et la paroi du trou de sonde.

Une circulation de boue permet de refroidir et nettoyer le trépan, améliorer la tenue des parois du trou et remonter les déblais à la surface. Elle permet également le maintien, en fond de puits d'une pression qui empêche toute venue d'hydrocarbures ou autres fluides des couches traversées lors du forage.

Tout puits en cours de forage est équipé en surface d'un bloc obturateur qui est composé d'un empilement de mâchoires. Ce dispositif assure un verrouillage rapide du puits en cas d'urgence. D'autres méthodes de forage existent mais elles sont peu utilisées.

Chapitre IV : Le forage :



IV/3/Matériel du forage :

Le matériel de forage est conçu pour permettre :

- La rotation du train de tiges,
- Le contrôle du poids sur l'outil,
- La circulation du fluide de forage,
- La manœuvre du train de tiges pour le changement des outils et l'ajout de tige.

Le levage est assuré par la tour de forage (ou "derrick") et le treuil, la rotation par la table de rotation ou la tête d'entraînement motorisée liée au treuil, et le pompage par un ensemble comprenant les bacs à boues et les pompes à boues.

IV/4/Principales composantes de l'appareil de forage:

L'appareil de forage comportera les équipements suivants :

- Treuil,
- Deux moteurs : Diesel, équipé de compresseur et système de fermeture automatique,
- Un compresseur,
- Une tête d'injection,
- Deux pompes à boue,
- Deux pompes de surcharge,
- Un bac du tamis vibrant,
- Deux bacs intermédiaires,
- Deux tamis vibrants,
- Un dessableur : composé de deux cyclones,
- Un désilteur / mudcleaner,
- Un cyclone montant.



Figure IV.01 : Appareil de forage

IV/5/Moyens et Mesures de sécurité :

Le contractant de forage appliquera les stricts moyens de contrôle pour toutes les activités qui présentent des risques d'accident. Il établira et renforcera des procédures et des mesures de sécurité spécifiques afin de réduire les risques.

IV/5/1/Sécurité contre les éruptions :

Toutes les dispositions sont prises pour parer aux éventuels risques d'éruption. Elles comprennent notamment :

- *La puissance hydraulique suffisante fournie par les pompes à boue,
- *La constitution d'une réserve suffisante de baryte et d'alourdissant pour corriger la densité de la boue, si nécessaire,
- *L'ancrage et la cimentation des tubages,
- *L'utilisation permanente de dispositifs de fermeture des tubages et des tiges et leur test régulier.

L'appareil de forage est équipé d'obturateurs anti-éruption (BOP : Blow Out Preventers) permettant à tout moment et en cas de besoin de fermer le puits et de prévenir tout risque d'émission dangereuse. En cas de venue, la fermeture de l'obturateur permettra de placer le puits sous contrôle dans l'attente du réajustement de la densité de la boue de forage.

Chapitre IV : Le forage :

IV/5/2/ Matériel de lutte contre l'incendie :

Les équipements de forage, du test de production de puits et toutes les installations annexes sont dotés d'extincteurs appropriés aux diverses classes de feux. Les moyens de lutte contre les incendies seront clairement indiqués et facilement accessibles. Ce matériel sera vérifié périodiquement par des personnes qualifiées et spécialement désignées à cet effet.

IV/5/3/Moyens humains et campement :

L'équipe de travail sur site sera composée d'environ 80 personnes. Elle sera installée dans un camp établi à proximité des sites de forage. Le personnel est hébergé dans des locaux pourvus d'installations sanitaires, de réserves d'eau potable suffisantes ainsi que des moyens appropriés de stockage de vivres, de régulation de température et d'éclairage. Le personnel est également formé dans le domaine de la prévention des risques professionnels et formé et sensibilisé en prévention en matière de sécurité et santé au travail, notamment le stockage et la manipulation des substances, produits ou préparations dangereuses en milieu de travail et ce selon la réglementation algérienne.

IV/5/4/Approvisionnement en eau :

Les besoins en eau de forage seront approvisionnés par camions citernes à partir des puits d'eau existants ou réalisés par Sonatrach.

IV/5/5/Energie :

Les besoins en électricité de l'unité de forage et des quartiers d'habitation sont assurés par 4 groupes électrogènes diesels autonomes. La consommation journalière de diesel est estimée à 275 L/jour. Le stockage de diesel se fera dans des citernes entourés d'un merlon de protection, à l'abri des feux ouverts, étincelles ou autres causes d'échauffement.

IV/6/Programme de forage [10] :

IV/6/1/Préparation du site de forage :

Les opérations de préparation du site de forage consistent essentiellement en :

- L'ouverture d'une piste large de 8 m vers le site du forage,

Chapitre IV : Le forage :

- La construction d'une plateforme en béton armé pour l'installation de l'appareil de forage et ses équipements annexes,
- L'aménagement de deux bourniers étanches pour la récupération de la boue,
- L'aménagement d'un bassin étanche destiné au stockage d'eau nécessaire pour les différentes opérations du forage. L'eau sera véhiculée au site du puits par des camions citernes,
- L'installation d'un bac de stockage étanche destiné à la récupération des huiles usées,
- La construction de fosses septiques,
- La construction de plateformes en béton sous les bacs de boue et sous les pompes,
- L'aménagement d'une aire pour l'installation du campement,
- L'aménagement d'une zone de stockage des produits chimiques.

IV/6/2/Mobilisation des équipements de forage

L'appareil de forage et les équipements d'assistance sont devisés en plusieurs modules afin de faciliter leur transport, ils sont ensuite remontés sur place. Typiquement une installation de forage comprend :

- L'appareil de forage,
- Les équipements auxiliaires de forage (pompes, tuyauterie, etc.),
- Les bacs de préparation et de stockage des boues,
- Les réservoirs de stockage de diesel,
- Les ateliers d'entretien,
- Les containers magasin,
- Les groupes de puissance,

Chapitre IV : Le forage :

- Les caravanes du camp (bureaux, cuisines, dortoirs, etc.).

La mobilisation (D.T.M) d'un appareil est l'opération qui consiste à assurer le transfert de cet appareil, d'un site à un autre. Cette opération se réalise en trois (3) phases :

- Le Démontage : Il s'agit de la première phase durant laquelle le personnel de l'entrepreneur ou contractant de forage regroupe les éléments constitutifs de l'appareil en colis transportables.
- Le Transport : Il s'agit du transfert des colis constitués, du site de départ au nouveau site de forage.
- Le Montage : S'effectue au nouveau site de forage et a pour but de rendre l'appareil opérationnel.

Généralement, l'opération de mobilisation (D.T.M) englobe le transfert de l'appareil proprement dit et celui du camp de base vie.

IV/6/3/Installation de campement du personnel :

Un campement sera installé à 200 m de l'appareil de forage. Il comportera les installations nécessaires à l'hébergement, la restauration et le loisir dont notamment : cabines de couchage, cabines de douches et de garniture, salle de TV, cuisine, restaurant, infirmerie, cabine de réfrigération, un magasin pour la nourriture, réservoirs d'eau, générateurs d'électricité et réservoir de diesel fuel.

Chapitre IV : Le forage :

IV/7/Travaux de forage :

Coordinates		Geological		AZRAFIL EST-1 (EXPLORATION) AZRE-1		Basin: REGGANE Permian:Rezkallah Bloc: 334 Rig : TP158								
UTM		Geological												
E= 831 848,00 m		Long= 9 172, 7628° East												
Y= 2 952 530,00 m		Lat= 29°39'25.55352" North												
History Table: 248, 0 m		MGL: 23, 20 m												
RMB: 9,160 m														
Scale	Age	Etage	Top/ Surf. (m)	Top-RKB (m)	Thick(m)	Lith	Lithologie	Case DST	Casing Seat Program	Mud	SBT/FIT	Logging Program		
0-2000	CENOZOIC	Continental Intercalaire	0 m	9 m	288 m		Sable moyen à grossier avec intercalation de niveaux de grès et d'argile. Rares niveaux de calcaire et de dolomie.		26 in X 18 5/8 in @ 400 m clean shale 240 m inside Viséen formation Or at the first evidence of Dolerite	KOL Polymer d = 1,12 - 1,15 sg	n/a	n/a		
200-600	SUPERIOR	Namurian	288 m	207 m	520 m		Argile brun-rouge silteuse, légèrement carbonatée à passées de grès, de calcaire et rares niveaux d'anhydrite.			HPWBM : d = 1,35-1,45 sg		GR-DAL-CAL-GR (jusqu'au surface) GR-DAL-CAL-CCL (GR)		
600-2000		INFERIEUR	Viséen	808 m	817 m	1200 m	Alternance d'argile grise, fossilifère, de calcaire gris, dolomitique, et d'anhydrite blanche. Ensemble argilo-carbonaté; Calcaire gris fossilifère et argile grise, silteuse. Fines passées de grès. Niveaux de grès gris clair, fin à moyen, silico-argileux intercalés par des argiles noires, silteuses et rares passées de calcaire. Argile gris-noir, silteuse avec rares intercalations de grès.		16 in X 13 3/8 in @ 2005 m clean shale 13 m above Tourmizian formation		OBM d = 1,40- 1,55 sg			GR-DAL-CAL-GR (jusqu'à Couronné) GR-CBL-VOL-CCL du p5/8 (13'30) GR-INTEX (si mauvaise cimentation)
2000-2188	Tourmizian			2008 m	2 017 m	180 m	Alternance des niveaux d'argile gris-foncé, silteuse et de grès gris-blanc, fin et silteux.							
2188-2353	DEVONIAN SUP			Strunian	2188 m	2 197 m	165 m	Argile gris-foncé à noire, silteuse, micacée avec intercalations de grès gris-clair, fin et silico-argileux		TOL=2500 m	mud density @ Top of Famenian d = 1,65 sg			
2353-2700		Famenian	2353 m	2 382 m	1265 m	Argiles gris-foncé à noires, silteuses, micacées avec fines passées de grès, de silt et de calcaire gris. Traces de pyrite.		12"1/4 x 9"5/8 @ 2700 m						
2700-3081	MOYEN	Fransian	3018 m	3 027 m	100 m	Argile gris-foncée avec fines passées de silt et de bancs de calcaire gris blanc.								
3081-3170		Givetian	3081 m	3 087 m	50 m	Calcaire gris-beige, dur, fossilifère avec des intercalations d'argile noire.		8"1/2 x 7" Liner @ 3936 m						
3170-3260	DEVONIAN INF	Couvenian	3170 m	3 867 m	85 m	Argile noire, silteuse à gréseuse, micacée, pyriteuse avec fines passées de calcaire		10 m above Top Emcian						
3260-3350		Emesian	3260 m	3 947 m	85 m	Grès gris blanc, fin rarement moyen, silico-carbonaté intercalé par des niveaux d'argile gris-noir et de calcaire.								
3350-3440		Siegnian	3350 m	4 047 m	85 m	Grès gris clair à gris-bleu, fin à très fin, avec argile gris noir à noire, indurée, silteuse et micacée								
3440-3530		Gedinian	3440 m	4 127 m	115 m	Grès gris-clair à gris-bleu, fin à moyen, avec présence d'argile gris-noir à noire, silteuse et micacée								
3530-4288	SILURIEN		4238 m	4 247 m	47 m	Argile grise à noire, silteuse micacée avec présence de grès gris-clair à blanc très fin silico-argileux		6" x 4"1/2 Liner @ 4288 m						
Final Depth TD= 4288m						Dolerite								
Offset Wells AZSE-1, AZSE-2_ST1 et AZSE-3_ST1						Reservoir pressure at Top Siegenian = 426 bar								

Figure IV.02 : programme de forage

Chapitre IV : Le forage :

IV/8/Section de forage :

Compte tenu de la nature des différentes couches géologiques, le programme du puits à forer sera composé de Cinq phases :

- Phase 26" : Elle correspond à la première phase du forage. Le trou correspondant est de 26 pouces de diamètre
- Phase 16" : C'est la deuxième phase. Le trou correspondant est de 16 pouces de diamètre.
- Phase 12" 1/4 : Troisième phase. Le trou correspondant est de 12.25 pouces de diamètre.
- Phase 8" 1/2 : C'est la quatrième phase. Le trou correspondant est de 8.5 pouces de diamètre.
- Phase 6" : C'est la cinquième phase. Le trou correspondant est de 6 pouces de diamètre.

IV/8/1/Tubage :

Les changements successifs de la nature des formations et de la pression interne à la roche, appelée aussi pression du port, induisent la nécessité de tubages supplémentaires, car il ne serait pas possible de mettre en place un seul tube capable de supporter toutes les contraintes. Les différents casings permettront d'isoler les couches et ce par l'intermédiaire de la gaine de ciment.

Avec la conception de tubage ci-dessus, le forage est susceptible de permettre une bonne production en cas de découverte, mais aussi d'effectuer toutes les interventions sur le puits. Ce cuvelage doit aussi permettre de protéger toutes les couches et les eaux souterraines intermédiaires de tout contact avec le fond du puits.

TABLEAU IV.01 :forage et cuvelage

Diamètre trou de Forage	Diamètre de casing
26"	18 5/8"
16"	13 3/8"
12 1/4"	9 5/8"
8 1/2"	7" Liner
6"	4 1/2" Liner

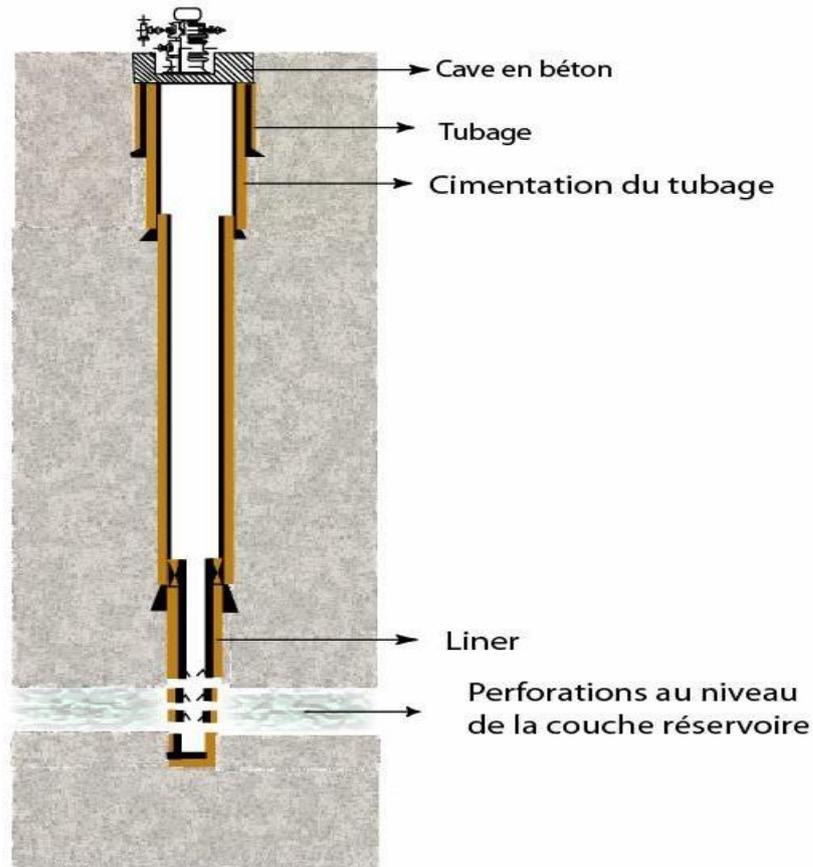


Figure IV.03 : Différentes phases de forage (Tubage en noir, Cimentation en marron)

IV/8/2/Cimentation:

La cimentation est réalisée par la société de services, elle consiste en la mise en place d'un laitier de ciment approprié, à une cote donnée du puits et dans l'espace annulaire entre le trou foré et le casing en place. Il s'agit d'injecter le ciment directement à l'intérieur du tubage ou à travers les tiges de forage, de façon à le faire ensuite remonter dans l'annulaire jusqu'à une hauteur prédéterminée.

Il existe différents types de cimentation répondant chacun à un objectif bien précis à savoir :

- Isoler une couche productrice des couches adjacentes,
- Assurer mécaniquement les tubages dans la formation,
- Protéger ces tubages contre la corrosion due aux fluides contenus dans les couches traversées,

Chapitre IV : Le forage :

- Fournir une base étanche aux équipements de contrôle et de sécurité des équipements installés en tête de puits,

La pose de bouchons de ciments en cours de forage, est réalisée dans le but :

- D'abandon d'un puits par isolement des couches perméables et fermeture définitive par bouchon de ciment au sabot de la colonne
- De fermeture d'un niveau aquifère
- D'obturer des zones à perte de boue de forage
- De servir de point d'appui à un forage dévié ou à une assise de train de test
- D'abandonner un réservoir déplétif avant de mettre en production un niveau supérieur

Le laitier utilisé pour la cimentation est composé essentiellement de ciment et d'eau, auxquels sont ajoutés un ou plusieurs additifs ayant chacun un rôle déterminé. Diverses catégories de ciment définies par les normes API, sont prévues selon la profondeur et surtout la température du fond du puits et l'éventualité de contact avec des eaux de formations corrosives. Il y a 9 classes de laitiers définies par les normes API 10, indexées d'A à J et utilisées différemment.

Le ciment est livré généralement en sacs puis il est mélangé aux différents additifs pulvérulents prévus, pour être acheminé vers le puits. L'opération de cimentation est effectuée par une unité de cimentation regroupant un certain nombre de moyens, à savoir :

- Des bacs d'eau,
- Une ou plusieurs pompes centrifuges servant à l'alimentation des bacs, au mélange des fluides et au gavage des pompes haute pression,
- Une ou deux pompes à haute pression,
- Des moyens de contrôle et de mesure.

Chapitre IV : Le forage :



IV/8/3/Les boues de forage :

Les boues de forage sont des fluides qui se pompent depuis la surface jusqu'au fond du puits et se récupèrent après. Les boues de forage sont un élément fondamental de la technologie de forage actuelle, et elles ont les fonctions suivantes :

- Contrôler la pression du puits avec le poids de la boue, empêchant les fluides de formation d'entrer dans le trou.
- Enlever les déblais de forage du fond du puits et les remonter en surface.
- Lubrifier et réfrigérer le caisson et le trépan.

Il existe deux grandes familles de boues généralement utilisées dans le forage : les boues à base d'eau et les boues à base d'huile.

a. Boue à base d'eau

Ce sont des boues dans lesquelles ont été ajoutés de nombreux produits. D'abord des particules solides (souvent des argiles) utilisées pour augmenter la densité. Et puis des produits chimiques divers utilisés pour leurs propriétés adaptées à la nature des terrains traversés.

Un certain nombre de produits chimiques est ajouté pour la préparation des fluides de forages, à savoir :

- Viscosifiant : argiles naturelles (souvent des bentonites),
- Polymères synthétiques ou bio polymères,
- Réducteurs de filtrat : amidons, carboxy méthyl celluloses ou CMC, celluloses polyanioniques (PAC), ou résines
- Inhibiteurs de gonflement et de dispersion des argiles : KCl, glycérol, silicates ou divers polymères comme le polyacrylamide partiellement hydrolysé (PHPA), les polyalkylèneglycols (PAG) ,

Chapitre IV : Le forage :

- Des agents alourdissant comme la barytine ("barite" ou sulfate de baryum $BaSO_4$) et la calcite (carbonate de calcium $CaCO_3$)
- L'hématite (Fe_2O_3) ou de la galène (PbS).
- La calcite est souvent recommandée pour le forage de la phase réservoir des colmatants.

Au vu des différents produits qui sont utilisés pour la fabrication de fluides de forage, il est aisé de voir quels sont les différents contaminants qui vont se retrouver au niveau du bournier.

Par ailleurs, en plus de ces produits, d'importants volumes de déblais de forage sont générés et peuvent renfermer des métaux lourds contenus éventuellement et naturellement dans les formations rocheuses traversées.

Tous ces éléments vont se retrouver au niveau du bournier qui constitue donc le réceptacle privilégié d'une grande partie de la pollution générée par l'activité de forage.

Avantages de la boue à base d'eau :

-Sécurité, santé et environnement.

Inconvénients de la boue à base d'eau :

-L'eau mouille les roches et pénètre facilement dans les pores,

-Hydratation des argiles,

-Dissolution des sels (chlorures les plus solubles),

-Filtration dans les formations poreuses perméables

-Endommagement des formations (colmatage, précipités),

-Réaction possible avec les fluides de formation

b. Boue à base d'huile :

La boue a une composition spéciale, adaptée aux terrains traversés. L'ingénieur de boue, doit veiller en permanence à ce qu'elle reste homogène et de composition stable. Il doit

Chapitre IV : Le forage :

◆ ◆
Être aussi très réactif en cas de problème et prêt à en modifier la composition le plus rapidement possible en cas de besoin.

Les principaux composants des boues à base d'huile sont : principalement le gazole, auquel est ajouté un ensemble de composés chimiques à savoir : les argiles organophiles, les agents réducteurs de filtrat (composés asphalténiques et polymères), NaCl et d'autres additifs spéciaux.

Les avantages des boues à base d'huile sont les suivants :

- Contrôle aisé des caractéristiques en l'absence de venues d'eau ou d'huile
- Insensibilité aux contaminants habituels des boues à base d'eau
- La boue de Forage à densité proche de 1 gr/cm^3
- Réduction des frottements de la garniture sur les parois du puits
- Augmentation de la durée de vie des outils de forage à molettes
- Meilleures récupération en carottage
- Augmentation de la productivité

Les principaux inconvénients peuvent être :

- Sensibilité à l'eau et à certains bruts
- Action polluante
- Manipulation salissante
- Risque d'incendie
- Détérioration des caoutchoucs
- Prix de revient au m³ plus élevé que les boues à l'eau.

Chapitre IV : Le forage :

➤ Choix de la boue :

Le choix des fluides de forage est basé sur les conditions géologiques et les contraintes de forage. Chaque phase de forage nécessite un type de fluide de forage avec des paramètres différents.

La boue à base d'eau (boue bentonitique) est employée dans la première phase de forage, tandis que la boue à base d'huile est utilisée dans les phases suivantes.

➤ Programme boue:

Les produits chimiques utilisés pour une boue de forage dépendent du déroulement des opérations sur le site et de la qualité des roches rencontrées pendant les travaux. Néanmoins, d'après les expériences acquises pour les différents forages antérieurs, il s'est avéré que la quantité totale de la boue qui sera généralement utilisée est équivalente à :

- 10 fois le volume total de trou foré dans le cas de boue à base d'eau,
- 07 fois le volume total de trou foré dans le cas de boue à base d'eau (KCL/polymère),
- 05 fois le volume total de trou foré dans le cas de boue à base d'huile.

Cette différence entre les coefficients de sécurité boue est due aux deux principes :

- Durant les premières phases de forage, les formations géologiques sont très dures et le diamètre du trou est grand ce qui nécessite une quantité de boue plus importante.
- Plus le forage avance en profondeur, plus la formation poreuse est proche et le diamètre de trou devient plus petit. Ceci facilite la pénétration et par conséquent la quantité de boue sera inférieure.

Les boues qui seront éventuellement utilisées pour les forages prévus auront les caractéristiques physiques représentées dans le Tableau IV.02.

Chapitre IV : Le forage :

TABLEAU IV.02 :programme de boue de forage

Type de boue	Boue à base d'eau (KCL/Polymère)	Boue à base d'eau	Boue à base d'huile		
			12¼"	8½"	6"
Phase	26"	16"	12¼"	8½"	6"
Casing	18 5/8"	13 3/8"	9 5/8"	7"	4 1/2"
Profondeur cumulative (m)	400	2006	2700	3936	4288
Profondeur du trou (m)	400	1606	694	1236	352
Masse volumique de la boue (kg/L)	1.135	1.4	1.327	1.507	1.201
Coefficient de sécurité boue	7	10	5	5	5
Volume trou (m ³)	137	202	49	39	5
Volume boue (m ³)	959	2020	245	195	25
Volume total de boue pour l'ensemble des niveaux du puits (m ³)	3444				

La boue sera utilisée en circuit fermé et aucun rejet extérieur n'est effectué pendant les opérations de forage.

La quantité restante après le forage de chaque phase sera traitée et incluse dans la quantité nécessaire pour le forage de la phase suivante.

A la fin du chantier, il est prévu qu'il y ait certaines pertes de boue dans les formations et au cours des opérations de forage. Dans tous les cas, les fuites des boues de forage à base d'eau seront collectées dans un borbier étanche et traitées avec les déblais selon les standards en vigueur.

IV/9/Programme de surveillance géologique :

IV/9/1/Echantillonnage des déblais :

Les échantillons de déblais seront prélevés :

- Tous les cinq (05) mètres à partir de la surface jusqu'au top de l'Emsien.

Chapitre IV : Le forage :

- Tous les mètres (chaque 01m) du top du Emsien jusqu'à la côte d'arrêt de forage (intervalle couvrant les réservoirs Siegénien-Gédinnien et Emsien).

IV/9/2/Echantillonnage des fluides :

En cas de débits d'huile, de gaz ou d'eau en surface, nous prévoyons l'échantillonnage des fluides pendant chaque test. Les échantillons prélevés lors du test feront systématiquement l'objet d'analyse (PVT, composition du gaz, physico-chimique de l'eau de formation) au laboratoire de Boumerdès.

IV/9/3/Localisation du puits AZRE-1 :

Le puits Azrafil Sud-1 (AZRE-1) se localise dans la partie Sud-Est du bassin de Reggane. Il est implanté à la frontière sud-est de la zone d'exploitation Reggane Nord (SH/Repsol), au Nord-Est du périmètre Rezkallah (Figure IV .04), bloc 334.

Administrativement AZRE-1 est rattaché à la wilaya d'Adrar dont il est distant d'environ 170km au Sud-Est, et de 26km de la ville de Reggane. AZRE -1 est situé à 3.3km environ au Sud du puits AZSE-9 forés par le groupement Reggane.

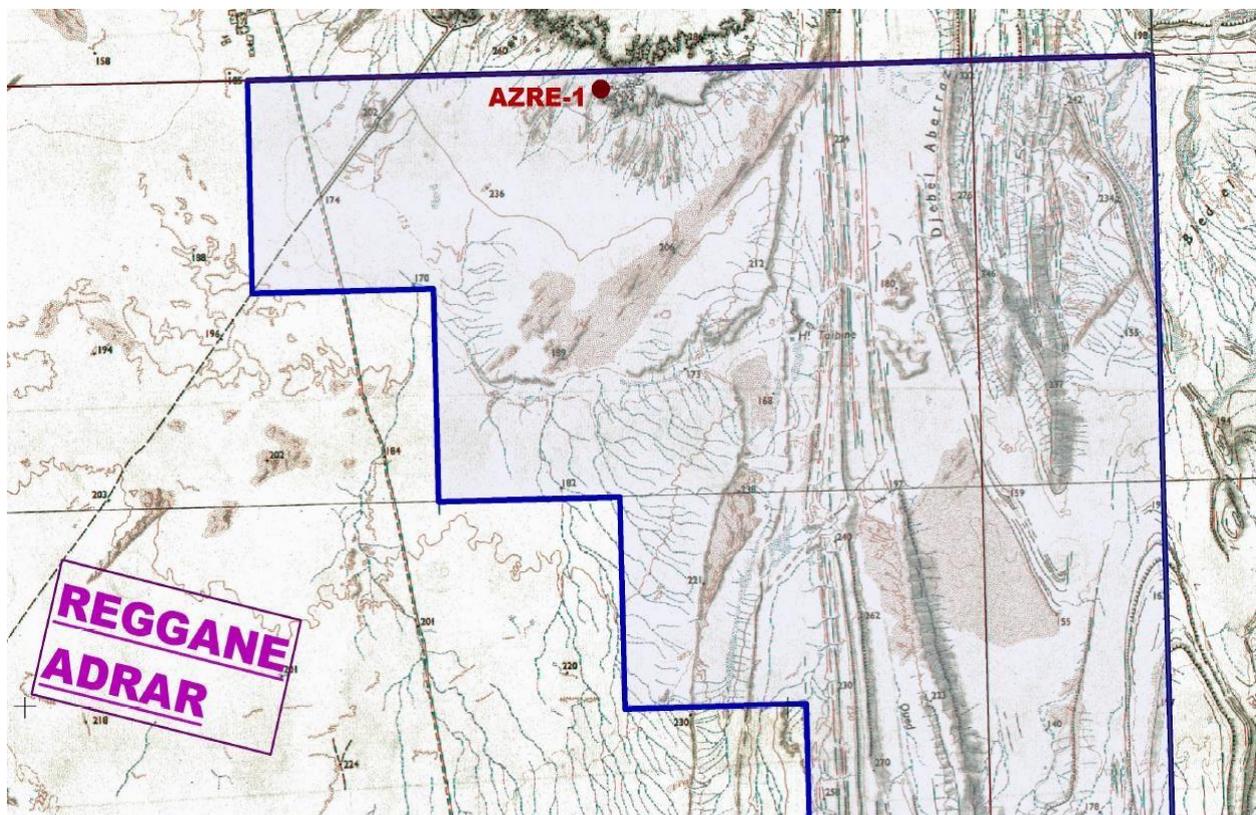


Figure IV .04 : Situation du forage Azrafil Est-1 (AZRE-1)

Chapitre IV : Le forage :

IV/9/3/1/Coordonnées d'implantation :

Les coordonnées d'implantation du forage AZRE-1 sont :

Coordonnées UTM(universel transverse Mercator) – Fuseau 30

X=831000 m

Y= 2952530 m, ZS= 238 m

Le forage AZRE-1 est implanté sur le profil : 11 REZ 53;SP : 1041.

IV/9/3/2/Itinéraire d'accès au forage AZRE-1 :

A partir de Hassi Messaoud, prendre la route vers Adrar sur une distance de 1060km, ensuite emprunter la route de Reggane sur une distance de 150km, puis suivre la route de village d'Azrafil sur une distance de 10km, ensuite tourner à droite direction Sud-ouest en suivant l'ancienne route menant au Bordj-badji-mokhtar sur une distance de 5.4km, ensuite tourner à gauche en direction Sud-est en suivant l'itinéraire jalonné (piste menant à AZRS-1) sur une distance de 10.9km pour arriver à l'emplacement du forage AZRE-1 .

IV/9/3/3/Décompte kilométrique

Tableau IV.03: Décompte kilométrique de Hassi Messaoud au puits AZRE-1

Itinéraire d'accès	Goudron	Piste A	Piste B	Piste C	Total (Km)
HMD----- >Adrar	1060				1060
Adrar ----->Reggane	150				150
Reggane ----- >Azrafil	10				10
Azrafil ----->Emb. AZRS-1	5.4				5.4
Emb. AZRS-1 ---- >AZRS-1				5.6	5.6
Emb. AZRS-1 ---- > AZRE-1	5.3			5.3	5.3
Total (Km)	1213.5			11.4	1236.3

IV/9/4/Test de production du puits:

S'agissant d'un forage d'exploration, le programme de forage comporte l'utilisation, en cas de découverte, d'installations appropriées pour tester le puits. Dans ce cas, les

Chapitre IV : Le forage :

Effluents et le brut seraient envoyés, à l'aide d'une pipe vers une torche pour être brûlés. Cette opération de torchage devra être conforme à la réglementation algérienne en vigueur.

Toutes les opérations, relatives à la caractérisation et au traitement des hydrocarbures produits, seront réalisées dans une station de traitement installée à cet effet (Figure IV .05).

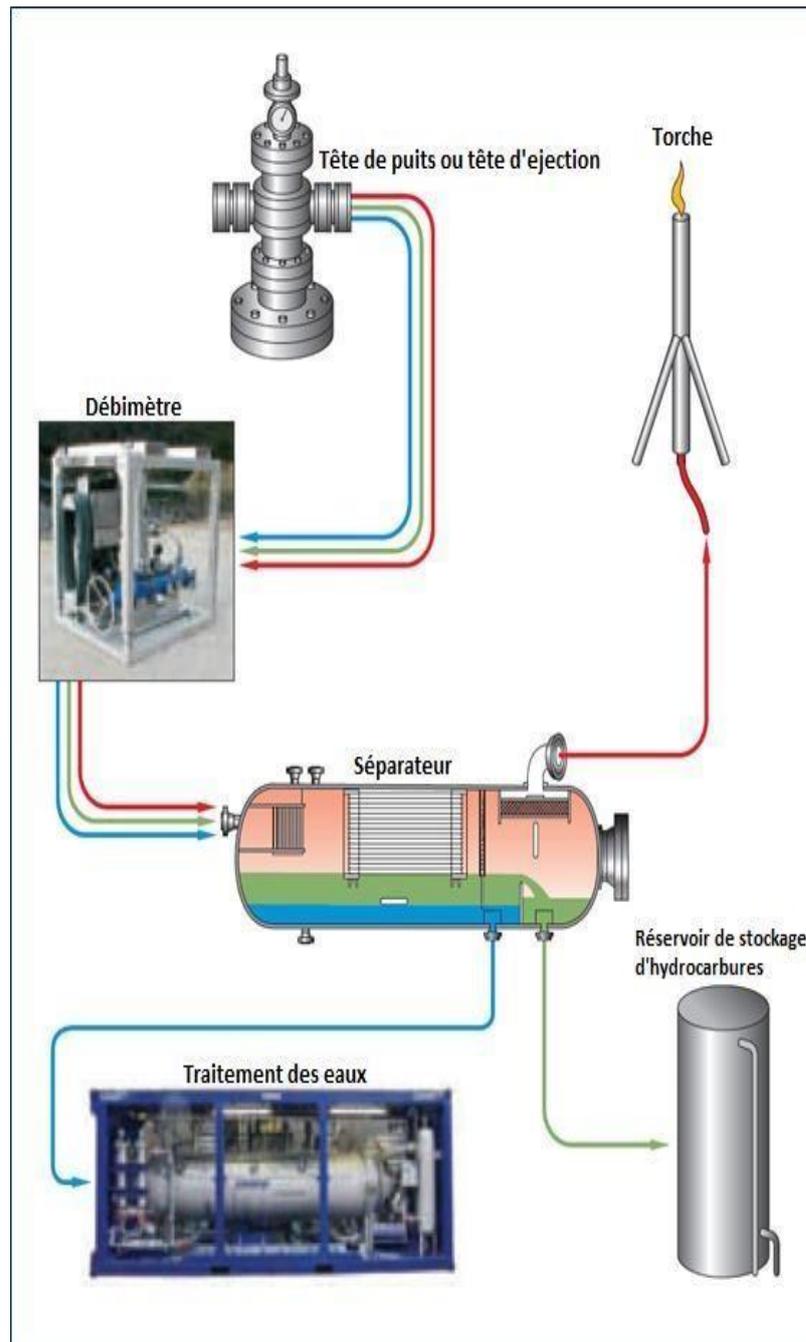


Figure IV .05: Station de traitement typique d'hydrocarbures pour la phase test de production du puits

Chapitre IV : Le forage :

IV/9/5/L'abandon :

IV/9/5/1/Fermeture provisoire/définitive des puits :

Dès lors qu'un forage est provisoirement ou définitivement fermé, il constitue un point fragile du système s'il n'est pas convenablement traité.

L'objectif de chaque opération de fermeture de puits qu'elle soit provisoire ou définitive est de parvenir à une étanchéité avec la limitation des risques des fuites pour protéger les réserves restantes, notamment les réserves d'eau et l'environnement.

IV/9/5/2/Fermeture temporaire :

La fermeture temporaire des puits est une interruption des travaux de forage, de complétion ou de modification d'un puits avec l'intention de reporter à une date ultérieure la poursuite des travaux dans un puits, lequel est désigné puits suspendu .

L'article 154 du décret 94-43 de la réglementation algérienne définit la durée d'une fermeture provisoire, celle ne dépassant pas les 24 mois, et définit également les mesures relatives à la fermeture temporaire indiquant la nécessité de placer en premier lieu un bouchon de ciment de volume suffisant au bas du dernier tubage puis un autre bouchon mécanique à placer au-dessus du bouchon précédent et à tester après sa mise en place.

Différents bouchons de ciment sont mis en place lors de la fermeture du puits, une tête de puits sera installer munis d'un manomètre une plaque de signalisation, et protégé par une cage.

IV/9/5/3/Fermeture définitive des puits :

La fermeture définitive est une cessation des travaux de forage, de complétion ou de modification d'un puits avec l'intention de cesser toute activité et de ne plus poursuivre les travaux dans un puit, lequel est désigné puits abandonné [6];

L'article 155 du décret 94-43 de la réglementation algérienne définit la fermeture définitive d'un puits et les dispositions nécessaires pour l'abandon.

Pour le cas de fermeture définitive d'un puits, l'objectif des dispositions à prendre pour séparer les réservoirs entre eux et isoler le sondage de la surface par des moyens dont

Chapitre IV : Le forage :

◆ ◆
l'efficacité n'est pas remise en cause.

Dans la partie du puits située en dessous de dernier tubage, les zones perméables doivent être isolées entre elles par des bouchons de ciment, d'un volume suffisant, placé au droit de ces zones ou entre ces zones.

Le sabot du dernier tubage, la tête de suspension de la colonne perdue et les zones perforées doivent être couverts par un bouchon de ciment de volume convenable au-dessus duquel sera placé, en règle générale, un bouchon mécanique testé après sa mise en place

IV/9/6/Démobilisation et réhabilitation du site :

La démobilisation fera l'objet d'un plan détaillé, et sera réalisé conformément aux bonnes pratiques industrielles en vigueur.

Tout le matériel utilisé pour le programme de forage sera enlevé du chantier sur une période de 30 jours.

Les bourniers seront vidés de leurs contenus, vidés et remblayés avec le sol naturel et le tuf.

Les ouvrages de stockage des matières dangereuses (boue, huile usagée, carburant, déblais, produits chimiques) seront vidés et leurs contenus seront soit :

- Évacués du site pour être traités et réutilisés,
- Récupérés et traités par le sous-traitant,
- Expédiés à un centre approprié de traitement et/ou d'élimination,

Les sites du forage et du campement seront alors nettoyés et remis en leur état initial conformément à la législation concernant l'environnement.

Conformément aux bonnes pratiques normales de l'activité pétrolière, la plate-forme en béton armé et ses caniveaux de drainage seront nettoyés et l'intégrité de l'ouvrage sera conservée en état propre pour des éventuels travaux postérieurs (par exemple : test de production, traitement des déchets de forage).

Chapitre IV : Le forage :

IV/9/7/Méthodes de traitement de la boue :

La problématique soulevée se concentre autour du borbier et de son impact sur l'environnement. En effet, le déversement et le dégagement de certains produits (solides ou liquides) dans le borbier peuvent entraîner un changement des propriétés physico-chimiques des compartiments naturels, entraînant une altération des propriétés de ces milieux en diminuant leurs capacités d'aération et induisant des effets portant atteinte à la santé de l'homme, de façon directe ou indirecte, et à l'environnement de manière globale.

Face à cette situation, plusieurs techniques de traitement sont recommandées. Un effort doit être entrepris pour le choix de traitements adéquats en parallèle à l'évolution des technologies utilisées pour la réduction des solides et de la teneur en HC dans les cuttings au cours du forage. La description détaillée de nombreuses méthodes, utilisées pour le traitement des rejets des fluides de forage, est facilement accessible :

IV/9/7/1/Traitement online (mécanique)

Il existe une chaîne de traitement mécanique pour éliminer les déblais : tamis vibrant de différentes tailles, dessablé, centrifugeuse et verti-G (centrifugeuse verticale).

Les déblais sont passés à partir du tamis vibrant vers le verti-G à l'aide des vis infinies appelé Auger ; ces déblais entrent par l'admission supérieure de cône et tombent sur un rotor conique qui tourne à 680 tr/min.

Les cuttings sont séparés grâce à cette vitesse différentielle (vitesse de rotor conique) donc le liquide traverse le tamis et les solides sont entraînés vers la base du cône à l'état poudre et leur teneur en huile est inférieure à 5%. (Oil On Cuttings < 5%) 5% OOC15.

Le liquide précédent est dirigé vers la centrifuge horizontale (centrifuge 414 de 1900 tr/min) pour récupérer le fluide vers les bacs de forage et le reste est renvoyé vers wetcuttings (teneur en huile > 22%) pour l'opération de TDU (Thermal désorption unit)

Les principaux objectifs du traitement sont les suivants:

- Réduire OOC% après traitement inférieur ou égal à 5%
- Renvoyer le volume maximal d'OBM séparé sur le système de boue.

Chapitre IV : Le forage :

- Traitez l'OBM séparé par la centrifugeuse pour réduire le LGS aussi bas que possible.

IV/9/7/2/Traitement offline (la méthode chimique (Solidification / Stabilisation)) :

La solidification / stabilisation (S/S) au ciment est une méthode souvent utilisée pour traiter, gérer et réutiliser en toute sécurité des déchets contaminés. La S/S suscite un intérêt croissant dans le monde entier.

La S/S, qui consiste à incorporer du ciment Portland à la matière contaminée, protège l'environnement et la santé en immobilisant les contaminants dangereux dans la matière traitée. Le ciment réagit chimiquement avec l'eau dans la matière traitée, ce qui modifie ses propriétés physiques et chimiques de façon à stabiliser les constituants dangereux et empêcher qu'ils ne s'échappent dans l'environnement. L'attrait de la S/S tient au fait qu'elle peut être utilisée pour une vaste gamme de contaminants dans de nombreux types de matière contaminée.

A/Description du procédé :

Le processus de solidification dépend de l'efficacité du malaxage entre les déblais à traiter et les additifs chimiques à ajouter.

Les deux dispositifs principaux et essentiels pour accomplir les travaux de cette partie du processus sont la trémie de réception et le malaxeur.

B/Collecte et transport des déblais :

Réception des déblais de forages pétroliers. Dans le but de traiter les déblais avec l'unité de Solidification, Les déblais vont être transférés à partir des borbiers de déchets des forages pétroliers vers l'unité de Solidification qui est préalablement installée de façon à être proche de plusieurs borbiers.

Cette étape consiste à acheminer les déblais du borbier de forage vers l'unité de traitement de solidification, par le biais des camions-bennes. Avant la phase chargement, un chargeur est présent sur le borbier des déblais de forages pétroliers, pour charger les déblais dans les camions, ces déblais de forage subissent un mixage afin de les rendre secs et homogènes. A la fin de la phase chargement, tous les déversements résiduels sont acheminés vers le borbier dans le prochain camion à benne.

Chapitre IV : Le forage :

Le déchargement des déblais se fait dans le corral de la plateforme (ou est installée l'unité) en béton armé dans le but d'éviter les infiltrations des hydrocarbures et tout contact direct avec le sol, dans le cas d'absence de corral étanche, un bac de type three side tank en acier étanche est utilisé à cette effet.

- **La Trémie de réception :**

La capacité de la trémie de réception est de 18 m³, son rôle principal est de recevoir les déblais, elle est équipée de deux convoyeurs à vis ayant chacun un moteur de 15 HP, ces deux convoyeurs avis sont installés sur le fond de la trémie d'une façon inclinée dans le but d'homogénéiser le mélange et de stabiliser le débit. La partie haute de la trémie est équipée d'un grillage avec des mailles de 10 cm, et le rôle de ce grillage est d'empêcher le passage des objets (métal, caillou ...etc.).

La trémie de réception est remplie avec des déblais par le biais d'un retro-chargeur, Les déblais sont ensuite amenés vers le Malaxeur par l'intermédiaire des deux convoyeurs à vis.

- **Malaxeur :**

Le malaxeur est responsable du mixage des déblais non traités avec les additifs chimiques ajoutés (ciment et silicate). Le malaxeur est doté de deux convoyeurs à pales ayant chacun un moteur de 10 HP.

Le processus de solidification se fait au niveau du malaxeur.

Les différentes étapes du processus de stabilisation et solidification sont comme suit

- La trémie de réception est remplie avec des déblais non traités par le biais d'un retro- chargeur.
- Les déblais sont ensuite amenés vers le malaxeur par l'intermédiaire de deux convoyeurs à vis, au niveau du malaxeur, les additifs chimiques (ciment et silicate de sodium) sont ajoutés suivant les quantités déterminées par le superviseur aux déblais pour les solidifier.
- Le ciment est transporté depuis le silo, dont la capacité est de 45 tonnes, vers le malaxeur

Chapitre IV : Le forage :

- par l'intermédiaire d'un convoyeur à vis tubulaire. Le débit du ciment dépend de la typologie des déblais et il se règle à l'aide d'un variateur de vitesse.
- Le silicate de sodium est préparé dans deux citernes. Le débit du silicate de sodium dépend aussi de la typologie des déblais et il se règle par l'intermédiaire d'une vanne.
- Le mélange de (déblais + ciment + silicate de sodium) quittant le malaxeur est vidangé directement dans une fosse dont la capacité de 20 m³. Les déblais traités sont acheminés par le biais d'un chargeur vers un bournier pour leur stockage définitif.

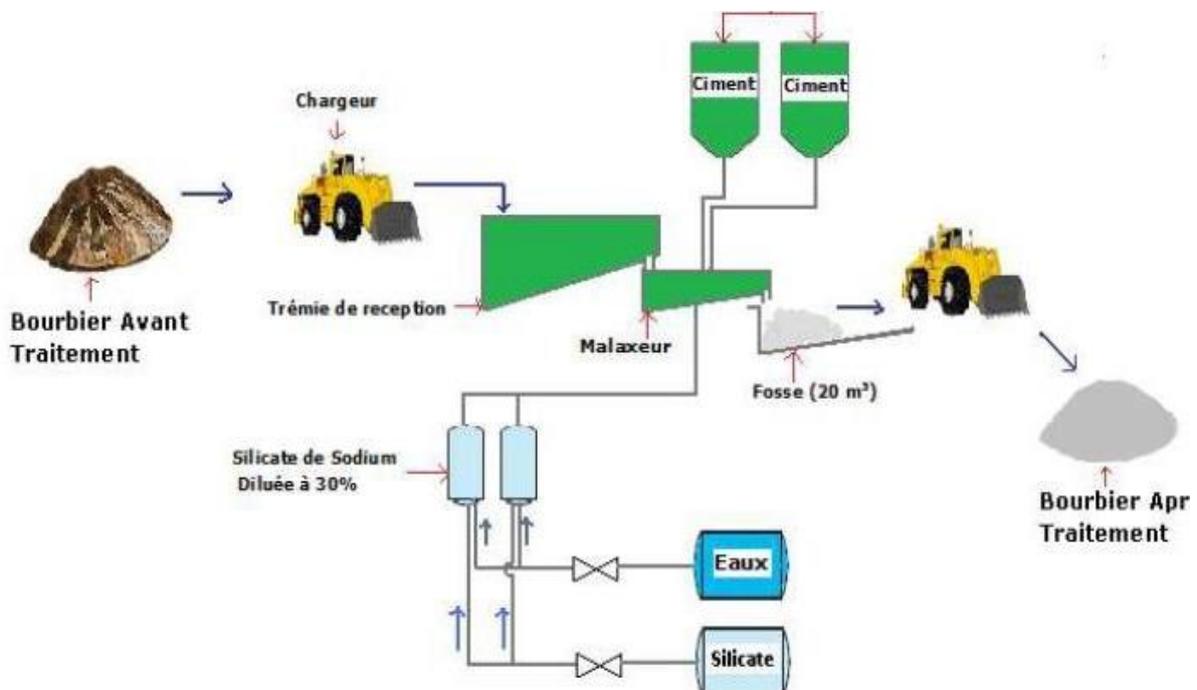


Figure IV .06: Schéma fonctionnel d'une unité de Stabilisation Solidification.

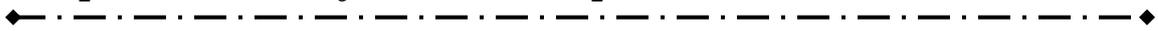
La stabilisation- solidification à l'aide des liants hydrauliques est une technique relativement peu coûteuse, facile à mettre en œuvre pour de larges familles de déchets industriels (particulièrement les boues et les résidus des procédés thermiques), parfaitement adaptée à la filière d'élimination des déchets industriels lorsqu'elle est directement intégrée au centre de stabilisation et de stockage de déchets dangereux. La sécurité à long terme peut alors être garantie par un suivi méthodique des déchets traités, de leur réception au stockage des solidifias.



Figure IV.07 : l'unité de Stabilisation – solidification.

***Chapitre V : Identification des aspects
environnementaux:***

Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:



Introduction :

Par définition, l'Aspect environnemental (AE) : élément des activités, produits ou services d'un organisme susceptible d'interactions avec l'environnement.

Ainsi, **l'activité** est la source de **l'aspect** qui est **la cause de l'impact** (conséquence). L'identification des aspects environnementaux doit se faire en se basant sur les différentes activités du projet. Ces dernières sont détaillées comme suit :

- ❖ Pour le forage :
 - Mobilisation des équipements,
 - Installation du camp de base,
 - Préparation du site de forage (dégagement et nivellement d'une certaine surface),
 - Travaux de forage,
 - Démantèlement et transport des équipements,
 - Fermeture des puits de forage,
 - Réhabilitation du site.
- ❖ Pour le test production du puits
 - Mobilisation des équipements
 - Test de production du puits
 - Démobilisation des équipements

Les aspects environnementaux en liaison avec les activités citées ci-dessus et qui sont en interaction avec l'environnement peuvent être classifiés en plusieurs catégories :

- ❖ Emissions dans l'air,
- ❖ Génération des déchets,
- ❖ Utilisation des ressources (consommation d'eau, d'énergie, etc.).

Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:

V/1/ Sources d'émission :

Ce sont les sources d'émissions dans l'air des polluants générés par les différentes activités du projet (forage et test de production du puits) sont détaillées comme suit :

V/1/1/Émission atmosphérique :

***Groupes électrogènes :**

Les groupes électrogènes sont utilisés pour la génération d'électricité nécessaire au fonctionnement de l'appareil de forage, des équipements et des dispositifs utilisés durant toutes les phases du projet ainsi qu'à la satisfaction des besoins des camps de base (éclairage, climatisation, matériel informatique, etc.).

***Emissions fugitives :**

Les émissions fugitives : c'est l'ensemble des émissions causées par les déversements accidentels, les fuites de l'équipement, les pertes au remplissage, les fuites dans les pipelines, les pertes à l'entreposage et la ventilation, ainsi que de toutes les émissions directes autres que l'utilisation de combustibles.

On peut distinguer trois sources d'émissions fugitives relatives au projet :

- ❖ Les émissions fugitives de poussières qui peuvent avoir lieu dans les diverses opérations sur site (préparation de boue, nivelage et préparation et restauration du site, etc.),
- ❖ Les fuites par certaines parties des procédés telles que des ouvertures de citernes pendant des opérations de chargement ou de déchargement, des stockages de produits gazeux, liquides ou solides, des bassins de décantation, des événements, des bacs à boue.
- ❖ fuites proprement dites issues d'équipements divers : fuites au niveau des tuyauteries (joints aux brides), des machines tournantes (pompes, compresseurs, etc.) des vannes ou des soupapes servant des gaz ou des fluides plus ou moins volatil

Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:

*Engins et véhicules :

Ce sont principalement les camions transporteurs des équipements et d'approvisionnement et les véhicules de transport de personnel.

*Torches durant la phase de test de production du puits :

Ce sont les émissions qui résultent de l'opération de torchage des hydrocarbures issus de test de production du puits.

Les sources d'émissions sont résumées dans le Tableau :

Tableau V.01 :les sources démissions

Source	Raison	Point d'émission	Gaz
Diesel	Groupes électrogènes, véhicules	Pot d'échappement	CO ₂ ,NO _x ,CO V,CH ₄ ,CO,N ₂
Testing de Puits	Testing du puits AZRE-1	Burner	O Testing de puits Testing du puits AZRE-1 Burner CO ₂ ,NO _x ,CO V,CH ₄ ,CO,N ₂ O
Autres émissions directes	Boues de forage Diffuses et fuites Eaux produites Bac de stockage	Dégazages Cheminées	COVs,CH ₄
Lutte contre Incendies	Lutte contre incendies	Plateforme	–

V/1/2/Émission sonore :

Des émissions sonores et des vibrations sont générées durant la phase des travaux de forage. Le bruit et les vibrations sont émis par certaines machines, équipements, véhicules et engins tels que : appareil de forage, groupes électrogènes, moteurs, pompes, compresseurs, chariots, marteaux piqueurs, etc.

Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:

Le niveau des émissions sonores dépend du type des engins, de la distance parcourue par les véhicules, les trajets multiples des engins de soutien et les durées de fonctionnement

V/2/Quantifications des émissions dans l'air du projet :

Les quantités de carburants consommées pendant les travaux de forage sont réparties entre la génération d'électricité (groupe électrogène) et le fonctionnement des engins et véhicules nécessaires aux travaux de forage. Ces quantités sont estimées à environ **46.46 m³** du carburant pour les travaux de forage .

Tableau V.02 : Carburants consommés pendant le forage

	Type	Nombre d'engins	Distance parcourue	Consommation endiesel	Consommation totale
Forage	Groupe électrogène	4 + 1 en standby	-	50 (L/Jour/groupe)	24m ³
	Camions transporteurs	15	74880km	30(L/100km)	22.46m ³
	Total	19	-	323.58L/jour	46.46m³

L'estimation des émissions atmosphériques résultant des moteurs diesel au cours du projet est calculée en se basant sur les consommations en carburant sus-indiquées et les facteurs d'émission des polluants extraits du rapport OGP (E & P Forum, 1994) dans "Methods for Estimating Atmospheric Emissions from E&P Operations, Oil Industry International Exploration and Production Forum, London, Report No. 2.59/197".

Les quantités de carburants consommées pendant les travaux de forage comptent environ **46.46 m³** , équivalent à **39.26 T**.

Les quantités de carburants consommées pendant les phases d'abandon comptent environ **11.62 m³** , équivalent à **9.82 T**.

Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:

Tableau V.03: Estimation des émissions atmosphériques durant le projet

Gaz émis	Facteur d'émission (g/Km) (1)	Emissions totales (T)	
		Forage	Phase d'abandon
CO ₂ ¹	3,2	125.632	31.424
CO	0,019	0.746	0.187
NO _x	0,07	2.748	0.687
N ₂ O	0,00022	0.009	0.002
SO _x ²	0,008	0.314	0.079
CH ₄	0,00014	0.005	0.001
COV	0,00190	0.075	0.019

¹(Source: OGP, E&PForum, 1994)

V/3/Génération des déchets pour les travaux de forages et la phase d'abandon :

La génération de déchets constitue un aspect environnemental de différentes activités du projet et qui est en interaction directe avec l'environnement

V/3/1/Déblais :

Les déblais de forage sont de petits morceaux de roche qui sont éjectés par l'action du trépan au fond du puits. La plupart des trépans travaillent la roche par grattement ou broyage rotatif. Les déblais de forage sont amenés à la surface, entraînés par les boues de forage, et en surface sont traités pour séparer les boues des déblais. La boue est réutilisée tandis que les déblais sont déchargés récupérés pour être traités, sauf pour les premières phases du forage, quand la boue et les déblais sont déchargés dans le borbier directement.

La quantité totale de déblais générés à partir du forage est estimée comme suit :

¹Il est supposé que la teneur en carbone du diesel est de 87% en poids

²La teneur en soufre du diesel est de 0,4% en poids

Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:

Tableau V.04: Estimation de quantité de déblais de forage

Trou (")	26"	16"	12¼"	8½"	6"
Profondeur du trou(m)	400	1606	694	1236	352
Volume trou (m³)	137	202	49	39	5
Coefficient de foisonnement	0,5	2	2	2	2
Volume des déblais (m³)	69	404	98	78	10

Calcule :

Volume de deblais=volume trou multiplier par le coefficient de foisonnement

La quantité de déblais pour le programme de forage considéré est d'environ 659 m³ de forage

V/3/2/Produits chimiques :

Le plan de gestion de matériaux dangereux et de produits chimiques considère les conditions requises par la législation algérienne et les aspects suivants :

- Provision de feuilles de données de sécurité (Material Safety Data Sheets) et de procédures d'usage des matériels dangereux et produit chimiques involuqués.
- Provision de matériel absorbent pour nettoyage de versement d'hydrocarbures.
- Provision de matériel de nettoyage de versements de combustible ou de fuites de liquide hydraulique.
- Provision de zones de stockage ségréguées.
- Utilisation de matériaux à impact minimale autant que possible.

La gestion des plateformes de forage doit considérer que le stockage, usage et transport de produits chimiques doit se faire selon les instructions des producteurs, la loi et les feuilles de données de sécurité.

En particulier, les considérations suivantes doivent être d'application :

Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:

- L'entreprise qui fournit les produits chimiques doit fournir aussi la documentation nécessaire, assurant que toutes les conditions et permis sont remplis.
- Des responsables de produits chimiques seront désignés à chaque emplacement.
- Les feuilles de données de sécurité (Material Safety Data Sheets, MSDS) doivent accompagner les produits chimiques et être disponibles sur site.
- Le fournisseur devra accompagner ses produits des MSDS et de l'information éco toxicologique.
- Les personnes travaillant sur site doivent connaître les moyens de réponse contre des versements d'hydrocarbures, les options de décharge de déchets, et les implications environnementales de fuites et versements.
- L'évaluation des produits doit considérer des aspects environnementaux, de santé et de sécurité. Les données doivent être marquées sur les MSDS.
- Les produits chimiques utilisés sur site et reçus doivent être enregistrés.
- Lors de l'acceptation de produits chimiques, le responsable devra s'assurer que les produits sont marqués et emballés correctement.
- Il est désirable d'avoir de bacs de stockage de produits en vrac. Cela réduit la quantité de bidons sur site.
- L'évaluation de la décharge des déchets doit se faire avant d'utiliser les produits chimiques.
- Les conditions minimales requises de santé et sécurité doit être respectées.
- Les procédures de nettoyage de versements et fuites de produits chimiques doivent être adéquats.

V/3/3/Déchets solides :

Les déchets solides résultent des produits générés des différentes consommations du chantier. Ces déchets sont de différentes natures (produits alimentaires, emballages,

Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:

◆ ◆
Pièces mécaniques usées, etc.) Et peuvent être décrits comme suit:

V/3/4/Déchets solides ménagers :

La production totale de déchets solides ménagers par le chantier est estimée sur la base :

- Du nombre des personnes dans le chantier qui est équivalent à 80.
- De la durée des travaux de forage qui est de 82 jours.
- De la moyenne de production de déchets/personne qui est de 0,6 kg/j.

Ce sont principalement des produits consommables pour les besoins de la restauration du personnel du chantier (fruits, légumes, viandes, etc.). Les produits résultant sont soit organiques, soit des emballages tels que des bouteilles en plastiques. La moyenne de production de déchets/personne est estimée de 0,6 kg/j. Soit une quantité journalière de 48 kg.

La quantité totale des déchets solides ménagers relatifs aux 80 personnes pendant 82 j est de 3 936 kg

En adoptant la même démarche d'estimation, et en fixant la durée de la phase d'abandon à 30 jours

La quantité totale des déchets solides ménagers relatifs aux 80 personnes pendant 30 j est de 1 440kg

V/3/5/Autres déchets solides :

V/3/5/1/Déchets industriels organiques :

Ces déchets incluent : papier, bois, torchons huileux, filtres non métalliques, matériel absorbent, emballages plastiques, d'autres emballages, et des produits inflammables.

Des petites quantités de ce type de déchets aura besoin d'un traitement spécial. Les déchets contenant des hydrocarbures ou des matériels dangereux devront être triés et transportés pour son élimination dans une installation agréée.

Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:

Les produits chimiques qui n'ont pas été utilisés à la fin du forage d'un puits seront stockés et utilisés dans d'autres activités ou rendus aux vendeurs.

V/3/5/2/Déchets industriels inorganiques :

Ces déchets incluent : câbles, ferraille, peinture, fer-blanc, cartouches de filtration, batteries, bidons, verre, etc. Les déchets seront triés sur site et amenés aux sites appropriés pour leur élimination. Les quantités de déchets industriels organiques seront petites.

Les types de déchets solides générés par les activités de forage sont résumés dans le tableau suivant:

Tableau V.05 : Les types de déchets solides générés par les activités de forage

Déchets Solides	Raison	Source	Qualité	Quantité	Point de Décharge
Solides des eaux usées et boues sanitaires	Déchets humains	Toilettes, Cuisines	Solides Sanitaires	Variable	Bassin ou fosse septique
Déchets domestiques secs	Activité humaine	Bureaux, ateliers, cuisines	Général, pas dangereux	Variable	À l'environnement
Déchets inorganiques industriels	Produits chimiques, procédés	Filtres, ferraille, bidon usés	Déchets Spéciaux	Variable	Dépôt d'élimination de déchets
Déchets organiques industriels	Déchets contaminés aux hydrocarbures	Torchons huileux, lubrifiants	Déchets contaminés aux hydrocarbures	Variable	Dépôt d'élimination de déchets
Déchets de forage à base aqueuse	Forage	Déblais de forage et boues usées	Déchets Spéciaux		Bourbier pour enterrement >1m
Liquides de complétion	Complétion de puits	Liquides Usés	Déchets spéciaux	Jusqu'à 175 m ³	Traité et éliminé de façon appropriée
Accidents	Accident de forage ou de transport	Variable	Variable	Variable	Variable

Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:

V/3/5/3/Huiles usées de vidange :

Les huiles sont utilisées pour le fonctionnement et la lubrification des machines.

Après chaque vidange, elles sont conservées dans des réservoirs étanches de 100 à 200L de volume

V/3/5/4/Effluents liquides :

V/3/5/4/1/Eaux de lavage et nettoyage :

Deux catégories d'eaux de lavage à savoir :

- Les eaux de lavage des déblais : elles sont utilisées dans la phase de séparation et tamisage des déblais et des boues de forage. Elles sont estimées à environ 33% de la quantité totale de boue soit **1137 m³**
- Les eaux de nettoyage des équipements : elles sont utilisées au cours des opérations de nettoyage des différents équipements de l'appareil de forage. Les différentes expériences ont montré que cette quantité est du même ordre de grandeur que les eaux de lavage des déblais soit **1137 m³**.

La quantité totale des eaux de lavage et nettoyage est d'environ 2274 m³

V/3/5/4/2/Eaux sanitaires :

La production totale des eaux sanitaires usées par le chantier est estimée sur la base de :

- Durée des travaux de forage est de 82 jours.
- Moyenne de consommation d'eau/ personne est de 100 L/j.
- Un groupe d'environ (80) ouvriers et techniciens seront présents sur site durant la période de forage. Le campement sera installé à proximité du puits et devrait comprendre des blocs quartier vie, dont un restaurant et un pour les douches et les toilettes.

Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:

- La production totale des eaux usées par le chantier est estimée sur la base de la moyenne de consommation d'eau/personne qui est de 100 L/j soit une consommation journalière de 8 m³.

La quantité totale des eaux sanitaires générées pendant 82 jours est d'environ 656 m³

En adoptant la même démarche d'estimation, et en fixant la durée de la phase d'abandon à 30 jours

La quantité totale des eaux sanitaires générées pendant 30 jours est d'environ 240 m³

V/3/5/4/3/Fluides de testing de puits :

La plateforme de forage est équipée avec un séparateur pour traiter des fluides de testing de puits. Des hydrocarbures produits pendant le testing de puits seront stockés et transportés vers des installations de traitement. Des petites quantités d'hydrocarbures pourront être brûlées en cas de besoin.

Également, les eaux produites seront stockées et transportées vers des unités de traitement. Des bourbiers d'évaporation peuvent être envisagés au cas où le transport résulte trop dangereux. Les quantités estimées en tout cas sont très limitées .

Tableau V.06 : Résumé des déchets liquides et décharges – Programme de forage

Déchets liquides	Raison	Source	Qualité	Quantité	Point de Décharge
Eaux de drainage	Écoulement	Plateforme de forage	Eaux propres	Variable	Bourbier
Effluent liquide	Écoulement de zone aux produits dangereux	Plateforme de forage	Eaux contaminées aux hydrocarbures	Variable	Bourbier
Effluent aqueux	Eaux produites	Testing de Puits	Eaux contaminées aux hydrocarbures et salées	Variable	Bourbier de Testing

Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:

Suite tableau :

Effluent aqueux	Humains	Toilettes, cuisines	liquides sanitaires	Variable	Fosse septique ou bassin d'évaporation
Déversement accidentel	Accident de forage ou de transport	Variable	Variable	Variable	Variable

V/4/Quantifications des déchets solides et liquides résultant des travaux de forage et de phase d'abandon :

Le Tableau récapitule la nature et les quantités de tous les déchets solides et rejets liquides générés par le chantier durant le forage et la phase d'abandon :

Désignation	Unité	Quantité
Travaux de forage		
Eaux de lavage des équipements	m ³	1137
Eaux sanitaires	m ³	656
Les huiles usagées et graisses	L	10 000
Eaux de lavage des déblais	m ³	1137
Déblais	m ³	659
Déchets solides ménagers	kg	3936
Phase d'abandon		
Eaux sanitaires	m ³	240
Déchets solides ménagers	kg	1440

Tableau V.07: Bilan total des produits générés du forage et de la phase d'abandon.

V/5/Utilisation des ressources :

Compte tenu du planning opérationnel du projet d'exploration et du nombre du personnel, les différentes ressources requises pour la réalisation effective de toutes les activités sont principalement l'eau et le carburant.

❖ Eaux

Elles sont utilisées pour:

- L'alimentation
- Les besoins sanitaires et ménagères

Chapitre V : Identification des aspects environnementaux:

- Le lavage des déblais
- Le nettoyage des équipements
- La préparation de la boue à base d'eau
- La lutte contre les incendies
- ❖ Carburants

Ils sont utilisés pour:

- Le fonctionnement des engins et véhicules
- La génération de l'électricité

Une récapitulation des consommations en carburant et en eau potable est illustrée dans le Tableau :

Tableau V.08 : Consommation en ressources

Phase du projet	Consommation en ressources	
	Carburant (m ³)	Eau (m ³)
Forage	139.38	9102
Phase d'abandon	34.86	720

Chapitre VI : Identification des impacts:

Chapitre VI : Identification des impacts:

VI/1/Identification aspect /impact [11]:

L'identification des impacts environnementaux des différentes activités du projet repose sur les Aspects environnementaux identifiés :

Tableau VI.01 : L'identification des aspects environnementaux de différentes activités

forage	
Activité	Aspect Environnemental
Mobilisation des équipements Installation du camp de vie	Consommation des carburants
	Emission des gaz d'échappements
	Emission fugitive (poussière)
	Emissions sonores et vibrations
	Génération des déchets solides (pièces de rechange, batteries, filtres usagés, etc.)
	Déversement accidentel (des huiles usagées ou de carburants)
	Interaction avec la faune et la flore
	Déformation du relief
Campement(hébergement, restauration, maintenance, bureau)	Consommation des eaux
	Consommation des carburants
	Emission des gaz d'échappements
	Emissions fugitives
	Génération des déchets ménagers (déchets alimentaires, emballage, déchets organiques, ordures ménagères, déchet médical etc.)
	Génération des eaux usées
	Génération des déchets solides (pièces de rechanges, fûts métalliques, emballage, etc)
Déversement accidentel (des huiles usagées ou de carburants)	

Chapitre VI : Identification des impacts:

Préparation du site de forage (dégagement et nivellement d'une certaine surface)	Consommation des carburants
	Consommation des eaux
	Déformation du relief
	Emission des gaz d'échappements
	Emissions fugitives (poussière)
	Génération des déchets solides (déchets inertes de travaux civils, pièces de rechange, etc.)
	Génération des déchets liquides (eaux usées sanitaires, eaux de lavage, huiles usagées issues des engins et de la lubrification des machines, etc.).
Travaux du forage	Consommation des carburants
	Consommation des eaux
	Emission des gaz d'échappement
	Emissions sonores
	Emissions fugitives
	Génération des déchets solides (déblais de forage, pièces de rechange, fûts, emballages, sacs, batteries, pneus, filtres usagés, sols contaminés, etc.)
	Génération des déchets liquides (boue usées, eaux usées, huiles usées)
	Déversement accidentel de carburants ou des huiles usagées
	Déformation du relief
	Interaction la faune et la flore
Influence sur l'hydrogéologie (eaux souterraines) et formations géologiques	
Abandon des puits de forage	Influence sur l'hydrogéologie, formation géologique

Chapitre VI : Identification des impacts:

Démobilisation des équipements et du camp de vie	Consommation des carburants
	Emissions sonores
	Emissions fugitives
	Emission des gaz d'échappements
	Génération des déchets solides (ferrailles, etc.)
	Génération des déchets liquides (huiles usagées, etc.)
Réhabilitation du site	Consommation des carburants
	Emission des gaz d'échappements
	Emissions fugitives
	Influence sur le terrain
Test de production du puits	Consommation des carburants
	Consommation des eaux
	Emission des gaz d'échappements
	Emissions sonores
	Emissions des hydrocarbures torchés
	Déversement accidentel des carburants ou des huiles usagées

Les aspects environnementaux identifiés sont :

Identification des impacts :

Les impacts environnementaux sont regroupés selon les différentes activités du projet et présentés dans le tableau :

Chapitre VI : Identification des impacts:

Tableau VI.02 : L'identification des impacts environnementaux

Activité	Aspect Environnemental	Impact Environnemental
forage		
Mobilisation des équipements Installation du camp de base	Consommation des carburants	Epuisement des ressources
	Emission des gaz d'échappements	Dégradation de la qualité de l'air
	Emission fugitive (poussière)	Dégradation de la qualité de l'air
	Emissions sonores et vibrations	Fuite des animaux
	Génération des déchets solides (pièces de rechange, batteries, filtres usagés, etc.) Déversement accidentel (des huiles usagées ou de carburants)	Contamination du sol
		Perturbation des animaux
	Influence sur la faune et la flore	Contamination des eaux Déséquilibre de l'écosystème Destruction de quelques habitats de la faune sauvage
Ruptures des voies d'accès des animaux Fuite des animaux et abandon des habitats, Perturbation de la végétation existante		
Déformation du relief	Altération de la structure paysagère	
	Compactage du sol	
	Erosion	
	Destruction de quelques habitats de la faune sauvage	
	Ruptures des voies d'accès des animaux	

Chapitre VI : Identification des impacts:

Campement (hébergement, restauration, maintenance, bureau)	Consommation des eaux	Epuisement des ressources
	Consommation des carburants	Epuisement des ressources
	Emission des gaz d'échappements	Dégradation de la qualité de l'air
	Emissions fugitives	Dégradation de la qualité de l'air
	Génération des déchets ménagers (déchets alimentaires, emballage, déchets organiques, ordures ménagères, etc.) Génération des eaux usées Génération des déchets solides (pièces de rechanges, fûts métalliques, emballage, etc.) Déversement accidentel (des huiles usagées ou de carburants)	Contamination du sol
		Contamination des eaux
		Altération de la structure paysagère
Déséquilibre de l'écosystème		
Préparation du site de forage (dégagement et nivellement d'une certaine surface)	Consommation des carburants	Epuisement des ressources
	Consommation des eaux	Epuisement des ressources
	Déformation du relief	Compactage du sol
		Altération de la structure paysagère
		Erosion
		Destruction de quelques habitats de la faune sauvage
		Ruptures des voies d'accès des animaux

Chapitre VI : Identification des impacts:

	Emission des gaz d'échappements	Dégradation de la qualité de l'air
	Emissions fugitives (poussière)	Dégradation de la qualité de l'air
	Génération des déchets solides (déchets inertes de travaux civils, pièces de rechange, etc.) et liquides (eaux usées sanitaires, eaux de lavage, huiles usagées issues des engins et de la lubrification des machines, etc.).	Contamination du sol
		Contamination des eaux
		Altération de la structure paysagère
Travaux du forage proprement dits	Consommation des carburants	Epuisement des ressources
	Consommation des eaux	Epuisement des ressources
	Emission des gaz d'échappement	Dégradation de la qualité de l'air
	Emissions sonores	Fuite des animaux et abandon des habitats
		Perturbation de la santé humaine
	Emissions fugitives (poussière)	Dégradation de la qualité de l'air
		Perturbation de la santé humaine

Chapitre VI : Identification des impacts:

	Génération des déchets solides (déblais de forage, pièces de rechange, fûts, emballages, sacs, batteries, pneus, filtres usagés, sols contaminés, etc.) Génération des déchets liquides (boue, eaux usées, huiles usées)	Contamination du sol
		Contamination des eaux
		Altération de la structure paysagère
		Déséquilibre de l'écosystème
	Déversement accidentel de carburants ou des huiles usagées	Epuisement des ressources
		Contamination des eaux
		Contamination du sol
	Influence sur l'hydrogéologie (eaux souterraines) et formation géologique	Contamination des eaux souterraines
		Contamination du sol
Abandon des puits de forage	Influence sur l'hydrogéologie, formation géologique	Contamination des eaux souterraines
		Contamination du sol
Démobilisation des équipements et du camp de vie	Consommation des carburants	Epuisement des ressources Perturbation de la santé humaine Dégradation de la qualité de l'air Dégradation de la qualité de l'air
	Emissions sonores	
	Emissions fugitives	
	Perturbation de la santé humaine	
	Emission des gaz d'échappements	
	Génération des déchets solides	Contamination du sol
(ferrailles, etc.) et liquides (huiles usagées)	Contamination des eaux	
Réhabilitation du site	Consommation des carburants	Epuisement des ressources
	Emission des gaz d'échappements	Dégradation de la qualité de l'air
	Emissions fugitives	Dégradation de la qualité de l'air

Chapitre VI : Identification des impacts:

Test de production du puits	Consommation des carburants	Epuisement des ressources
	Consommation des eaux	Epuisement des ressources
	Emissions sonores	Perturbation de la santé humaine
	Emission des gaz d'échappements	Dégradation de la qualité de l'air
	Emissions des hydrocarbures torchés	Dégradation de la qualité de l'air
	Déversement accidentel de carburants ou des huiles usagées	Contamination des eaux
Contamination du sol		
Réhabilitation du site	Consommation des carburants	Epuisement des ressources
	Emission des gaz d'échappements	Dégradation de la qualité de l'air
	Emissions fugitives	Dégradation de la qualité de l'air

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

VII/1/Méthodologie d'évaluation des impacts [12]:

Une fois que les impacts potentiels du projet sur une composante environnementale donnée sont identifiés, l'importance des modifications prévisibles de la composante a été évaluée avec l'approche préconisée par Hydro Québec (1990) et par le Ministère des transports du Québec (1990) ainsi que par les démarches proposées par la Banque Mondiale (1991), le Ministère de l'environnement et de la faune du Québec (1996) et l'Agence Canadienne d'Évaluation Environnementale (2000). La méthode utilise les matrices simples et repose essentiellement sur l'appréciation de la valeur des composantes environnementales ainsi que l'intensité, l'étendue et la durée des effets appréhendés (positifs ou négatifs) sur chacune de ces composantes environnementales. Ces trois caractéristiques sont agrégées en un indicateur synthèse, l'importance de l'effet environnemental, qui permet de porter un jugement sur l'ensemble des impacts prévisibles du projet et sur une composante donnée de l'environnement.

La figure présente schématiquement l'essentiel du processus aboutissant à l'évaluation de l'importance de l'impact Environnemental ainsi que les intrants et les extrants de chacune des étapes.

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

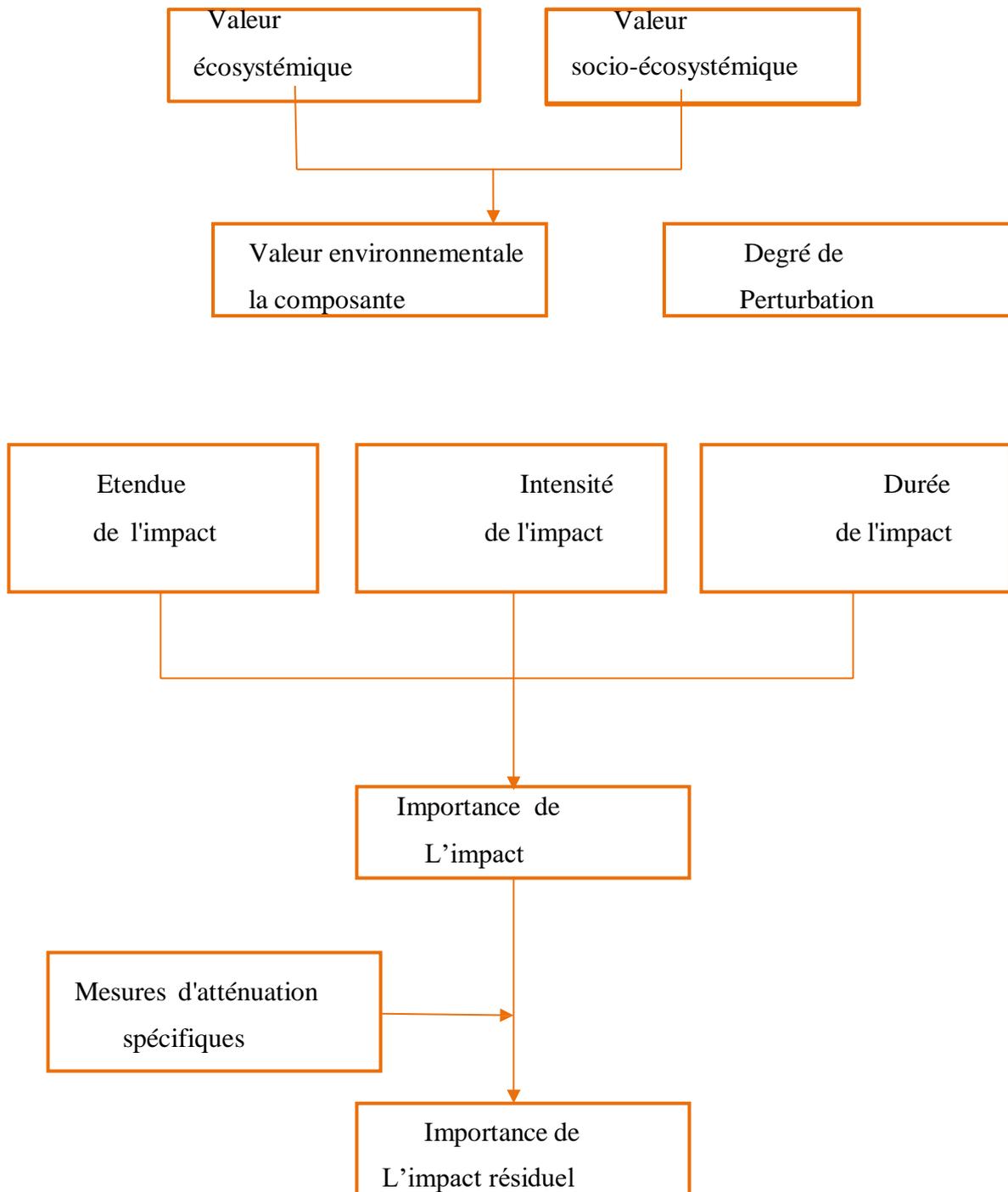


Figure VII .01: Processus d'évaluation des impacts environnementaux.

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

VII/2/ Paramètres d'évaluation [13]:

VII/2/1/ Intensité de l'impact :

L'intensité de l'impact environnemental exprime l'importance relative des conséquences attribuables à l'altération d'une composante de l'environnement .Elle dépend à la fois de la valeur de la composante environnementale considérée et de l'ampleur de la perturbation (degré de perturbation) qu'elle subit. La valeur de la composante environnementale intègre à la fois sa valeur écosystémique et sa valeur socioéconomique.

La valeur écosystémique d'une composante exprime son importance relative déterminée en tenant compte de son rôle et de sa fonction dans l'écosystème. Dans la méthode proposée par Hydro Québec, la valeur écosystémique d'une composante donnée est considérée comme :

- Intensité élevée :

Lorsque la composante présente un intérêt majeur en raison de son rôle écosystémique ou de la biodiversité et de ses qualités exceptionnelles dont la conservation et la protection font l'objet d'un consensus dans la communauté scientifique ;

- Intensité moyenne :

Lorsque la composante présente un fort intérêt et des qualités reconnues dont la conservation et la protection représentent un sujet de préoccupation sans toutefois faire l'objet d'un consensus ;

- Intensité faible :

Lorsque la composante présente un intérêt et des qualités dont la conservation et la protection sont l'objet de peu de préoccupations.

La valeur socio-économique d'une composante environnementale donnée exprime l'importance relative que lui attribue le public, les organismes gouvernementaux ou toute autre autorité législative ou réglementaire. Elle reflète la volonté des publics locaux ou régionaux et des pouvoirs politiques d'en préserver l'intégrité ou le caractère original, ainsi que la protection légale qu'on lui accorde. Hydro Québec considère

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

Également la valeur socio-économique d'une composante comme:

- Grande (Forte):

Lorsque la composante fait l'objet de mesures de protection légales ou réglementaires (espèces menacées ou vulnérable, parc de conservation, etc.) ou s'avère essentielle aux activités humaines (eau potable);

- Moyenne:

Lorsque la composante est valorisée (sur le plan économique ou autre) ou utilisée par une portion significative de la population concernée sans toutefois faire l'objet d'une protection légale ;

- Faible:

Lorsque la composante est peu ou pas valorisée ou utilisés par la population.

La valeur de composante intègre à la fois la valeur écosystémique et la valeur socio-économique.

En retenant la plus forte de ces deux valeurs, comme l'indique le Tableau

Tableau VII.01 : Matrice de détermination de la valeur de la composante

Valeur socio- Economique	valeur écosystémique		
	Grande (forte)	Moyenne	Faible
Grande (Forte)	Grande (Forte)	Grande (Forte)	Grande (Forte)
Moyenne	Grande (Forte)	Moyenne	Moyenne
Faible	Grande (Forte)	Moyenne	Faible

Le degré de perturbation d'une composante définit l'ampleur des modifications structurales et fonctionnelles qu'elle risque de subir. Il dépend de la sensibilité de la composante au regard des interventions proposées. Les modifications peuvent être positives ou négatives, directes ou indirectes.

Le degré de perturbation tient compte des effets cumulatifs, synergétiques ou différés qui, au-delà de la simple relation de cause à effet, amplifient les modifications d'une

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

◆ ◆
Composante environnementale lorsque le milieu est particulièrement sensible. Le degré de perturbation est jugé comme :

- Elevé (Grande):

Lorsque l'impact prévu met en cause l'intégrité de la composante ou modifie fortement et de façon irréversible cette composante ou l'utilisation qui en est faite ;

- Moyen :

Lorsque l'impact entraîne une réduction ou une augmentation de la qualité ou de l'utilisation de la composante, sans pour autant compromettre son intégrité;

- Faible :

Lorsque l'impact ne modifie que de façon peu perceptible la qualité, l'utilisation ou l'intégrité de la composante ;

- Indéterminé:

Lorsqu'il est impossible de prévoir comment ou à quel degré la composante sera touchée.

Lorsque le degré de perturbation est indéterminé, l'évaluation de l'impact environnemental ne peut être effectuée pour cette composante.

L'intensité de l'impact environnemental, variant de faible à très forte, résulte des combinaisons entre les trois degrés de perturbation (élevé, moyen et faible) et les trois classes de valeur de la composante (grande, moyenne et faible) voir tableau :

Tableau VII.02 : Matrice de détermination de l'intensité de l'effet environnemental.

Degré de Perturbation	Valeur de composante		
	Grande	Moyenne	Faible
Elevé	Très forte	forte	Moyenne
Moyen	Forte	Moyenne	Faible
Faible	Moyenne	Faible	Faible

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

VII/2/2/Etendue de l'impact:

L'étendue de l'impact environnemental exprime la portée ou rayonnement spatial des impacts engendrés par une intervention sur le milieu. Cette notion renvoie soit à une distance ou à une surface sur laquelle seront ressenties les modifications subies par une composante ou encore à la population qui sera ces modifications.

Les trois niveaux d'étendues considérées sont:

- Régionale:

Lorsque l'impact touche un vaste espace jusqu'à une distance importante du site du projet ou qu'il est ressenti par l'ensemble de la population de la zone d'étude ou par une proportion importante de celle-ci ;

- Locale:

Lorsque l'impact touche un espace relativement restreint situé à l'intérieur, à proximité ou à une faible distance du site du projet ou qu'il est ressenti par une proportion limitée de la population de la zone d'étude ;

- Ponctuelle:

Lorsque l'impact ne touche qu'un espace très restreint à l'intérieure ou à proximité du site du projet ou qu'il n'est ressenti que par un faible nombre de personnes de la zone d'étude.

VII/2/3/ Durée de l'impact :

La durée de l'impact environnemental et social est la période de temps pendant laquelle seront ressenties les modifications subies par une composante. Elle n'est pas nécessairement égale à la période de temps pendant laquelle s'exerce la source directe de l'impact, puisque celui-ci peut se prolonger après que le phénomène qui l'a causé ait cessé. Lorsqu'un impact est intermittent, on en décrit la fréquence en plus de la durée de chaque épisode. La méthode utilisée distinguera les impacts environnementaux et sociaux de :

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

- Permanents: dont les effets sont ressentis de façon continue,
- Temporaires: dont les effets sont ressentis sur une période de temps limitée, correspondant généralement à la période de préparation de site de forage et de l'exécution du forage.

VII/2/4/ Importance de l'impact :

L'interaction entre l'intensité, l'étendue et la durée permet de déterminer l'importance de l'impact environnemental et social sur une composante touchée par le projet. L'importance de chacun des effets environnementaux et sociaux est évaluée en tenant compte des mesures d'atténuation ou de bonification courantes intégrées au projet de forage du périmètre Rezkellah. Par exemple, s'il est prévu dans le cadre de la conception du projet un dispositif silencieux soit installé à un échappement, l'évaluation de l'effet du projet sur le milieu sonore prendra en compte la réduction du bruit attribuable à ce silencieux. Par contre, si aucun équipement n'était prévu au départ et que le niveau de bruit produit n'est pas acceptable, une mesure d'atténuation sera suggérée (Ex : l'installation d'un silencieux à l'échappement). Lorsque les mesures d'atténuations courantes réduisent l'importance d'un effet au point de rendre négligeable, on ne tient pas compte de cet effet dans l'analyse.

La dernière étape de l'évaluation consiste à déterminer l'importance résiduelle de l'effet environnemental à la suite de la mise en œuvre de mesures d'atténuation particulière visant l'intégration optimale du projet dans le milieu. Il s'agit d'évaluer en quoi la mesure d'atténuation modifie un ou plusieurs des intrants du processus d'évaluation, à savoir la valeur ou le degré de perturbation de la composante environnemental ou encore l'étendue et la durée de l'effet.

Le Tableau présente la grille de détermination de l'importance de l'impact .Celle-ci distingue trois (03) niveaux d'importance variant de majeur à mineur en considérant les trois facteurs déterminants de l'impact: l'intensité, l'étendue et la durée

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

Tableau VII.03: Grille de détermination de l'importance de l'impact.

Intensité de l'impact	Étendue de l'impact	Durée de l'impact	Signification de l'impact
Elevée	Régionale	Permanente	Majeure
		Temporaires	Moyenne
	Locale	Permanente	Majeure
		Temporaire	Moyenne
	Ponctuelle	Permanente	Moyenne
		Temporaire	Mineure
Moyenne	Régionale	Permanente	Majeure
		Temporaire	Moyenne
	Locale	Permanente	Majeure
		Temporaire	Moyenne
	Ponctuelle	Permanente	Moyenne
		Temporaire	Mineure
Faible	Régionale	Permanente	Moyenne
		Temporaire	Mineure
	Locale	Permanente	Moyenne
		Temporaire	Mineure
	Ponctuelle	Permanente	Mineure
		Temporaire	Mineure

VII/3/ Analyse des impacts pour les travaux de forage et de test de production du puits :

VII/3/1/ Impacts négatifs :

VII/3/1/1/ Impacts de la phase forage :

Durant cette période, un ensemble d'impacts pourront avoir lieu. Ces impacts sont dus essentiellement à la circulation des engins et véhicules, au fonctionnement de l'appareil de forage, à la nature de boue utilisée dans les opérations de forage du puits et qui peuvent affecter le milieu naturel physique (sols, aquifères, hydrologie et paysage) et biologique (faune et flore) ainsi qu'aux effets sur le milieu socio-économique (population, habitations et activités économiques et infrastructures).

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

VII/3/1/2/ Impacts sur le milieu physique Impacts sur la qualité des sols

A/Compactage du sol

Les passages des engins et des véhicules à travers les parcelles et les aménagements à effectuer peuvent créer des changements dans la structure du sol par le fait du compactage. Les cavités et les autres zones excavées et/ou remblayées peuvent connaître des mouvements qui font apparaître des déformations de surface. Ceci aura pour impact de favoriser l'érosion et la déformation des sols.

Cependant, l'érosion du sol sera localisée et limitée

Compte tenu de la durée temporaire des travaux de forage et de leur étendue locale, l'importance de l'impact est jugée mineure.

B/Contamination du sol

Le risque de contamination de certains espaces est probable, ce risque pourrait provenir des rejets liquides, des déchets solides générés au cours des opérations de forage ou du déversement accidentel.

- ✓ Les rejets liquides:

Les rejets liquides pendant les opérations de forage, sont de trois types:

- Les boues : utilisées pour la réalisation du forage, elles peuvent contenir des métaux lourds susceptibles de contaminer le sol si elles sont rejetées dans le milieu naturel

.Pendant toute la durée du forage, ces boues sont utilisées en circuit fermé et ne sont rejetées qu'à la fin du projet dans un bournier étanche pour traitement si nécessaire.

- Les eaux de lavage : Les eaux de nettoyage des installations (appareil de forage et autres installations contiennent des huiles, des graisses et des boues .Ces eaux risquent de contaminer le sol si certaines précautions ne sont pas prises en compte.
- Les eaux sanitaires : Il est prévu que 80 personnes vont travailler sur site pendant la période de forage. Ces ouvriers vont rester sur site 24/24 heures. Les eaux sanitaires devront être collectées.

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

✓ Déchets solides :

Les déchets, qui seront générés pendant les opérations de forage, sont de trois types à savoir:

- Les déblais : Ce sont les débris du sol naturel extraits des couches géologiques formant la colonne du puits .Ils sont séparés des boues par lavage sur des tamis vibrants, et généralement contient des polluants (métaux lourds, hydrocarbures, etc.). Les déblais issus du forage (s'il y en a) ne peuvent contenir que de faible quantité d'hydrocarbures. Ces produits solides doivent subir un traitement approprié par des entreprises spécialisées.
- Les déchets solides domestiques: Ces déchets représentent les différents produits alimentaires consommés par le personnel qui travaille sur site. Ce sont, généralement, des produits organiques et des emballages des produits de consommation.
- Les déchets solides industriels : Ce sont les différents produits consommables utilisés pendant les travaux de chantier du forage. Parmi ces déchets, on distingue les filtres à huile usés, les batteries usées, les fûts. Tous ces déchets contiennent des impuretés (huiles, graisses) et doivent faire l'objet d'un schéma de collecte particulier.

✓ Le déversement accidentel

L'usage de combustibles et d'huiles lubrifiantes et la présence de boue de forage peut conduire à des déversements accidentels qui engendrent la pollution des sols. Les polluants résultant des fuites ou des déversements accidentels peuvent séjourner pour longtemps dans le sol, ce qui peut engendrer une altération de ses propriétés physico-chimiques.

Le site de forage est équipé des moyens de confinement adéquats.

A cet égard, l'intensité de l'impact négatif sur la qualité des sols est considérée moyenne Cet impact aura une étendue locale et une durée limitée temporaire. L'importance de l'impact est donc moyenne.

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

VII/3/1/3/ Impacts sur la géologie :

Lors du forage du puits, les différentes couches géologiques de la zone d'étude peuvent être contaminées par la boue et les déblais. Cet impact est d'intensité moyenne, d'étendue locale et de durée permanente, l'importance est donc majeure.

VII/3/1/4/ Impacts sur les ressources :

A/Epuisement des ressources en carburants :

Les ressources utilisées en termes de carburants consommés lors des travaux de forage, sont utilisées principalement pour la génération d'électricité et le transport. Compte tenu de la faible quantité consommée lors de la phase de forage, l'intensité de l'impact est faible. Vu son étendue régionale et sa durée permanente, l'importance de l'impact est donc jugée moyenne.

B/Exploitation excessive des eaux souterraines

Au cours du forage, Sonatrach aura besoin d'une source d'eau pour la boue, le lavage des équipements, les besoins des ouvriers et pour l'arrosage des pistes d'accès. Sonatrach devra obtenir l'accès à un puits près du site de forage, en vue d'obtenir l'eau nécessaire pour ses besoins lors du forage.

Le pompage à partir d'un puits d'eau au cours du forage pourrait avoir des conséquences négatives sur les ressources en eau disponibles dans la zone du projet.

Le pompage excessif d'eau nécessaire pour les activités de forage pourrait entraîner un rabattement de nappe susceptible d'avoir un effet à court et/ou long terme sur le système hydrologique de l'alimentation de la zone.

Des systèmes de recyclage des boues de forage mal conçus pourraient également empêcher une décantation adéquate des substances solides et augmenter les besoins en eau pour la préparation des boues lors du forage.

Vu l'intensité faible de l'impact, son étendue régionale et sa durée permanente, l'importance est donc jugée moyenne.

C/Contamination des eaux souterraines :

Il s'agit d'évaluer l'impact des activités de forage sur les nappes profondes du continentale intercalaire et de complexe terminale. Les éventuelles fuites de gasoil, les eaux de lavage souillées, les boues résiduelles et les déblais du réservoir présentent un risque de contamination des eaux souterraines par infiltration. Le mécanisme de contamination consiste en la migration des polluants sous l'influence de la gravité

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

jusqu'à la zone de saturation et une diffusion dans le sens de l'écoulement de la nappe. Selon le volume et les caractéristiques physico-chimiques des contaminants, la nature lithologique du sol et l'hydrodynamique des eaux souterraines, ce type de contamination peut avoir une étendue importante avec tout ce que cela implique comme impacts sanitaires sur les usagers de cette ressource hydrique. L'importance de l'impact est donc majeure.

D /Contamination des eaux superficielles :

Le réseau hydrographique dans la zone d'étude peut être contaminé soit par les déchets solides soit par les rejets liquides ainsi que par les déblais, la boue de forage et les fuites de diesel et d'huiles.

En effet, dans le périmètre Rezkellah existe plusieurs oueds et peuvent être contaminés d'où l'importance de cet impact est jugée moyenne.

VII/3/1/5/ Impacts sur la qualité de l'air :

Les émissions gazeuses opérationnelles sont limitées aux rejets atmosphériques issus des groupes électrogènes qui sont utilisés pour l'alimentation électrique des pompes, treuils et d'autres équipements de forage. Ces émissions ne seront ressenties qu'à court terme. D'une étendue locale et d'une intensité moyenne, l'importance de l'impact est donc moyenne. Cependant, au cours des situations accidentelles telle qu'une éruption du puits, l'intensité de l'impact pourrait être amplifiée et dépendra de la durée de contrôle du puits.

VII/3/1/6/ Impacts sur le paysage général :

L'installation du forage modifie la vue paysagère de la région de façon permanente. Cet impact est jugé d'importance moyenne.

L'impact visuel sera jugé en fonction du nombre de personnes qui verront l'appareil de forage d'une hauteur de 45 m et de la distance d'où ils le verront. Les repères visuels du site seront faiblement perturbés de l'ouverture des pistes d'accès et de l'installation des panneaux de signalisation. Cependant, vu qu'il s'agit d'une zone désertique, la présence des équipements de forage n'aura aucun impact visuel.

L'importance de l'impact est ainsi mineure.

En outre, l'installation de la base de vie ainsi que les différentes activités humaines génèrent des déchets qui peuvent causer une altération de la vue paysagère de la zone d'étude. Cet impact est d'intensité faible, d'une durée temporaire et d'étendue locale

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

d'où l'importance est jugée mineure.

VII/3/1/7/ Impacts potentiels sur le milieu biologique :

A/Impact sur la flore :

L'importance de l'impact pour l'ensemble de la végétation perdue dépend essentiellement de leur abondance à l'échelle régionale. En effet, le périmètre d'étude a une couverture qui peut être de faible densité ou de densité forte qui peut être détruits par les activités de forage ou par les émissions atmosphériques excessives. Ainsi, l'impact aura une intensité moyenne et d'étendue locale. Sa durée est relative au temps nécessaire pour leur régénération après la démobilitation des installations et la restauration du site de forage, elle est supposée temporaire

.D'où l'importance de l'impact est jugée moyenne.

B/Impact sur la faune :

Faune sauvage

Suite aux nuisances associées à la présence humaine sur le site de forage (bruit, vibration, éclairage), et de la perturbation de l'habitat pour certaines espèces animales, la faune se trouvant à proximité du site risque d'être contrainte de trouver refuge dans les zones avoisinantes. Cet impact est d'importance moyenne.

En outre, le passage des engins et des véhicules dans la zone d'étude peut rompre les voies d'accès des animaux. Toutefois, la zone d'étude fait partie d'une zone plus vaste représentant les mêmes peuplements floristiques et faunistiques. Donc, la perte temporaire de la densité des peuplements ne modifie en rien l'équilibre écologique de la région. L'intensité de l'impact est par conséquent évaluée comme faible. En tenant compte de la durée limitée des travaux et de l'étendue locale des impacts, l'importance de l'impact est donc mineure.

VII/3/1/8/ Impact des émissions sonores et vibrations sur les animaux :

Les bruits émis par les engins et véhicules entraînent des perturbations des faunes existantes. En effet, les animaux fuient les endroits occupés par les différentes activités du projet. Cet impact est d'importance mineure. .

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

VII/3/1/9/ Impacts sur le milieu socio-économique :

Santé et ergonomie

- Emissions de poussières : La circulation des engins et des véhicules dans le périmètre de l'étude durant la période de forage aura pour impact l'émission des gaz d'échappement et des poussières qui peut causer un dérangement des ouvriers sur site.

Les gaz d'échappement des engins et véhicules auront un impact faible et par conséquent, ils n'auront pas d'effet notable sur les ouvriers sur site. L'importance de l'impact est donc jugée mineure.

Compte tenu de la vitesse limitée de circulation, la génération de poussières lors de la mobilisation de ces engins aura un effet négligeable sur santé des ouvriers sur site. L'importance de l'impact est jugée mineure.

- Bruits : Les opérations de forage et les activités associées génèrent inévitablement du bruit pour les habitations du périmètre REZKELLAH ainsi que pour les ouvriers travaillant sur chantier. Les principales sources de cette gêne acoustique sont les machines tournantes, les manœuvres du train de tiges et la manutention des tiges de forage et de cuvelage. Étant donné qu'il s'agit d'une zone désertique, les émissions sonores associées aux activités de forage n'auront pas d'impact important. L'importance de l'impact est donc mineure.

VII/3/1/10/ Impacts potentiels de la phase test de production du puits :

Dans ce chapitre seront traités les impacts générés par le projet en cas de réussite et d'exploitation du puits. Ces impacts seraient de deux types :

- Des impacts dus au fonctionnement des équipements de test du puits.
- Des impacts dus à des pertes accidentelles éventuelles d'hydrocarbures dans la zone.

Ces impacts vont concerner les différentes composantes du milieu (milieu physique, milieu biologique et milieu socio-économique).

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

VII/3/1/11/ Impacts potentiels sur le milieu physique

A/Impact sur la qualité des sols

En cas d'indices positifs souhaités d'hydrocarbures, Sonatrach sera amenée à effectuer des tests de production, ce qui va générer des activités supplémentaires, et éventuellement l'installation d'un centre provisoire de production. Cependant, ces activités de production nécessiteront la mise en œuvre d'équipements et d'installations additionnelles, et Sonatrach sera amenée à présenter alors une étude d'impact complémentaire

L'entrée en exploitation des forages entraînera le risque de pertes accidentelles d'hydrocarbures dans la zone d'étude. Ces déversements accidentels peuvent séjourner pour longtemps dans le sol, ce qui peut engendrer une altération de ses propriétés physico-chimiques.

Les zones, où un tel déversement pourrait avoir lieu, sont des zones localisées dans le site du projet. Elles seront équipées des moyens de confinement adéquats. De plus, Sonatrach veillera à mettre en place les moyens de prévention et de lutte contre tout déversement.

Les sols contaminés par un éventuel déversement seront excavés et traités par une société spécialisée et autorisée.

Cet impact aura une portée locale et une durée limitée. L'importance de l'impact est donc moyenne.

B/Impacts sur les ressources hydriques

Impacts sur les eaux souterraines

La contamination du sol, si elle existe, fera tôt ou tard son chemin jusqu'aux eaux souterraines, à moins qu'il y ait une barrière sous la forme d'une couche imperméable ou si les effets sur le sol sont corrigés à temps.

La contamination des sols peut être engendrée :

- par les eaux de lavage contenant d'hydrocarbures,
- par les pertes accidentelles d'hydrocarbures.

Ce type de contamination peut avoir une étendue importante avec tout ce que cela implique comme impacts sanitaires sur les usagers de cette ressource hydrique.

L'importance de l'impact est donc majeure.

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

Impacts sur les eaux superficielles

La contamination du réseau hydrographique peut être engendrée :

- par les eaux de lavage contenant d'hydrocarbures,
- par les pertes accidentelles d'hydrocarbures.

Vu que le périmètre REZKELLAH renferme plusieurs oueds, l'intensité de l'impact est considérée moyenne. Cet impact est d'étendue locale et de durée temporaire, donc l'importance est jugée moyenne.

C/Impacts sur la qualité de l'air

Durant la phase de test de production du puits, l'air peut être contaminé par les gaz de torchage qui sont parfois toxiques et dangereux (CO₂, méthane,...) et peuvent causer la dégradation de la qualité de l'air.

Cet impact est d'intensité forte, d'étendue locale et de durée temporaire, l'importance est donc jugée moyenne.

VII/3/1/12/ Impacts sur le paysage naturel dans la zone d'étude

L'installation d'infrastructures pétrolières dans la région (plate-forme et centre de production, etc.) peut entraîner le paysage naturel et modifier la vue paysagère de la région de façon permanente. Cet impact est jugé d'importance moyenne.

En outre, l'opération de production peut causer une altération du paysage naturel en cas de pertes accidentelles d'hydrocarbures et de rejet des eaux usées dans la zone.

Des précautions contre le déversement accidentel seront prises par Sonatrach. La durée du test de production sera très limitée et ne dépassera pas 15 jours. L'importance de l'impact est ainsi mineure.

VII/3/1/13/ Impacts potentiels sur le milieu biologique :

En ce qui concerne le milieu biologique, les impacts concernent à la fois la faune et la flore. Les impacts peuvent être d'origine accidentelle comme ils peuvent être générés par les activités de production.

A/Impacts sur la flore

En ce qui concerne la flore, en cas de test de production, les émissions atmosphériques générées par le torchage des gaz peuvent influencer la croissance et le développement de la flore aux alentours du puits.

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

En effet, le périmètre d'étude a une couverture végétale dispersée qui peut être de faible densité ainsi que des arbres qui peuvent être détruits par les émissions atmosphériques excessives. L'importance de l'impact est donc moyenne.

B/Impacts sur la faune

Les activités de test de production (émission sonore, installation éventuelle des équipements de test, la circulation et le transport des ouvriers et techniciens) vont entraîner la perturbation de la vie de la faune sauvage et dans certains cas la destruction de leurs habitats.

Dans ce cas, les animaux seront obligés de quitter leur territoire, et fuir pour chercher un lieu plus calme. Ceci va générer pour cet espace un certain déséquilibre de l'écosystème.

De même, en cas de pertes accidentelles de produits ou de carburant, la zone polluée devient inaccessible pour les animaux (insectes, mammifères, reptiles, etc.)

Vue la présence de faune sauvage dans le périmètre d'étude cet impact aura une intensité moyenne. D'une étendue locale et d'une durée régionale, cet impact est donc jugé d'importance moyenne.

VII/3/1/14/ Impacts potentiels socio-économique :

A/Impact sur la vie humaine :

Outre les problèmes dus aux émissions atmosphériques (Gaz d'échappement des engins et véhicules, poussière) générés autour du puits à cause de la circulation des véhicules et engins d'une manière permanente dans la région, d'autres émissions atmosphériques liées au torchage pourraient être engendrés durant la phase de test.

Ces émissions sont indésirables et nuisibles à la santé des ouvriers.

Vue la durée très limitée de la phase de test de production, l'importance de l'impact des émissions atmosphériques est jugée moyenne.

B/Bruit

Les opérations de test de production du puits et les activités associées génèrent inévitablement du bruit pour les habitations du périmètre REZKELLAH ainsi que pour les ouvriers travaillant sur chantier. Étant donné qu'il s'agit d'une zone désertique et vue la faible durée du test de puits (15 jours) les émissions sonores associées à ce dernier, n'auront pas d'impact important. L'importance de l'impact est donc mineure.

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

VII/3/2/ Impacts positifs

Impacts socio-économiques positifs:

Le projet de forage des puits aura un impact économique positif aussi bien à l'échelle régionale qu'à l'échelle nationale.

*Impacts à l'échelle régionale :

Sur le plan régional, et à l'occasion du chantier, le projet va créer quelques emplois occasionnels. En cas de découverte et de développement de la structure, d'autres postes d'emplois seront créés.

*Impacts à l'échelle nationale :

Sur le plan national, le projet permettra d'injecter quelques millions de dollars dans l'économie algérienne. Les sociétés de services seront les principaux bénéficiaires directs de ce projet.

D'une manière générale, l'exploration et l'éventualité de développement de puits permet de :

- Valoriser les ressources naturelles du pays,
- Exploiter les informations relatives au patrimoine géophysique et géologique,
- Préserver l'autosuffisance du pays en matière d'énergie,
- Améliorer le bilan devise du pays,
- Résorber le taux de chômage et créer de nouveaux emplois,
- Réaliser le développement économique et social de la zone considérée,
- Développer le secteur industriel d'une manière générale.

VII/3/3/Evaluation des principaux impacts négatifs de l'activité de forage :

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

Tableau VII.04 :évaluation des impacts potentiel négative de la phase de forage

Milieu récepteur	Composante environnementale	Impacts sur l'environnement	Intensité de l'impact	Étendue de l'impact	Durée de l'impact	Signification de l'impact
Physique	Pédologie	Compactage des sols dus à la circulation des véhicules, des engins lourds et des ouvriers dans la zone,	Faible	Locale	Temporaire	Mineure
		Contamination des sols par les rejets liquides (eaux de lavages, boue de forage, fuites de carburant) et les rejets solides (déblais, filtres d'huile usée et autres déchets industriels et ménagers).	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne
	Air	Contamination de l'air par des polluants atmosphériques et GES Dégradation de la qualité de l'air	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne
	Géologie	Contamination des couches géologiques du sol par les déblais et la boue de forage	Moyenne	Locale	Permanente	Majeure
	Ressource naturelle	Epuisement des ressources en carburant. Les ressources utilisées en termes de carburants consommés lors des travaux de forage, sont utilisées principalement pour la génération d'électricité et le transport.	Faible	Régionale	Permanente	Moyenne
		Exploitation excessive des nappes souterraines	Faible	Régionale	Permanente	Moyenne
	Hydrogéologie	Contamination par la boue (métaux lourds toxiques et hydrocarbures) au cours du puits,	Moyenne	Régionale	Permanente	Majeure

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

Milieu récepteur	Composante environnementales	Impacts sur l'environnement	Intensité de l'impact	Étendue de l'impact	Durée de l'impact	Signification de l'impact
		Contamination par les eaux de lavage des installations (Appareil de forage, véhicules, engins) qui contiennent des huiles, des graisses et des boues,	Moyenne	Régionale	Permanente	Majeure
		Contamination par les eaux sanitaires du chantier installé par infiltration dans le sous-sol.	Moyenne	Régionale	Permanente	Majeure
		Les déblais issus de certaines couches peuvent contenir des boues et d'hydrocarbures qui peuvent contaminer les eaux souterraines par les eaux de lavage et de ruissellement	Moyenne	Régionale	Permanente	Majeure
		Les déchets solides industriels : Ce sont les filtres à huile usés, les batteries usées, les fûts. Tous ces déchets contiennent des impuretés (huiles, graisses, métaux lourds) qui peuvent contaminer les eaux souterraines	Moyenne	Régionale	Permanente	Majeure
		Les éventuelles fuites de gasoil, des eaux de lavage souillées, des boues résiduelles et des déblais du réservoir	Moyenne	Régionale	Permanente	Majeure
	Hydrologie et réseau hydrographique	Contamination du réseau hydrographique soit par les déchets solides soit par les rejets liquides et les fuites de diesel et d'huiles. Dans le périmètre REZKELLAH existe plusieurs oueds appartenant aux différentes wilayas et peuvent être contaminés	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

Milieu récepteur	Composante environnementales	Impacts sur l'environnement	Intensité de l'impact	Étendue de l'impact	Durée de l'impact	Signification de l'impact
Biologique	Ecosystème & paysage	Modification de la vue paysagère de la région par l'installation du forage,	Faible	Régionale	Permanente	Moyenne
		Modification du paysage du site par les rejets liquides ou /et solides,	Faible	Locale	Temporaire	Mineure
		Perte localisée de verdure et d'autres caractéristiques biologiques (les animaux fuient le lieu de forage).	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne
	Faune	Destruction de quelques habitats de la faune sauvage par l'ouverture de pistes et la circulation des engins et véhicules,	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne
		Effets sonores : les animaux fuient les endroits occupés par le projet,	Faible	Locale	Temporaire	Mineure
		Déséquilibre de l'écosystème,	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne
		Ruptures des voies d'accès des animaux	Faible	Locale	Temporaire	Mineure
	Flore	Atteinte de certaines plantations et de la végétation naturelle.	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne
		Perturbation de croissance de la végétation naturelle par des émissions atmosphériques excessives,	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

Milieu récepteur	Composante environnementales	Impacts sur l'environnement	Intensité de l'impact	Étendue de l'impact	Durée de l'impact	Signification de l'impact
Socio-économique	Santé et ergonomie	Gaz d'échappement des engins et véhicules : impact faible et par conséquent, elle n'aura pas d'effet notable sur les ouvriers sur site,	Faible	Locale	Temporaire	Mineure
		Emission de poussières : Perturbation et dérangement des ouvriers	Faible	Locale	Temporaire	Mineure
		Emissions sonores : les nuisances sonores générées, lors de la réalisation du forage et du test du puits, seront très faibles	Faible	Locale	Temporaire	Mineure

Chapitre VII : Méthodologie d'évaluation des impacts:

Tableau VII.05:évaluations des impacts potentiels négatifs de la phase de test de production

Milieu récepteur	Composante environnementales	Impacts sur l'environnement	Intensité de l'impact	Étendue de l'impact	Durée de l'impact	Signification de l'impact
Physique	Pédologie	Contamination des sols en cas de pertes accidentelles d'hydrocarbures	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne
	AIR	Contamination de l'air par des polluants atmosphériques et GES Dégradation de la qualité de l'air	Faible	Locale	Temporaire	Mineure
		Contamination de l'air par les gaz de torchage (CO ₂ , Méthane,...) Dégradation de la qualité de l'air	Elevée	Locale	temporaires	Moyenne
	Ressource naturelle	Epuisement des ressources en eau et en carburant	Faible	Régionale	Permanente	Moyenne
	Hydrogéologie	Contamination des eaux profondes en cas de pertes accidentelles d'hydrocarbures	Moyenne	Régionale	Permanente	Majeure
	Hydrologie et réseau hydrographique	Contamination des eaux par les huiles. Dans le périmètre REZKELLAH existe plusieurs oueds et peuvent être contaminés.	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne
	Ecosystème & paysage	Changement de paysage naturel par l'installation d'infrastructures énergétiques dans la région (plate-forme et centre de production, etc.)	Faible	Locale	Permanente	Moyenne
		Altération du paysage naturel en cas de pertes accidentelles d'hydrocarbures et de rejet des eaux usées dans la zone	Faible	Locale	Temporaire	Mineure

Milieu récepteur	Composante environnementales	Impacts sur l'environnement	Intensité de l'impact	Étendue de l'impact	Durée de l'impact	Signification de l'impact
Biologique	Faune	Déséquilibre de l'écosystème naturel par la perte de faune sauvage	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne
		Dérangement de la faune domestique qui circule dans la zone d'étude	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne
	Flore	Influence des émissions atmosphériques durant la phase de production sur la végétation naturelle	Faible	Locale	Temporaire	Mineure
		Influence des émissions de poussières suites à la circulation des engins et véhicules sur les parcelles	Faible	Locale	Temporaire	Mineure
		Influence de la perte accidentelle des hydrocarbures.	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne
	Socio économique	Santé et ergonomie	Nuisances sonores provenant de la circulation des véhicules et des moteurs sur site	Faible	Locale	Temporaire
Nuisances atmosphériques par les émissions de gaz torchés qui peuvent avoir des effets indésirables sur la santé des ouvriers et des riverains sur site			Elevée	Locale	Temporaire	Moyenne

***Chapitre VIII : Mesures d'atténuation pour les
travaux de forage :***

Chapitre VIII: Mesures d'atténuation pour les travaux de forage :

VIII/1/ Mesures d'atténuation pour les travaux de forage :

Pour la phase chantier, les impacts les plus importants portent sur les composantes du milieu physique, essentiellement les eaux souterraines et le sol. Dans ce qui suit sont identifiées l'ensemble des mesures d'atténuation des impacts pour les trois milieux :

- ✓ Milieu physique,
- ✓ Milieu biologique,
- ✓ Milieu socio-économique.

VIII/1/1/ Mesures d'atténuation pour le milieu physique :

Pour annuler ou atténuer les impacts sur le milieu physique dans la zone d'étude, Sonatrach propose un ensemble de mesures.

→ Mesures d'atténuation pour la qualité des sols :

Pour le sol, et pour éviter le compactage, la perte par érosion et la contamination par les rejets de boue et d'hydrocarbures, Sonatrach mesure l'ensemble de mesures suivantes :

- Mettre en place un plan de gestion de déchets (rejet des eaux polluées/des déblais de forage/ des sols pollués, etc.) pour protéger les milieux physique
- Mettre en place un plan d'urgence pour les cas d'accidents (les fuites accidentelles de carburant / des boues / etc.) pour protéger les milieux physique (sols/eaux souterraines, etc.)
- En cas des fuites accidentelles de carburant/ boue de forage/liquide contaminés, le site du projet est équipé par :
 - ✓ Des moyens de confinement adéquats,
 - ✓ Des moyens de prévention et de lutte contre tout déversement,
 - ✓ Des moyens de collecte, de transport et de traitement des effluents contaminés.

Ces rejets seront confiés à une entreprise spécialisée en traitement, toutefois Sonatrach veillera à ce que l'entreprise contractante assure une bonne conduite du traitement et assume pleinement ses responsabilités en matière de respecter la réglementation en vigueur on matière de protection de l'environnement.

- Exiger à ce que les camions suivent les voies d'accès spécifique.
- Utiliser les voies existantes pour éviter la perturbation du sol.

Chapitre VIII: Mesures d'atténuation pour les travaux de forage :

- Disposer d'un plan d'urgence prévoyant les actions à entreprendre pour faire face à toute situation accidentelle.
- Stockage, récupération et recyclage de la boue à base d'huile et remblayage des bourniers après l'obtention de l'autorisation des autorités compétentes,
- Le bournier sera clôturé par mesure de sécurité on attendant le traitement
- Toute l'aire du site sera ré-nivelée en respectant le paysage environnant.

➔ Mesures d'atténuation pour les eaux souterraines :

Afin de protéger les eaux souterraines qui setend sur plus de millier de metre de profondeur (30000 K m³),des mesures de prévention doivent être envisagées par Sonatrach pour éviter tout risque de contamination des ressources en eau de la région.

Pour ce faire, Sonatrach se chargera de contrôler le déroulement des opérations de forage à savoir la consolidation des puits avec un tubage et la cimentation des parois, la création d'une barrière col matrice au niveau des couches plus ou moins perméables en jouant sur la composition et la densité de la boue de forage.

En ce qui concerne les eaux souterraines dans la zone d'étude, la qualité et l'importance de la nappe nous amènent à prendre un ensemble de mesures particulières pour préserver et protéger cette ressource. A cet effet, Sonatrach veillera de réaliser l'ensemble des mesures suivantes :

- Mise en œuvre d'un programme spécifique de tubing en vue d'assurer la protection des eaux souterraines,
- Elaboration d'un programme spécifique de boue, comportant l'utilisation lors du forage d'une boue non toxique,
- Mettre en place un plan de gestion de déchets (rejet des eaux polluées/des déblais de forage/ des sols pollués, etc.) pour protéger les milieux physique et biologique,
- Mettre en place un plan d'urgence pour les cas d'accidents (les fuites accidentelles, déversement, etc.),
- En cas des fuites accidentelles de carburant/ boue de forage/liquide contaminés, le site du projet est équipé par :
 - ✓ Des moyens de confinement adéquats,
 - ✓ Des moyens de prévention et de lutte contre tout déversement,

Chapitre VIII: Mesures d'atténuation pour les travaux de forage :

- ✓ Des moyens de collecte, de transport et de traitement des effluents contaminés.
- ✓ Ces rejets seront confiés à une entreprise spécialisée en traitement, toutefois Sonatrach veillera à ce que l'entreprise contractante assure une bonne conduite du traitement et
- ✓ Assume pleinement ses responsabilités en matière de respect les réglementations.
- Fixer un programme de travaux de démobilitation des équipements de forage,
- Procéder à la restauration du site après la fin des travaux.
- Pour protéger les ressources en eaux de surface, Sonatrach viellera d'entreprendre les mesures suivantes :
- Faire la gestion des fûts et autres stocks de produits autour de la zone du puits suivant le plan de gestion des déchets.
- Organiser proprement l'occupation des lieux.
- Aménager les bassins en terre avec des bâches en PEHD étanches, que ce soit pour le stockage de l'eau que celui des rejets de boues et déblais.

VIII/1/2/Mesures d'atténuation pour le milieu biologique :

➔ Mesures d'atténuation pour la faune :

Pour protéger la faune naturelle et domestique, Sonatrach veillera d'entreprendre l'ensemble des mesures suivantes :

- Suivre les voies d'accès au site d'action pour éviter la destruction des habitats de la faune,
- Eviter la circulation fréquente dans le périmètre de l'étude,
- Eviter l'arrachage des arbustes rencontré pour assurer la conservation des habitats de la faune (reptiles et autres terriers),
- Appliquer un plan de gestion des rejets (des eaux contaminées, etc.) pour protéger la faune qui vient s'abreuver.

➔ Mesures d'atténuation pour la flore :

Le couvert végétal spontané dans la zone d'étude est peu dégradé. Le travail du sol et opération d'aménagement et de désherbage du site d'implantation de l'appareil de forage font disparaître le couvert végétal à l'intérieur du site, par la suite, la mesure

Chapitre VIII: Mesures d'atténuation pour les travaux de forage :

D'atténuation qui sera prise en compte est d'éviter l'arrachage des plantes rares : Au cas où une plante est arrachée accidentellement, elle doit être mentionnée et réimplantée dans les meilleurs délais.

VIII/1/3/Mesures d'atténuation pour les activités socio-économique :

Les mesures d'atténuation des impacts de l'activité de forage sont :

*Procéder à l'arrosage régulier des pistes régulièrement. En effet, la circulation des engins et des véhicules lourds génère l'émission de poussières,

- Appliquer le plan de gestion de déchets et rejets (le rejet de boue, de carburant et d'autres produits toxiques) susceptibles de contaminer les eaux de surface et la nappe souterraine,
- Utiliser les pistes aménagées dans le cadre du projet pour la circulation des engins lourds.

VIII/2/Mesures de la phase test de production du puits :

Durant la phase de test de production de forage, les impacts négatifs les plus importants portent sur les composantes du milieu physique, essentiellement les eaux souterraines, le sol.

VII/2/1/Milieu physique :

Sonatrach veille notamment au respect des mesures suivantes :

- Collecter les eaux usées dans des fosses conçus à cet effet,
- Mettre en place un plan de gestion des déchets solides et liquides,
- Mettre en place un plan d'urgence et de sécurité adaptés aux contraintes de mise en exploitation,
- suivre les entreprises contractantes à suivre les pistes d'accès spécifique.
- Respecter les consignes environnementales et notamment : prévenir toutes éventuelles fuites de carburant ou débordement des eaux, le site du projet est équipé par :
 - ✓ Des moyens de confinement adéquats,
 - ✓ Des moyens de prévention et de lutte contre tout déversement,
 - ✓ Des moyens de collecte, de transport et de traitement des effluents contaminés.

Ces rejets seront confiés à une entreprise spécialisée en traitement. Sonatrach veillera à ce que l'entreprise contractante assure une bonne conduite du traitement et assume

Chapitre VIII: Mesures d'atténuation pour les travaux de forage :

pleinement ses responsabilités en matière de respect des normes environnementales.

VII/2/2/Milieu biologique :

En ce qui concerne le milieu biologique, quelques mesures seront prises en compte à savoir :

- ✓ Suivre la piste d'accès au site de puits pour éviter la destruction des habitats de la faune,
- ✓ Eviter la circulation fréquente dans le périmètre de l'étude et limiter la vitesse de circulation.
- ✓ Eviter l'arrachage des arbustes pour assurer la conservation des habitats de la faune
- ✓ Appliquer un plan de gestion des rejets (des eaux contaminées, etc.) pour protéger la faune qui vient s'abreuver.

VII/2/3/Milieu social et économique :

Des mesures doivent être entreprises pour éviter les nuisances et la perturbation de l'activité des ouvriers dans la zone d'étude. Pour cela, Sonatrach recommande à son contractant de :

- ✓ Assurer l'arrosage des pistes pour réduire les émissions de poussières,
- ✓ Appliquer le plan de gestion de rejet des déchets solides ou liquides provenant du chantier,
- ✓ en procédant au torchage de ces gaz, et ce conformément à la réglementation algérienne en vigueur. Toutefois, ces gaz devront subir les traitements suivants:
- ✓ Séparation : Les gaz seront séparés des huiles et de condensât pour éviter la formation des fumées noires et du noir de Carbone lors de la combustion à la torche.
- ✓ Torchage : Les gaz seront brûlés à l'aide d'une torche écologique de production qui est conforme avec les normes environnementales relatives au torchage des gaz de gisement. Elle sera placée du côté opposé des vents dominants pour éviter le retour des gaz vers les travailleurs. La zone de la torche est cimentée de manière à récupérer tous déchets.

Chapitre IX : Plan de gestion environnementale:

Chapitre IX : Plan de gestion environnementale:

IX/1/ Plan d'intervention en cas de pollution :

Les probabilités et conséquences de pollution accidentelle au cours des travaux sont très faibles. De ce fait, le risque de déversements des fuites est réduit. Toutefois, il est admis que le «risque zéro» d'accidents n'existe pas et qu'il est nécessaire de concevoir et d'appliquer des plans d'urgence pour: Donner l'alerte de manière aussi rapide que possible de façon à empêcher que les impacts ne puissent s'étendre aux populations locales, au personnel, à l'environnement et aux biens, Protéger le personnel contre les risques d'atteinte à l'intégrité physique, soit en le protégeant du danger, soit en l'évacuant du site de l'incident, Minimiser l'impact d'un événement sur l'environnement en atténuant le potentiel d'aggravation, et dans la mesure du possible, en limitant les rejets occasionnés.

IX/1/1/ Prévention des risques :

La prévention des risques de pollution accidentelle est intégrée dans les pratiques de Sonatrach.

Toutes les activités seront exécutées de manière à empêcher et à maîtriser tout déversement de produits susceptibles d'engendrer une pollution. Les mesures de prévention en usage concernent:

- ✓ La prévention des débordements non contrôlés des produits sur site,
- ✓ La mise en place de moyens de contrôle des débits en très/sortis des produits/déchets,
- ✓ L'inspection régulière des engins, appareil de forage, unité de collecte et de traitement des déchets.

IX/1/2/ Lutte contre les déversements :

La lutte contre les déversements sera immédiate et entreprise par le personnel impliqué dans l'incident. Le nettoyage des lieux pollués sera effectué conformément à la réglementation algérienne.

Les principales procédures de lutte contre les déversements sont énumérées ci-après :

- ✓ L'isolement de la source de pollution,
- ✓ Le confinement du déversement,
- ✓ L'enlèvement de sources potentielles d'ignition de l'intérieur et près de l'aire de déversement,
- ✓ L'utilisation d'équipements de protection individuelle appropriés,

Chapitre IX : Plan de gestion environnementale:

- ✓ Le nettoyage du déversement.

IX/1/3/Elaboration du plan d'urgence :

Le développement d'un plan d'urgence basé sur l'analyse des dangers potentiels occasionnés par le projet est une obligation dictée par la loi 04-20. De ce fait, il y a lieu d'évaluer les risques en envisageant chaque scénario d'accident à savoir:

- ✓ Déversements de diesel,
- ✓ Déversements de produits chimiques,
- ✓ Déversement des déchets de forage.

Les entreprises chargées des travaux durant les activités de forage mettront en place une organisation ainsi que des procédures et plans documentés pour gérer toute situation d'urgence pouvant survenir. Elles devront informer les personnes désignées pour les tâches de secours de leurs responsabilités.

IX/2/Plan de gestion des déchets :

Les entreprises contractantes devront mettre un plan de gestion des déchets approuvé par Sonatrach.

IX/2/1/Présentation des déchets solides générés lors des travaux de forage :

IX/2/1/1/Déchets solides :

Selon les termes du Décret n° 84-378 du 15 décembre 1984 fixant les conditions de nettoyage, d'enlèvement et du traitement des déchets solides, les déchets sont classés selon leur origine en déchets ménagers et déchets industriels.

IX/2/1/1/1/Déchets ménagers :

Ces déchets dont la quantité est estimée à la base de 0.6 kg par jour et par personne peuvent être séparés en déchets organiques et déchets valorisables ou recyclables. Les déchets organiques seront transportés vers la décharge la plus proche. Tandis que les déchets valorisables ou recyclables, telles que les matières plastiques (les bouteilles, les gobelets) ou les canettes métalliques seront livrés, à des entreprises autorisées par le Ministère de l'Environnement et des Energies renouvelables pour la collecte ou le recyclage des déchets.

Chapitre IX : Plan de gestion environnementale:

IX/2/1/1/2/Déblais de forage :

La quantité totale de déblais pour le programme de forage considéré est :

Tableau IX.01: Bilan de l'estimation des déchets solides durant les travaux de forage

Designation	Unité	Quantité
Déblais	m ³	659
Déchets solides ménagers	kg	3936

IX/2/2/ Plan de gestion de déchets solides :

Dans le cadre de la mise en application de la réglementation relative au contrôle, à la gestion et à l'élimination des déchets solides, la Sonatrach ne veillera que les entreprises contractantes s'engagent à :

- ✓ Collecter et stocker les déblais de forage dans un bournier étanche et les confier à une entreprise spécialisée pour traitement,
- ✓ Collecter et entreposer les fûts, les batteries usagées, les filtres usagés et les pièces métalliques et celles de rechange. Ces déchets seront confiés à une entreprise spécialisée.

IX/3/Plan de gestion des sites et sols contaminés :

Pour la gestion des sols contaminés, les entreprises contractantes devront procéder à la caractérisation de la partie contaminée et analyser le niveau de contamination selon les normes en vigueur.

Pour ce faire, les entreprises contractantes devront :

- ✓ Effectuer une analyse primaire du site et entreprendre les premières actions,
- ✓ Analyser les principales caractéristiques des polluants,
- ✓ Connaître les principales familles de polluants,
- ✓ Maîtriser les techniques de dépollution des sols et les mesures à entreprendre en cas d'accidents (fuite des hydrocarbures, pertes des boues de forage ou autre).

IX/4/Plan de gestion des rejets liquides et gazeux

IX/4/1/Présentation des rejets liquides :

IX/4/1/1/Rejets liquides générés par les travaux de forage :

Trois types de rejets liquides seront générés durant les travaux de forage, les eaux usées sanitaires, les eaux de lavage et les huiles usagées.

Chapitre IX : Plan de gestion environnementale:

IX/4/1/1/1/Eaux usées sanitaires :

Les eaux usées sanitaires, qui sont estimées à environ 8m³/jour, proviennent du campement du personnel durant la période des travaux de forage. Ces eaux seront évacuées vers une fosse septique. Cette dernière sera dimensionnée pour 80 équivalents habitants.

IX/4/1/1/2/Eaux de lavage :

Elles proviennent des opérations de lavage et de nettoyage de l'appareil de forage et de lavage des déblais. Les effluents, estimés, pour toute la période, à 1990m³, seront drainés en continu vers un bournier étanche.

IX/4/1/1/3/Huiles usagées :

Durant la période du forage, la quantité des huiles usagées est estimée à 10000L. Ces huiles seront collectées puis transportées vers les lieux destinés à leur traitement.

IX/4/1/1/4/Eaux des bourniers :

Après décantation, la phase aqueuse des boues à base d'eau, sera récupérée et traitée selon la réglementation et les bonnes pratiques en vigueur.

Tableau IX.02: Bilan de l'estimation des rejets liquides durant les travaux de forage

Désignation	Unité	Quantité
Eaux de lavage des équipements	m ³	2985
Eaux sanitaires	m ³	2880
Les huiles usagées et graisses	L	10 000
Eaux de lavage des déblais	m ³	2985

IX/4/2/Plan de gestion des rejets liquides :

Les entreprises contractantes devront :

- ✓ Respecter le programme de cimentation du tubing, pour réduire les pertes de boue le long du forage et pour assurer la protection des eaux souterraines,
- ✓ Procéder à la collecte des eaux de lavage générées par les équipements de forage dans un bournier étanche,
- ✓ Collecter les eaux usées sanitaires produites au niveau de la base de vie,
- ✓ Traiter les déblais et la phase aqueuse présente dans les bourniers de forage par une entreprise spécialisée,
- ✓ Collecter les huiles usagées dans des fûts et les transporter par camion pour

Chapitre IX : Plan de gestion environnementale:

- ✓ stockage et traitement.
- ✓ Comptabiliser les quantités de produits utilisés à travers un registre et dès le démarrage des travaux.

IX/4/3/Plan de gestion des rejets gazeux :

Ces émissions sont constituées des gaz d'échappement des engins, des groupes électrogènes et des gaz de torchage au cours du test de production du puits.

IX/4/3/1/Gaz d'échappement des engins et groupes électrogènes :

L'exploitation optimale, le suivi et l'entretien régulier des engins et des groupes électrogènes permettent de réduire au minimum les effets des émissions des gaz sur l'environnement.

IX/4/3/2/Emissions atmosphériques pendant le test de production du puits

Dans l'éventualité où le puits sera testé, les hydrocarbures seront acheminés vers une torche. Les émissions atmosphériques sont composées essentiellement de CO₂, H₂O, CO et NO_x.

Pour prévenir et contrôler ces émissions, les entreprises contractantes doivent appliquer des méthodes appropriées pour s'assurer que les émissions atmosphériques soient conformes à la réglementation algérienne en vigueur.

IX/5/Programme de surveillance et de suivi des impacts environnementaux

Les travaux, de forage et de la phase de test de production du puits, requièrent l'établissement d'un programme de suivi de fonctionnement et de sécurité intégrant l'aspect environnemental.

Le plan de surveillance environnementale identifiera les changements potentiels du milieu par rapport aux conditions de référence, le respect des réglementations applicables et le respect des objectifs et cibles de la gestion HSE. Les objectifs des plans de suivi seront les suivants:

- ✓ Surveiller la performance environnementale par rapport aux objectifs et aux exigences réglementaires,
- ✓ Surveiller les émissions résultant des activités,
- ✓ Surveiller les conditions environnementales et les comparer aux conditions de référence afin d'identifier les tendances ou impacts pouvant résulter d'événements naturels ou d'activités liées au projet,

Chapitre IX : Plan de gestion environnementale:

Les éléments suivants feront partie du suivi environnemental :

- ✓ Qualité de l'air et bruit,
- ✓ Rejet hydrique,
- ✓ Déchet solide.

IX/6/Plan d'utilisation optimale des ressources naturelles :

L'utilisation optimale des ressources naturelles constitue une partie intégrante de la politique environnementale de Sonatrach.

Plusieurs programmes sont mis en place visant à

- ✓ Éviter l'exploitation excessive des ressources naturelles,
- ✓ Promouvoir la conservation et l'utilisation durables des ressources naturelles à travers le Suivi régulier de l'exploitation de la nappe sous terrain.

IX/7/Plan de gestion des produits chimiques :

Pour une gestion efficace des produits chimiques, les entreprises contractantes devront :

- ✓ Assurer la sensibilisation du personnel en matière de manipulation des produits chimiques.

Lors d'aménagement d'une zone de stockage, le responsable concerné doit se conformer aux consignes suivantes:

- ✓ Aménager une zone de stockage et mettre en place des cuvettes de rétention,
- ✓ Placer la zone de stockage des produits chimiques loin des cabines d'habitation des ouvriers,
- ✓ Mettre en place un système d'extinction incendie au niveau de la zone de stockage,
- ✓ Lors de stockage des produits chimiques, le responsable concerné doit se conformer aux consignes suivantes:
 - Stocker les produits chimiques dans un endroit ventilé et à l'abri de la chaleur,
 - Connaître les caractéristiques et les propriétés de toutes les substances chimiques qui sont en stock et celles qui seront utilisées,
 - S'assurer que l'accès aux produits chimiques est strictement contrôlé,

Chapitre IX : Plan de gestion environnementale:

- Placer un affichage qui mentionne:
 - Interdiction de fumer,
 - Interdiction de manger,
 - Interdiction de boire,
 - Obligation du port des EPIs,
- Identifier étranger les bidons, flacons, bouteilles et sacs dans des étagères selon leurs poids, étiquetage des risques, compatibilité des produits,
- Interdire les travaux à chaud à proximité de la zone de stockage des produits chimiques,

Lors de l'utilisation du produit chimique, l'utilisateur doit se conformer aux consignes suivantes:

- ✓ Étudier l'étiquette et les instructions de la FDS par chaque utilisateur,
- ✓ Éviter d'utiliser des liquides hautement inflammables dans un endroit clos et s'assurer qu'il y a un apport suffisant d'air frais,
- ✓ Éviter de respirer les vapeurs de produits chimiques,
- ✓ Ne pas stocker de la nourriture ou des boissons dans les zones où des produits chimiques sont présents,
- ✓ Utiliser les EPI obligatoires,
- ✓ Interdire à toute personne non habilitée à utiliser et manipuler les produits chimiques,
- ✓ Inventorier selon type et quantité des produits chimiques qui sont stockés et utilisés sur site. Une sensibilisation doit être conduite à chaque utilisateur, elle doit comporter:
 - ✓ Les dangers et risques relatifs au produit,
 - ✓ Les mesures de prévention nécessaires,
 - ✓ L'utilisation et la préservation des EPIs,
 - ✓ Les effets de l'exposition,
 - ✓ Les aspects environnementaux liés au transport, stockage, reconditionnement et utilisation des produits chimiques et leurs impacts sur l'environnement,
 - ✓ La procédure d'urgence.

Les moyens pour prévenir une pollution environnementale:

- ✓ Les entreprises contractantes doivent disposer d'un produit absorbant inerte,

Chapitre IX : Plan de gestion environnementale:

Stocké sur le site à proximité des zones de stockage ou zones de manipulation de produits chimiques, pour une éventuelle utilisation dans le cas d'épandage accidentel pour nettoyer les produits déversés et éviter la pollution du sol.

- ✓ Le produit utilisé peut être du sable ou de la chaux ou tout autre produit mentionné dans la FDS du produit chimique. Des seaux, pelles et des conteneurs de stockage sont également à prévoir.
- ✓ En cas de contamination de sol par des produits chimiques, le travail doit être arrêté et le premier responsable du site doit être avisé.
- ✓ Le travail ne doit reprendre que si la zone de travail est nettoyée.
- ✓ Le personnel responsable du nettoyage de la zone doit porter les EPIs nécessaires.

IX/8/Plan d'information et sensibilisation environnementale :

Sonatrach a mis en œuvre des actions de sensibilisation de son personnel à l'hygiène, la sécurité et l'environnement, incluant la formation du personnel aux plans d'urgence et aux problématiques environnementales, permettant d'engager l'ensemble de son personnel à la préservation de l'environnement. A l'occasion de la réalisation de ce projet, Sonatrach veillera à ce que les entreprises contractantes disposent d'un programme d'information et de sensibilisation pour leurs personnels aux problématiques environnementales en relation avec la spécificité de chaque site et projet et ce conformément à la réglementation algérienne en vigueur.

IX/9/Programme d'audit environnemental :

Les principaux objectifs du programme d'audit environnemental sont les suivants :

- ✓ L'exécution du projet conformément aux exigences du PGE, à la réglementation algérienne et aux exigences de la politique environnementale de la Sonatrach.
- ✓ Les engagements et les mesures d'atténuation relatifs à la gestion environnementale sont effectivement atteints et les objectifs de réduire les impacts environnementaux sont accomplis.
- ✓ La conformité du projet aux exigences susmentionnées sera évaluée par des inspections sur terrain.

Chapitre IX : Plan de gestion environnementale:

IX/10/Programme d'abandon et de remise en état des lieux :

A la fin des travaux de forage, les entreprises contractantes prévoient un plan de restauration et de remise en état des sites des puits et de la zone d'exploration. Ce programme comportera notamment les tâches suivantes:

Démantèlement et démobilitation de l'appareil de forage et des équipements,

Mise en œuvre du plan de gestion des déchets (collecte, transport, traitement), Remise en état du terrain de la zone concernée par et le site de forage Réhabilitation des borbiers après analyse et traitement des déblais de forage,

- ✓ Protection du puits par la mise en place d'une cage métallique référencée.
- ✓ D'une manière générale, les actions faisant partie du programme d'abandon doivent permettre la réhabilitation du site et sa réinsertion dans le paysage général naturel de la région.

Conclusion générale

La réalisation du forage AZRE-1 permettra le renforcement de l'économie national, Ce projet répond à la politique énergétique national, à la création de l'emploi aux habitants de cette région et offre une importante densité énergétique.

Pour la réalisation de ce projet, SONATRACH a ainsi choisi une technique se justifiant par le fait qu'elle génère de l'ensemble des impacts négatifs très faibles sur l'environnement et le milieu social.

Sur la base des informations collectées auprès de SONATRACH sur le périmètre d'étude à partir des points fournis auprès de diverses stations d'observation repartis à travers toute la superficie du périmètre de forage, il a été constaté que le périmètre sollicité est caractérisé principalement par ce qui suit :

- Une densité de population très faible.
- Les potentialités des eaux souterraines dans la région d'Adrar sont importantes, elles constituent la principale ressource hydrique. Des réserves souterraines sont emmagasinées dans les différents niveaux perméables superposés, intercalés par d'autres niveaux imperméables à semi perméables.
- Présence de faune et flore.
- La zone d'étude appartient au domaine bioclimatique désertique, caractérisé par une pluviométrie très réduite, des températures élevées et une forte évaporation accentuée par des vents violents et fréquents interdisant toute culture sans irrigation.
- Un relief relativement plat avec des zones de sable dunaires, de terrains rocheux, et le paysage de la région est en général désertique.

De ce qui précède, l'environnement du périmètre Rezkellah est favorable à la réalisation du projet, car il est situé dans des zones où les milieux biologiques ne sont pas particulièrement sensibles. L'impact sur la population sera minime car cette dernière n'habite pas à proximité de la zone des travaux de forage, mais à des distances telles que les impacts seront très peu perceptibles.

Les résultats de l'analyse des impacts du projet y compris les mesures d'atténuation ou de compensation préconisées dans le PGE de l'EIE mettent en évidence la viabilité écologique dudit projet qui doit être soutenu par le gouvernement. Ce dernier ne présente pas de risques, l'impact négatif de la phase des travaux sur le milieu physique,

biologique et socio-économique est jugé mineur, et n'affecteront pas l'environnement de manière importante, à cause de la faible présence du milieu biologique, la nature du milieu physique (désertique) et la durée des travaux. Donc les risques environnementaux sont maîtrisés.

Références Bibliographiques :

1. <http://www.sonatrach-dz.com/site-hse-new/page-polit-hse.htm> mai 2021
2. Journal Officiel de la République Algérienne.H JUIN 2021
3. www.joradp.com JUIN 2021
4. <http://WWW.tutiempo.net/clima.htm> MAI 2021
5. H.Benramdane, Contribution à l'étude géologique et gîtologique. (Mémoire de magistère) universiter de bab ezouar 27/09/2007 .
6. O. D. S. E. D. SAHEL(OSS), Système aquifère de sahara septentrionales, 2ème éd., AVRIL 2003 document interne .
7. <http://www.sahara-nature.com> FEVRIER 2021
8. connaissance pétrole BENADJI document interne
9. D. M. METAICHE, «Forage : Techniques et procédés,» Université de Bouira, Algérie, Octobre 2013.
10. SONATRACH, «DESCRIPTION DETAILLEE DES DIFFERENTES PHASES DU PROJET FORAGE»document interne.
11. Projet Rabaska Étude d'impact sur l'environnement « Tome 3, volume 1, chapitre 8 8.1 Janvier 2006 »
12. «Légis Québec - Source officielle,» © Gouvernement du Québec, [En ligne].
Available: <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/M-13.1,%20r.%201/JUIN>
2012.
13. SHELL Algérie société Evaluation d'Impact Environnemental (2006). .

Les annexes :

Thème principal : Gestion des hydrocarbures	
Texte réglementaire : Décret présidentiel n° 15-244 du 23 Dhou El Kaada 1436 correspondant au 7 septembre 2015	Sujet : Décret portant approbation de contrats pour la recherche et l'exploitation des hydrocarbures, conclus à Alger le 20 mai 2015 entre l'agence nationale pour la valorisation des ressources en hydrocarbures (ALNAFT) et la société nationale Sonatrach-S.P.A.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 94-43 émis le 30 janvier 1994.	Sujet : Décret fixant les règles de conservation des gisements d'hydrocarbures et de protection des aquifères associés.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 13-40 du 27 novembre 2013.	Sujet : Décret définissant les conditions d'octroi par l'agence nationale pour la valorisation des ressources en hydrocarbures (ALNAFT), d'une autorisation exceptionnelle de torchage de gaz, les seuils admissibles ainsi que les conditions de tarifications spécifiques dans les zones éloignées ou isolées
Texte réglementaire : La loi n° 05-07 du 28 avril 2005 modifiée et complétée par l'ordonnance n° 06-10 du 29 juillet 2006 et la loi n° 13-01 du 20 février 2013.	Sujet : Cette loi est relative aux hydrocarbures.
Texte réglementaire : Ordonnance n° 06-10 du 29 juillet 2006.	Sujet : Ordonnance modifiant et complétant la loi n° 05-07 du 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures.
Texte réglementaire : Loi n° 13-01 du 20 février 2013.	Sujet : Loi modifiant et complétant la loi n° 05-07 du 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 14-06 du 15 janvier 2014.	Sujet : Décret fixant la liste des biens d'équipement, services, matières et produits exonérés de la taxe sur la valeur

	ajoutée (TVA), des droits, taxes et redevances de douanes relative aux activités de recherche et /ou d'exploitation, de transport par canalisation des hydrocarbures, de liquéfaction du gaz et deséparation des gaz de pétrole liquéfiés.
Thème principal : Etude d'impact	
Texte réglementaire : Décret exécutif n°07-145 du 19 Mai2007	Sujet : Décret déterminant les champs d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 08-312 du 5 octobre2008.	Sujet : Décret fixant les conditions d'approbation des études d'impact sur l'environnement pour les activités relevant du domaine des hydrocarbures (travaux de recherche d'hydrocarbures, d'extraction, de traitement, de stockage, de transport, de raffinage et transformation, opération de chargement, excavations, modifications.).
Thème principal : Procédures administratives Environnementales	
Texte réglementaire : Loi n°03-10 du 19 juillet 2003.	Sujet : Cette loi est relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable et ses objectifs.
Thème principal : Déchets Dangereux	
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 03-478 du 09 décembre 2003.	Sujet : Ce décret définit les modalités de gestion des déchets d'activités de soins.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 04-409 du 14décembre 2004.	Sujet : Ce décret fixe les modalités de transport des déchets spéciaux dangereux.

Texte réglementaire : Décret exécutif n° 05-315 du 10 septembre 2005	Sujet : Le présent décret a pour objet de fixer les modalités de déclaration des déchets spéciaux dangereux.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 06-104 du 28 février 2006.	Sujet : Ce décret fixe la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux (<i>se référer à l'annexe III du décret exécutif n°06-104</i>).
Thème principal : Gestion des déchets et leur élimination	
Texte réglementaire : Décret présidentiel n°84-378 du 15 décembre 1984.	Sujet : Ce décret fixe les conditions de nettoyage d'enlèvement et du traitement des déchets solides urbains.
Texte réglementaire : Loi n° 01-19 promulguée le 12 décembre 2001.	Sujet : Cette loi est relative à la gestion, contrôle et à l'élimination des déchets.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 02-372 du 11 novembre 2002.	Sujet : Ce décret règle les déchets d'emballages.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 03-477 du 09 décembre 2003.	Sujet : Ce décret fixe les modalités et les procédures d'élaboration, de publication et de révision du plan national de gestion des déchets spéciaux.
Thème principal : Gestion des rejets hydriques.	
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 10-88 du 10 mars 2010.	Sujet : Ce décret fixe les conditions et les modalités d'octroi d'autorisation de rejets d'effluents non toxiques dans le domaine public hydraulique.
Thème principal : Effluents liquides industriels	
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006.	Sujet : Ce décret définit les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.
Thème principal : Huiles usagées.	
Texte réglementaire : Décret exécutif 93-161 du 10 juillet 1993.	Sujet : Ce décret réglemente le déversement des huiles et lubrifiants dans le milieu naturel.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 93-162 du 10 juillet 1993.	Sujet : Ce décret fixe les conditions et les modalités de récupération et de traitement des huiles usagées.

Thème principal : Pollution atmosphérique	
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 03-410 du 05 novembre 2003.	Sujet : Ce décret fixe les seuils limites des émissions de bruit et de fumées de gaz toxiques par les véhicules automobiles.
Texte réglementaire : Décret exécutif n°06-02 émis le 7 janvier 2006.	Sujet : Ce décret définit les valeurs limites, les seuils d'alerte et les objectifs de qualité de l'air en cas de pollution atmosphérique.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 06-138 du 15 avril 2006.	Sujet : Ce Décret réglemente l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées vapeurs, particules liquides ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle
Thème principal : Bruit	
Texte réglementaire : Arrêté du 25 février 1964 relatif à la lutte contre le bruit excessif.	Sujet : Arrêté relatif à la lutte contre le bruit excessif.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 93-184 du 27 juillet 1993.	Sujet : Ce décret réglemente l'émission des bruits.
Thème principal : Espèces animales protégées	
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 83-509 émis- le 20 août 1983.	Sujet : Décret relatif aux espèces animales non domestiques protégées.
Sujet : Décret relatif aux espèces animales non domestiques protégées.	Sujet : Ordonnance relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 08-412 du 24 Décembre 2008.	Sujet : Ce décret fixe les mesures de protection pour la sauvegarde des espèces animales protégées et de leurs habitats.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 12-235 du 24 mai 2012.	Sujet : Ce décret fixe la liste des espèces animales non domestiques protégées.
Thème principal : Espèces végétales non cultivées protégées.	
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 12-03 du 4 janvier 2012.	Sujet : Ce décret fixe la liste des espèces végétales non cultivées protégées.

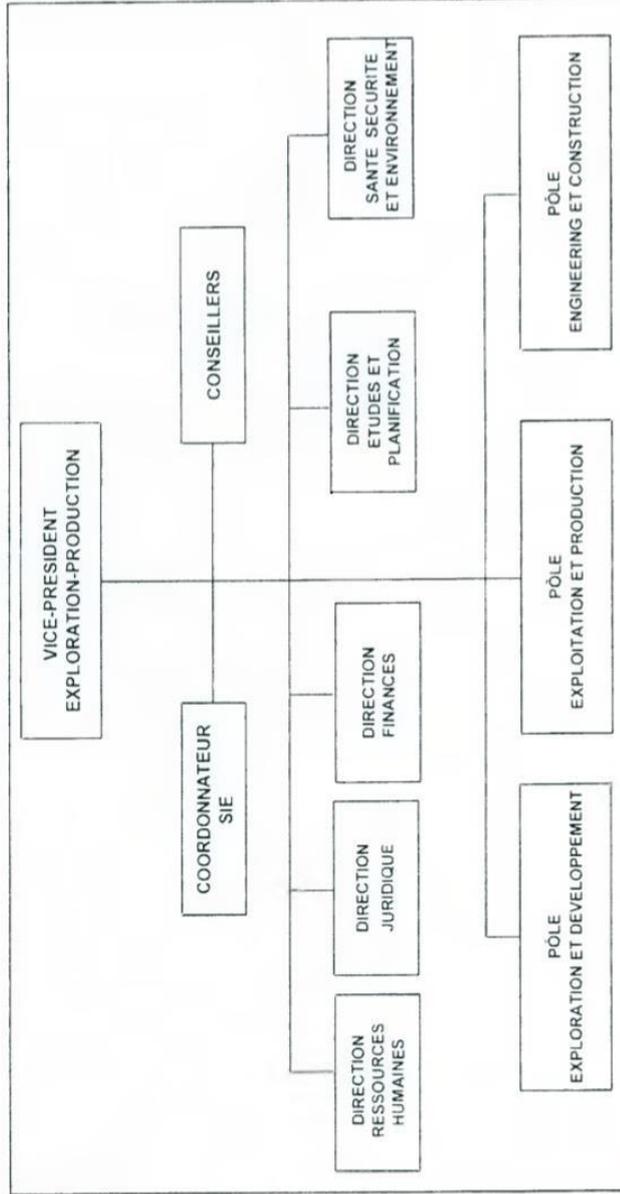
Thème principal : Protection des Ressources en eau.	
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 93-163 du 10 juillet 1993.	Sujet : Décret exécutif portant institution d'un inventaire du degré de pollution des eaux superficielles.
Texte réglementaire: Décret exécutif n°07-399 du 23 Décembre 2007.	Sujet : Ce décret est relatif aux périmètres de protection qualitative des ressources en eau.
Texte réglementaire : Décret exécutif n°10-73 du 06 février 2010.	Sujet : Ce décret est relatif à la protection quantitative des nappes aquifères.
Thème principal : Gestion des ressources en eau.	
Texte réglementaire : Loi n°05-12 du 04 août 2005.	Sujet : La présente loi a pour objet de fixer les principes et les règles applicables pour l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau en tant que bien de la collectivité nationale.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 06-126 du 27 mars 2006.	Sujet : Décret exécutif fixant les modalités de l'application de la redevance due en raison de l'usage à titre onéreux du domaine public hydraulique par prélèvement d'eau pour son injection dans les puits pétroliers ou pour d'autres usages du domaine des hydrocarbures.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 08-148 du 21 mai 2008.	Sujet : Ce Décret exécutif fixe les modalités d'octroi de l'autorisation d'utilisation des ressources en eau.
Texte réglementaire : Loi n° 08-03 du 23 janvier 2008.	Sujet : Loi modifiant et complétant la loi n° 05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau.
Texte réglementaire : Arrêté du 15 octobre 2009.	Sujet : Cet arrêté porte définition des documents techniques requis pour la réalisation de chaque type d'ouvrage ou installation d'utilisation des ressources en eau.

Thème principal : Gestion des matières dangereuses	
Texte réglementaire : Décret exécutif n°03-451 du 1er décembre 2003.	Sujet : Ce décret définit les règles de sécurité applicables aux activités portant sur des matières et produits chimiques dangereux ainsi que les récipients de gaz sous Pression.
Texte réglementaire : Décret exécutif n° 03-452 du 1er décembre 2003.	Sujet : Ce décret fixe les conditions particulières relatives au transport routier des matières dangereuses.
Texte réglementaire Décret exécutif n° 05-08 du 8 janvier 2005.	Sujet Décret relatif aux prescriptions particulières applicables aux substances, produits ou préparations dangereuses en milieu de travail.
Thème principal : Prévention des risques majeurs et gestion des catastrophes	
Texte réglementaire : Décret présidentiel n° 85-231 du 25 août 1985.	Sujet : Ce décret fixe les conditions et modalités d'organisation et de mise en œuvre des interventions et secours en cas de catastrophe.
Texte réglementaire : Loi n° 04-20 promulguée le 25 décembre 2004.	Sujet : Cette loi est relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.
Thème principal : Hygiène, médecine de travail et SST	
Texte réglementaire : Loi n° 88-07 de 26 janvier 1988.	Sujet : Loi relative à l'hygiène, à la sécurité et à la médecine du travail.
Texte réglementaire : Décret n°02-427 du 07 décembre 2002.	Sujet Décret relatif aux conditions d'organisation de l'instruction, de l'information et de la formation des travailleurs dans le domaine de la prévention des risques professionnels.

Thème principal : Héritage culturel et archéologie	
Texte réglementaire : Loi n° 98-04 promulguée le 15 juin 1998.	Sujet : Cette loi est relative à la Protection de l'héritage culturel.
Thème principal : Aménagement du territoire	
Texte réglementaire : Loi n°04-03 du 23 juin 2004.	Sujet : Cette loi est relative à la protection des zones de montagne dans le cadre du développement durable.

N° 91 /DG

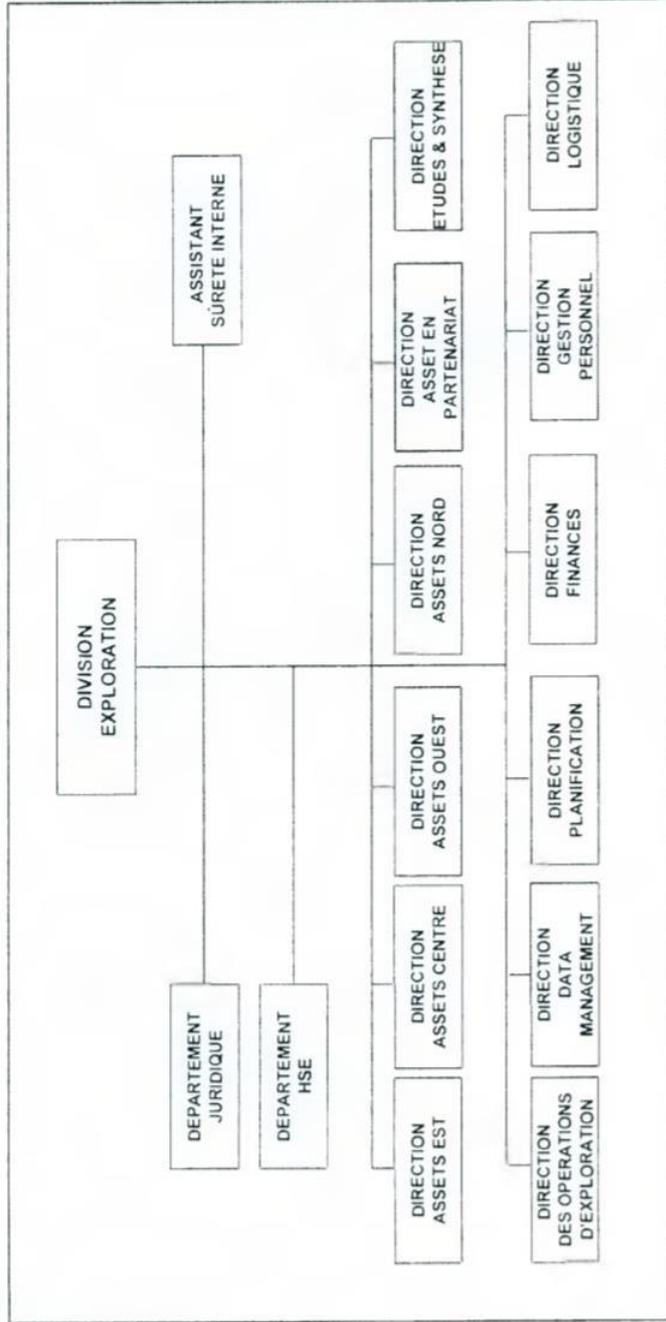
ORGANIGRAMME DE L'ACTIVITE EXPLORATION-PRODUCTION



Fait à Alger, le 05 Février 2016
Le Président Directeur Général,

A. MAZOUZI
A. MAZOUZI

ORGANIGRAMME DE LA DIVISION EXPLORATION
POLE EXPLORATION ET DEVELOPEMENT/E&P



Fait à Alger, le 06 Fev. 2016
Le Président Directeur Général,

Le Président Directeur Général
A. MAZOUZI

DECLARATION GENERALE DE LA POLITIQUE HSE



En référence à son statut d'acteur énergétique et de locomotive de l'économie nationale, ainsi qu'à ses objectifs stratégiques, SONATRACH s'investit dans sa volonté d'atteindre et de maintenir les meilleurs standards et performances en matière de Santé, de Sécurité et de protection de l'Environnement.

Par ce fait, elle vise l'excellence dans ce domaine, pour créer de la valeur ajoutée et répondre aux attentes de toutes ses parties prenantes internes et externes.

Afin de soutenir sa vision, SONATRACH s'appuie sur trois valeurs fondamentales :

- La Ressource Humaine.
- La Communication.
- La Transparence.

Elle réaffirme ainsi son engagement à :

Donner la priorité à la Santé et la Sécurité des travailleurs, et protection de l'Environnement, tout en assurant une amélioration continue et une démarche préventive dans ce domaine. Elle s'engage aussi, à développer un système d'identification et d'évaluation continues des risques et mettre en œuvre les dispositions nécessaires et appropriées pour leur atténuation.

Assurer la Sécurité de ses Actifs et veiller à ce que tous les dispositifs de maîtrise des risques soient constamment fonctionnels et efficaces. Elle s'engage aussi à améliorer ses programmes d'intégrité des installations et des ouvrages pour prévenir les événements accidentels.

Développer le leadership et l'engagement de tous ses Managers pour améliorer ses performances liées à la Santé, à la Sécurité et à la protection de l'Environnement.

Impliquer tous ses employés pour la maîtrise des risques, par le développement d'une culture HSE basée sur l'information, la formation et le retour d'expérience.

Se conformer, partout où elle opère, aux exigences légales et réglementaires, en matière de Santé, de Sécurité et de protection de l'Environnement, applicables à son domaine d'intervention.

Mettre en place les dispositions nécessaires visant un excellent niveau de conformité, de responsabilité et de performance HSE de ses Partenaires et des Entreprises Extérieures.

Améliorer ses propres plans d'urgence et engager les moyens et les ressources adaptées, pour assurer une réponse rapide, efficace et intégrée, afin de minimiser les conséquences de tout accident ou événement majeur.

S'assurer qu'aucun projet n'est lancé avant d'évaluer ses impacts environnementaux, et son acceptabilité sociale, et mettre en place des mesures appropriées durant tout son cycle de vie, pour prévenir et réduire les impacts négatifs sur la Santé, la Sécurité, l'Environnement et le bien-être des populations environnantes.

Adopter les meilleures pratiques industrielles et mettre en œuvre les mesures adéquates pour une utilisation efficace et optimale des ressources naturelles, la prévention et la réduction de la pollution, ainsi que la compensation des impacts négatifs, en étroite concertation avec les autorités et les parties concernées.

Réduire son empreinte carbone, par l'amélioration de sa performance énergétique et opérationnelle, la réduction de ses émissions des gaz à effet de serre ainsi que le développement et l'utilisation de technologies et de procédés bas carbone.

Mener ses missions de façon responsable et en toute sécurité, en consultant toutes ses parties prenantes externes sur des questions d'intérêt mutuel.

Allouer les ressources nécessaires et optimales pour mettre en œuvre sa politique et atteindre ses objectifs de Santé, de Sécurité et de protection de l'Environnement.

Par la mise en œuvre de cette Politique, SONATRACH aspire, à gagner la confiance de ses parties prenantes et à être reconnue comme un modèle dans ce domaine.

SONATRACH adopte toutes les mesures nécessaires pour que les engagements énoncés, ci-dessus, se reflètent au quotidien dans la conduite de ses Activités, celles de ses Filiales, ses Partenaires, ses Entreprises Extérieures et de leurs Sous-traitants.

La présente déclaration est mise à la disposition du public. Elle est diffusée et affichée à travers tous les Sites de SONATRACH.

Alger, le 16 mars 2021

Le Président Directeur Général

Toufik HAKKAR