

Année Universitaire : 2017-2018



Master Sciences et Techniques : Géorressources et Environnement

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

- Etude d'impact sur l'environnement de la
Carrière Gravel Douar La'ayda
- Mesures des vibrations liées aux tirs de mines

Présenté par :

Adil DOUIAB

Encadré par :

- Pr Fatima FADIL, FSTF
- Mr Hanoun IBOUHOUTEN, INAMEN Meknès

Soutenu le 11 Juin 2018 devant le jury composé de :

- Pr. Fatima FADIL
- Mr. Hanoun IBOUHOUTEN
- Pr. Lahcen BENAABIDATE
- Pr. Abderrahim LAHRACH

Stage effectué à : INAMEN Meknès,





Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Nom et prénom : Adil DOUIAB

Année Universitaire : 2017/2018

**Titre : - Etude d'Impact sur l'Environnement de la carrière GRAVEL Douar La'ayda
- Mesure des vibrations liées aux tirs de mines**

Résumé

La présente étude d'impact sur l'environnement concerne La carrière GRAVEL se localise à environ 14 km au Nord-Ouest de la ville de Berrechid et à 30 km au Sud-Est du centre-ville de Casablanca sur le territoire de la commune Sahel Oulad H'Riz, précisément à côté du Douar La'ayda. Cette étude a pour objectif de :

- + Faire une description de l'environnement dans la zone d'étude, avec toutes ces composantes physiques, biologiques et humaines ;
- + Montrer les impacts de la carrière Gravel sur les composantes de l'environnement et caractériser chaque impact via des paramètres environnementaux permettant d'évaluer le niveau de dangerosité ;
- + Mesurer les vibrations liées aux tirs de mines ;
- + Proposer des mesures de mitigation des effets négatifs de la carrière et un plan de gestion et de suivi environnemental pour une exploitation raisonnée ;
- + Proposer un programme pour la réhabilitation de la carrière.

Les résultats obtenus dans cette étude nous permettent d'une part de déterminer les éléments les plus affectés par le projet. Et d'autre part, de faire face à ces impacts négatifs par l'application de mesure d'atténuation proposés et le respect de plan de suivi dont le but de rendre le projet respectable du point de vue environnementale.

Les retombées positives générées par les activités liées à la carrière consistent en la création de l'emploi pour la population locale et le développement du tissu économique dans la région.

Toutefois, plusieurs impacts négatifs de la carrière de la zone d'étude ont été identifiés en termes de l'affleurement de la nappe dans certains endroits, le rejet des déchets solides et liquides, la modification du paysage naturel et la nuisance sonore, l'émission de poussières qui modifie la composition de l'atmosphère et l'influence sur la qualité des produits agricoles.

Mots clés :

Environnement, Impact, Carrière, Granulat, mesure d'atténuation, plan de suivi, réhabilitation, vibration.

DEDICACE

Je dédie ce travail de fin d'étude

A l'âme de mon grand-père AKAABOUNE Abdeslam et de ma grand-mère BOUTOUBA Fatima que Dieu aient ses âmes en sa Sainte Miséricorde.

A Ma très chère mère et mon très cher père

Pour votre amour, votre affection et vos efforts, qu'ils ont fait pour mon éducation ainsi que ma formation, je ne cesse de vous dire toujours merci pour tous vos sacrifices.

Que dieu tout puissant vous garde tous les deux et vous accorde longue vie et bonne santé.

A mes chères sœurs

Hassna et ikhlas, En reconnaissance de vos encouragements et de votre aide.

Je vous souhaite tout le bonheur du monde.

Merci à dieu de vous avoir et que dieu vous bénisse.

A mon cher frère

Majid DOUIAB, Je lui souhaite le bonheur et la réussite dans sa vie.

A Ma chère tante et mon cher oncle

Asmae DOUIAB et Mokhtar AKAABOUNE, Merci pour vos tendresses et encouragements, trouvez ici, l'expression de

Mon profond respect.

A Ma très chère amie

Lamya El-Bchiri, merci pour ton soutien et ton amitié.

A mes amis

A Tous ceux qui ont une relation de proche ou de loin

Avec la réalisation du présent rapport

Merci beaucoup

ADIL DOUIAB

Remerciements

*Je tiens à remercier **Dr FADIL Fatima** pour son encadrement irréprochable et généreux, ses compétences scientifiques et ses orientations précieuses qui m'ont aidé à la réalisation de ce travail.*

*Je tiens à remercier vivement, **Mr IBOUHOUTEN Hanoun** et **Mme ARSALAN Siham** pour leur accueil, le temps passé ensemble et le partage de leur expertise.*

*Mes remerciements vont également à **Mlle Khadija BOULAHNOUD**, **Mlle Imane JRIFA** et **Mr. Karim ARSALAN** qui m'ont présenté l'aide et le soutien durant le stage que j'ai passé au sein de bureau d'étude **INAMEN**, ainsi pour les informations et la documentation qui m'ont fourni afin d'élaborer ce travail.*

Merci à tous mes enseignants du Master Géo-Ressource et Environnement pour leur encadrement pédagogique et scientifique irréprochable et généreux, mais aussi pour leur patience, leurs conseils avisés et leur aide dans les moments difficiles.

Je remercie, aussi, tous les membres du jury qui ont bien voulu prendre la peine d'évaluer et de juger ce travail.

De tout cœur j'aimerais remercier mes parents qui sont le pilier de ma vie, pour m'avoir soutenu et m'encouragé pour atteindre cet objectif.

Un grand merci également à tous mes amis, qui m'ont écouté et m'ont soutenu durant ces années.

*Finalement je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué de près
Ou de loin l'élaboration de ce travail de fin d'étude.*

Résumé

La présente étude d'impact sur l'environnement concerne La carrière GRAVEL se localise à environ 14 km au Nord-Ouest de la ville de Berrechid et à 30 km au Sud-Est du centre-ville de Casablanca sur le territoire de la commune Sahel Oulad H'Riz, précisément à côté du Douar La'ayda. Cette étude a pour objectif de :

- ✚ Faire une description de l'environnement dans la zone d'étude, avec toutes ces composantes physiques, biologiques et humaines ;
- ✚ Montrer les impacts de la carrière Gravel sur les composantes de l'environnement et caractériser chaque impact via des paramètres environnementaux permettant d'évaluer le niveau de dangerosité ;
- ✚ Mesurer les vibrations liées aux tirs de mines ;
- ✚ Proposer des mesures de mitigation des effets négatifs de la carrière ;
- ✚ Proposer un programme pour la réhabilitation de la carrière ;
- ✚ Proposer un plan de gestion et de suivi environnemental pour une exploitation raisonnée.

Les résultats obtenus dans cette étude nous permettent d'une part de déterminer les éléments les plus affectés par le projet. Et d'autre part, de faire face à ces impacts négatifs par l'application de mesure d'atténuation proposés et le respect de plan de suivi dont le but de rendre le projet respectable du point de vue environnementale.

Les retombées positives générées par les activités liées à la carrière consistent en la création de l'emploi pour la population locale et le développement du tissu économique dans la région.

Toutefois, plusieurs impacts négatifs de la carrière de la zone d'étude ont été identifiés en termes de l'affleurement de la nappe dans certains endroits, le rejet des déchets solides et liquides, la modification du paysage naturel et la nuisance sonore, l'émission de poussières qui modifie la composition de l'atmosphère et l'influence sur la qualité des produits agricoles.

Mots clés:

Environnement, Impact, Carrière, Granulat, mesure d'atténuation, réhabilitation, plan de suivi, vibration.

Abstract

This environmental impact study concerns The GRAVEL Quarry, located about 14 km northwest of the town of Berrechid and 30 km southeast of downtown Casablanca On the territory of the commune Sahel Oulad H'Riz, precisely next to Douar La'yayda. This study has as objectives:

- ✚ Describe the environment in the study area, with all of these physical, biological and human components;
- ✚ To show the impacts of the Gravel quarry on the components of the environment and to characterize each impact via environmental parameters that make it possible to evaluate the level of dangerousness.
- ✚ To measure the vibrations related to the firing of mines;
- ✚ Propose measures to mitigate the negative effects of the career;
- ✚ Propose a program for the rehabilitation of the quarry;
- ✚ Propose a plan of management and environmental monitoring for a reasoned exploitation.

The results obtained in this study allow us on the one hand to determine the elements most affected by the project. And on the other hand, to cope with these negative impacts by applying proposed mitigation measures and following a monitoring plan that aims to make the project respectable from an environmental point of view.

The positive spin-offs generated by career-related activities consist of creating employment for the local population and developing the economic fabric in the region.

However, several negative impacts of the quarry of the study area have been identified in terms of: the outcrop of the water table in some places, the discharge of solid and liquid wastes, the modification of the natural landscape, the noise, the emission of dust which modifies the composition of the atmosphere, and at last the influence on the quality of the agricultural products.

Keywords:

Environmental, Impact, Career, Aggregate, mitigation measure, monitoring plan, rehabilitation, vibration.

Table des matières

Dédicace.....	1
Remerciements.....	2
Résumé	3
Abstract.....	4
Listes des figures.....	8
Liste des tableaux.....	9
Introduction	10
I. Généralité de l'Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE).....	12
1- Définition.....	12
2- Historique.....	13
3- Objectif de l'EIE.....	14
4- L'étude d'impact de l'exploitation d'une carrière sur l'environnement : termes de références et contenu.....	14
4-1. Cadre législatif et réglementaire.....	14
4-2. La description du projet.....	14
4-3. Caractérisation de l'état initial.....	15
4-4. Périmètre de la zone d'étude.....	15
4-5. Identification et évaluation des impacts.....	15
4-6. Mesures d'atténuation.....	15
4-7. Programme de surveillance et de suivi.....	16
4-8. Remise en état des lieux.....	16
II. Cadre institutionnel et législatif.....	17
1- Cadre institutionnel.....	17
2- Cadre juridique.....	18
III. Description du proje.....	20
1- Localisation du projet.....	20
2- Conditions d'accès.....	22
3- Environnement naturel.....	23
3-1. Géologie.....	23
3-2. Tectonique.....	26
3-3. Hydrologie et Hydrogéologie.....	27
3-4. Relief et topographie.....	28
3-5. Climatologie.....	28
3-6. Agriculture.....	33

3-7. Pédologie.....	34
3-8. Faune.....	34
3-9. Flore.....	34
4- Environnement humain	35
4-1. Population.....	35
4-2. Equipements socio-économique.....	35
5- Délimitation de la zone d'étude (Périmètre d'étude).....	36
IV. Détermination des caractéristiques physico-chimiques de l'eau.....	39
1- Paramètres physiques.....	39
2- Paramètres chimiques.....	40
3- Les indicateurs de pollution.....	40
4- Etat de qualité des eaux de la nappe.....	40
V. Analyse des impacts de la carrière GRAVEL sur l'environnement.....	42
1- Impacts positifs	42
2- Impacts négatifs	42
2-1. Impacts sur les eaux.....	42
2-2. Impacts sur le sol.....	45
2-3. Impacts sur la faune et la flore.....	47
2-4. Impacts sur le paysage.....	48
2-5. Impacts sur l'agriculture.....	50
2-6. Impacts sur l'atmosphère.....	50
2-7. La nuisance sonore.....	51
2-8. Impact sur la circulation routière.....	53
3- Matrice des impacts.....	54
VI. Mesure des vibrations liées aux tirs de mines.....	56
1- Travaux envisagés.....	56
1-1. Appareillage.....	57
1-2. Plan des tirs de mines.....	58
1-3. Résultats des mesures.....	61
1-4. Interprétation des résultats.....	61
VII. Mesures d'atténuation des impacts de la carrière sur l'environnement.....	63
VIII. Réhabilitation de la carrière GRAVEL.....	66
1- Concept de la réhabilitation.....	66
2- Réhabilitation de la carrière Gravel.....	67
3- Les solutions proposées pour la réhabilitation de la carrière GRAVEL :.....	67

3-1. Régulation des fronts de taille.....	67
3-2. La re-végétalisation.....	69
3-3. L'apiculture.....	70
3-4. Collection aquatique.....	70
4- Les plantes et les arbustes adaptés avec ces genres de réhabilitation.....	71
IX. Plan de surveillance et de suivi environnemental.....	73
Conclusion général.....	75
Références bibliographiques.....	76

Liste des figures

Figure 1: Photo satellitaire de la carrière Gravel Douar La'ayda.	20
Figure 2: Carte de situation du projet (extrait de la carte de Berrechid au 1/50 000).	21
Figure 3: Croquis de l'emplacement du projet sur l'image satellitaire (source : Google Earth).	21
Figure 4: Situation schématique du projet sur la carte routière de la région d'étude.	22
Figure 5: Log stratigraphique de la plaine de Berrechid (d'après Bolleli 1952, Mansouri 1993).	23
Figure 6: Cadre géologique de la région d'étude (Digitalisée à partir de la carte du Maroc 1/1000 000).	26
Figure 7: Répartition annuelles des précipitations durant la période 1987/2017.	29
Figure 8 : Répartition moyenne mensuelle des précipitations durant la période 1987/2017.	29
Figure 9 : Températures moyennes annuelles dans la station de Nouasseur durant la période 1987/2017.	30
Figure 10 : Températures moyennes mensuelles dans la station de Nouasseur durant la période 1987/2017.	31
Figure 11 : Diagramme Ombrothermique de la station de Nouasseur (1987-2017).	31
Figure 12: vitesses du vent dans la station de Nouasseur.	32
Figure 13 : Rose des vents à la station de Sahel Oulad H'Riz.	33
Figure 14: Carte générale d'occupation du sol aux environs de la carrière.	38
Figure 15: Les unités de pompes installées dans les affleurements de la nappe.	43
Figure 16: Ferrailles jetées au niveau de la carrière.	44
Figure 17: L'impact de la poussière sur la qualité d'eau.	44
Figure 18: Apparition du phénomène de l'eutrophisation au niveau de l'affleurement de la fosse 3.	45
Figure 19 : Grande dimension des pneus des camions causant la compaction des sols.	46
Figure 20 : Pollution du sol par les taches d'huiles causées par la circulation des engins.	46
Figure 21: Créations des nouveaux écosystèmes naturels au niveau de la carrière.	47
Figure 22: Modification du paysage au niveau de la carrière par les stocks des matériaux et des stériles.	48
Figure 23: Station de concassage installée dans une zone dépourvue de végétation.	49
Figure 24: Affleurements de la nappe dans les zones d'extraction des matériaux.	49
Figure 25: Extrait d'image Spot V de Google Maps de la situation de la carrière GRAVEL par rapport aux maisons proches.	52
Figure 26: Vue 3D de la carrière Gravel.	57
Figure 27: géophone Minimate Plus.	58
Figure 28: Illustration des paramètres constituant un schéma de tir.	59
Figure 29: Carte 3D montrant les fosses à réhabiliter.	67
Figure 30: a- Création de talus par déversement des stériles depuis le haut du front de taille. b- La composition granulométrique d'un talus. c- Plantation du talus. d- Protection de la plantation contre les chutes de pierre du front de taille.	69
Figure 31: Recouvrement progressif par la végétation après l'exploitation.	70
Figure 32: Schéma de réhabilitation de l'ensemble de la carrière.	72

Liste des tableaux

Tableau 1: Précipitations moyennes mensuelles et la moyenne annuelle (en mm) (Période 1987-2017).....	29
Tableau 2 : Pourcentages des précipitations par Saison pour la station de Nouasseur.....	30
Tableau 3 : Indice d'aridité de MARTONNE pour la station de Nouasseur.....	32
Tableau 4 : Taux d'activité de la population selon le sexe.	35
Tableau 5: Caractéristiques physiques des eaux de la nappe de Berrechid.....	39
Tableau 6: Caractéristiques chimiques des eaux de la nappe de Berrechid.	40
Tableau 7: Les indicateurs de pollution dans les eaux de la nappe de Berrechid.....	40
Tableau 8: Classes de qualité selon les paramètres de la pollution physico-chimique.	41
Tableau 9: Qualité des eaux de la nappe de Berrechid.....	41
Tableau 10: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs sur les eaux.....	45
Tableau 11: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs sur le sol.	46
Tableau 12: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs sur la faune et la flore.	48
Tableau 13: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs sur le paysage.	49
Tableau 14: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs sur l'agriculture.	50
Tableau 15: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs sur l'atmosphère.	51
Tableau 16 : Niveau sonore de quelques matériels utilisés dans les carrières (ARCHIMBAUD.al. ,1982).....	51
Tableau 17: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs de nuisance sonore.	53
Tableau 18: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs sur la circulation routière.	53
Tableau 19: Inventaire des impacts positifs et négatifs du projet.....	54
Tableau 20 : Plan de tir de mines de 22/03/2018.	60
Tableau 21: Résultats des mesures des ondes vibratoires au niveau de la carrière Gravel.	61
Tableau 22: Valeurs limites de la vitesse particulière en fonction de la fréquence observée.	62
Tableau 23: Synthèse du plan de surveillance et suivi environnemental.	74

Introduction

Le Maroc dispose des ressources importantes en matériaux de construction notamment les granulats, ils sont repartis sur tout le territoire national et servent à l'approvisionnement du marché national et l'alimentation des grands chantiers en cours.

L'extraction des matériaux qui sont non ou peu renouvelable, engendre des effets négatifs sur l'environnement. Notamment sur l'eau, le sol, l'air, le milieu biologique, le paysage, la population et les infrastructures de base. Dans ce sens les études d'impact sur l'environnement sont devenues une obligation pour prévenir contre ces impacts qui sont souvent irréversibles. Cependant, qu'elles soient existantes ou nouvellement créées, l'exploitation de granulat devrait tenir compte d'un ensemble d'exigences environnementales pour une exploitation rationnelle, économe et durable.

Donc L'État recherche un équilibre adéquat entre les exigences en matière de protection de l'environnement en tenant compte des anomalies rencontrées sur le terrain et la grande demande en matériaux de construction afin de trouver un compromis pour une gestion durable de la ressource.

La présente étude d'impact sur l'environnement concerne la carrière GRAVEL située à la commune Sahel Ouled H'Riz dans la province de Berrechid. Cette étude a pour objectif de présenter une lisibilité claire des différents impacts négative et positive du projet et d'améliorer sa conception globale pour répondre aux exigences du développement durable. Il renferme les éléments suivants :

- Le cadre institutionnel et Législatif ;
- Une description de l'environnement dans la zone d'étude, avec toutes ces composantes physiques, biologiques et humaines ;
- Une identification et évaluation des impacts environnementaux ;
- Une mesure des vibrations liées aux tirs de mines ;
- Une Description des mesures correctrices permettant de minimiser les incidences identifiées sur l'environnement et un Programme de surveillance et de suivi environnementaux ;
- Un programme de réhabilitation de la carrière.

Cette étude a demandé d'utiliser les données suivantes :

- Des données descriptives : description de la zone du projet ;
- Les données spatiales : Pour réaliser ce travail nous disposons des données suivantes : les cartes (Carte topographique, Carte Géologique, Carte du réseau routier, Carte pédologique) et les images satellitaires ;

❖ **Matériels informatique et logiciels utilisé :**

Les matériels et les logiciels utilisés pour le traitement des données sont :

- ✓ QGIS
- ✓ Surfer
- ✓ AutoCAD
- ✓ Excel : pour réalisation de quelques graphiques.

❖ **Les enquêtes et les travaux de terrains :**

Deux sorties de terrain : durant lesquelles, une tournée au niveau de la carrière pour rassembler les informations nécessaire pour la description de la zone de la carrière et aussi pour faire des analyses in situ de la qualité des eaux dans les affleurement de la nappe de Berrechid.

I. Généralité de l'Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE)

Chaque activité ou établissement considéré comme dangereux ou polluant est soumis à des procédures spécifiques et à une autorisation notamment l'étude d'impact sur l'environnement qui est un instrument réglementaire important permettant de protéger l'environnement et promouvoir le développement durable.

1. Définition

L'étude d'impact sur l'environnement est un document scientifique et une procédure juridique d'évaluation des effets dus à certaines activités et projets de l'homme sur l'environnement. Elle est une politique et un instrument de gestion dans le cadre des projets et des prises de décisions.

En tant qu'instrument scientifique, elle permet d'identifier, de prévoir et d'évaluer les conséquences dommageables sur l'environnement des projets de développement, constructions...

C'est une évaluation effectuée a priori qui porte nécessairement sur une activité de l'homme qui n'est pas encore réalisée. Elle se distingue ainsi des audits d'environnement qui, eux, vérifient l'impact de certaines activités après leur réalisation. L'EIE est considérée comme un instrument utile voire indispensable à la préparation d'un projet susceptible de porter atteinte à l'environnement, par exemple, en cas de changement d'alignement d'autoroute, de réduction de la hauteur d'un barrage, de construction d'un port ou implantation d'une carrière. Elle peut également porter sur des lois, plans et programmes relatifs à la protection de l'environnement.

Il faut souligner que l'EIE ne dicte pas de décisions quant à la réalisation des projets, mais qu'elle fait partie des procédures d'autorisation, et qu'elle est essentielle aux prises de décision futures.

Elle s'inscrit dans le principe du développement durable, principe selon lequel chaque habitant de la Terre a le même droit aux ressources naturelles, qui doivent être garanties pour le long terme dans le cadre d'une gestion rationnelle. De ce concept, trois facteurs peuvent être dégagés : les facteurs écologiques, économiques et sociaux. C'est la synergie entre ces trois piliers qui

permet la mise en œuvre de la politique du développement durable. L'EIE est l'un des outils de mise en œuvre de cette politique.

Il s'agit, dans ce cadre, de fournir des informations complètes à ceux qui vont élaborer l'EIE. De nombreux acteurs vont entrer en jeu, car l'EIE exige un long travail de recherche qui implique différentes disciplines à la fois, et qui exige une bonne connaissance du milieu. La présence d'experts et de scientifiques est souvent requise.

En effet, la procédure doit être rigoureuse et employer des méthodologies et des techniques complexes pour aborder les problèmes liés au climat, à la faune et à la flore spécifiques, aux populations locales, etc. La préparation de l'EIE va donc se faire sur la base des informations récoltées. Son aboutissement doit permettre à celui qui prend la décision finale de déterminer si le projet peut être exécuté et sous quelle forme. Dans certains cas, un projet peut être modifié, réduisant ainsi les effets nuisibles à l'environnement, dans d'autres cas, il peut être tout simplement abandonné.

Selon la Loi n° 12-03 relative aux études d'impact sur l'environnement, une étude d'impact sur l'environnement est «étude préalable permettant d'évaluer les effets directs ou indirects pouvant atteindre l'environnement à court, moyen et long terme, suite à la réalisation de projets économiques et de développement et à la mise en place des infrastructures de base et de déterminer des mesures pour supprimer, atténuer ou compenser les impacts négatifs et d'améliorer les effets positifs du projet sur l'environnement».

2. Historique

L'étude d'impact sur l'environnement est une obligation au niveau international adoptée lors de la conférence de Rio et par la suite la loi 12-03 mais avant, elle était un objet d'étude dans la conférence de Stockholm:

- La déclaration de Stockholm en 1972 avait un rôle important dans la consécration de l'EIE sur le plan international et sur le plan interne des Etats, cela par l'élaboration des directives par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et l'adoption de la Charte mondiale sur la nature.
- La déclaration de Rio en 1992 dans son principe 17 : « Une étude d'impact sur l'environnement, en tant qu'instrument national, doit être entreprise dans le cas des activités envisagées qui risquent d'avoir des effets nocifs importants sur l'environnement et dépendent la décision d'une autorité nationale compétente ».

3. Objectif de l'EIE

L'étude des impacts sur l'environnement vise comme objectifs:

- Evaluer de manière préalable les répercussions éventuelles, les effets directs et indirects, temporaires et permanents de projet sur l'environnement.
- Supprimer, atténuer et compenser les effets négatifs du projet.
- Mettre en valeur et améliorer les impacts positifs du projet sur l'environnement.
- Informer la population concernée sur les impacts négatifs du projet sur l'environnement. (**Loi 12-03**).

4. L'étude d'impact de l'exploitation d'une carrière sur L'environnement : termes de références et contenu

Tous Les projets qui touchent l'environnement doivent faire l'objet d'une étude d'impact sur l'environnement (EIE) selon les dispositifs de la **loi n°12-03** promulguée en mai 2003. Selon les termes de cette loi, Cette étude d'impact analyse précisément toutes les modifications qui peuvent affecter directement ou indirectement une des composantes de l'écosystème situé dans le périmètre d'influence du projet à court, moyen et long terme.

La démarche méthodique qui sera poursuivie dans cette étude, tentera de respecter les différentes exigences imposées par la réglementation marocaine en matière d'évaluation des impacts. Le présent rapport d'étude d'impact sur l'environnement du projet sera décomposé comme suit :

4-1. Cadre législatif et réglementaire

Généralement, ce chapitre présente les instances gouvernementales ainsi que les textes législatifs et réglementaires régissant la mise en œuvre du projet, en particulier les dispositions des lois relatives aux études d'impacts sur l'environnement, à l'eau, aux déchets et à la charte communale.

4-2. La description du projet

Consiste de faire une description détaillée du projet en utilisant des cartes thématiques qui permettent de localiser la carrière et de déterminer les caractéristiques du milieu naturel : le climat, la géologie, pédologiques, l'hydrographie, l'occupation du sol, la flore, la faune., la

démographie, la répartition de la population de la zone d'étude, et de se focaliser sur les composantes génératrices d'impacts majeurs.

Il s'agit ainsi d'une description de l'activité de l'exploitation de la carrière de granulat: le processus d'extraction et de traitement, les procédés, la nature et la quantité de déchets, le milieu récepteur, la présence ou l'absence des équipements de contrôle des rejets.

4-3. Caractérisation de l'état initial

Il s'agit de justifier et d'expliquer la délimitation de la zone d'influence de l'activité de la carrière dans sa zone d'implantation et décrire l'état initial du milieu naturel c'est-à-dire avant l'installation des carrières. Donc il est nécessaire de caractériser l'état de chaque composante de l'environnement (susceptible d'être impactée) par rapport à des normes réglementaires.

4-4. Périmètre de la zone d'étude

La zone géographique susceptible d'être affectée de manière directe ou indirecte par les travaux de réalisation de projet.

4-5. Identification et évaluation des impacts

L'évaluation des impacts passe par une identification des sources des impacts et les composantes impactées en précisant leur importance. Dans le cas des carrières il est nécessaire de contrôler le fonctionnement des machines et la Gestion des rejets polluants.

Pour caractériser l'impact il faut élaborer une fiche d'impact qui contient:

- La nature de l'impact
- Son étendue
- Sa durée
- Sa sensibilité
- Son intensité
- l'importance
- Mesures possibles d'atténuation

4-6. Mesures d'atténuation

L'évaluation des impacts appréhendés du projet sur les éléments sensibles du milieu environnant a permis de définir les mesures d'atténuation visant à réduire les impacts négatifs directs et indirects liés aux activités du projet.

4-7. Programme de surveillance et de suivi

Le programme de suivi environnemental décrit les mesures prises afin de l'évaluation de certains impacts et l'efficacité de mesures d'atténuation ou de compensation prévues dans la présent EIE pour y remédier.

On adoptant un programme de surveillance, de suivi, de formation et de communication qui permet de :

- S'assurer de la mise en œuvre des mesures d'atténuation et de compensation ;
- Vérifier l'efficacité de ces mesures;
- Evaluer la pertinence des méthodes de prévision des impacts;
- Mettre en œuvre les mesures correctives à temps en cas d'anomalie ;
- Définir les conditions, le calendrier, le coût, les sources de financement, les responsabilités.

4-8. Remise en état des lieux.

La remise en état des lieux comprend notamment les opérations qui permettent de réhabiliter le site à partir des corrections de toutes les modifications causées par le projet.

Conclusion

L'étude d'impact sur l'environnement permet d'intégrer des considérations environnementales, économiques et sociales afin de fournir une base solide pour la gestion des conséquences sur l'environnement dans un cadre participatif qui permet au public de s'exprimer sur les modifications prévisibles de leur cadre de vie.

I- Cadre institutionnel et législatif

1. Cadre institutionnel

Plusieurs acteurs sont impliqués directement ou indirectement dans la réalisation de ce projet, d'où l'importance d'une bonne coordination des parties prenantes à travers ses phases de préparation et d'exploitation et de suivi. Parmi les principaux acteurs dans le secteur de l'exploitation des carrières nous citons :

Le Ministère de l'énergie, des Mines et du Développement durable et son **Secrétaire d'Etat chargée du développement durable** à travers la Direction régionale de l'environnement de chaque région, qui assure le secrétariat permanent du comité des études d'impact sur l'environnement qui assure également le secrétariat des commissions d'enquête publiques des études d'impact ordonnées dans sa circonscription. Il est le responsable de la coordination des activités de gestion de l'environnement en relation avec les départements ministériels concernés.

D'autres ministères ont des responsabilités au niveau de la protection et de la conservation de l'environnement. Ces ministères sont les suivants :

- Le Ministère de l'intérieur ;
- Ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau ;
- Le Ministère de la santé ;
- Le Ministère de l'agriculture, de la pêche maritime, du développement rural et des eaux et forêts ;
- Le Ministère du tourisme, du transport aérien, de l'artisanat et de l'économie sociale ;
- Le Ministère de l'aménagement du territoire national, de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Politique de la ville ;
- Le Ministère l'industrie, de l'investissement, du commerce et de l'économie numérique ;
- Le Ministère de l'économie et des finances ;
- Le Ministère de l'énergie, des Mines et du Développement durable ;
- Le Ministère de la justice.

Il existe également des organismes ayant un rôle dans la protection de l'environnement :

- Le Conseil Supérieur de l'Aménagement du Territoire (CSAT) ;
- Le Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat (CSEC) ;
- Le Conseil National de l'Environnement (CNE) ;
- Le Conseil Supérieur de la Chasse (CSC) ;
- Le Conseil économique, Social et Environnemental (CESE) ;
- Le Conseil supérieur pour la sauvegarde et l'exploitation du patrimoine (CSSEP) ;
- Le Comité National des Etudes d'Impact sur l'Environnement (CNEIE) et les comités régionaux des études d'Impact sur l'Environnement (CREIE) ;
- Les Agences des Bassins Hydrauliques ;
- Le Haut-commissariat aux eaux et forêts et à la lutte contre la désertification.

2. Cadre juridique

Il s'agit de présenter la réglementation qui cadre l'étude d'impact sur l'environnement et que le pétitionnaire dans le secteur des carrières est appelé à la respecter:

- La loi n° 12-03 relatives aux études d'impact sur l'environnement, promulguée à la suite du Dahir n° 1-03-60 du 10 rabii I 1424 (12 mai 2003) et publiée au B.O n°5118 du 19/06/2003.
- La loi n° 11-03 relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement (PMEV) promulguée à la suite du dahir n° 1-03-59 du 10 rabii I 1424 (12 mai 2003), et publié au Bulletin officiel n°5118 daté du 9/06/2003.
- La loi n° 99-12 portant charte nationale de l'environnement et du développement durable, promulguée par le dahir n°1-14-09 du 4 jourmada I 1435 (6 mars 2014), (B.O. n° 6240 du 18 jourmada I 1435 - 20 mars 2014).
- La loi n° 27-13 sur les carrières promulguée à la suite du dahir n° 1-15-66 du 21 chaâbane 1436 (09 juin 2015), et publié au Bulletin officiel n°6374 daté du 2/07/2015.
- La loi n° 28-00 relative à la gestion des déchets et à leur élimination (B.O. n° 5480 du 7/12/2006). Ainsi, le décret portant classification des déchets et fixant la liste des déchets dangereux, publiés au B.O n° 5654 du 7/8/2008.
- La loi n° 13-03 relative à la lutte contre la pollution de l'air promulguée par le Dahir n° 1-03-61 du 10 rabii I 1424 (12 mai 2003), publié au BO n° 5118 du 19 juin 2003.
- La Loi 65-99 relative au code du travail et ses Décrets du 16 kaâda 1425 (29 décembre 2004) fixant l'application des articles du code du travail.
- La Loi n° 12-90 relative à l'urbanisme et son texte d'application, portant promulgation par le dahir n° 1-92-31 du 15 hijja 1412 (17 juin 1992).
- La loi n° 52-05 relative au code de la route avec ses décrets d'application, promulguée par le Dahir n° 1-10-07 du 26 Safar 1431 (11 février 2010) et publiés au B.O n°5874 du 7 Chaoual 1431 (16/09/2010.).
- La Loi 77-15 portant interdiction de la fabrication, de l'importation, de l'exportation, de la commercialisation et de l'utilisation des sacs en matières plastiques, promulguée par le dahir n°1-15-148 du 25 Safar 1437 (7 Décembre 2015), (B.O. n° 6422 du 18 jourmada I 1435 -17 Décembre 2015).

- Loi 36-15 sur l'eau (B.O n°6494 du 25 août 2016).
- Le Dahir n° 1-11-91 du 27 Chaâbane 1432 (29 juillet 2011) portant promulgation du texte de la constitution marocaine.
- Décret n°2-14-782 du 30 rejeb 1436 (19 mai 2015) relatif à l'organisation et aux modalités de fonctionnement de la police de l'environnement.
- Le Dahir du 5 Mai 1914 réglementant l'exploitation des carrières.
- Le dahir n°1-16-113 du 10 août 2016 portant promulgation de la loi n°36-15 sur l'eau vient d'être publié au Bulletin Officiel n°6494 du 25 août 2016.
- Le Dahir du 20 hija 1335 (10 Octobre 1917) sur la conservation et l'exploitation des forêts (B.O. 29 octobre 1917)
- Le Dahir 1-69-170 sur la Défense et la Restauration du Sol du 25/07/1969.
- Le Dahir n° 1-15-85 du (7 juillet 2015) portant promulgation de la loi organique n° 113-14 relative aux communes, publié au B.O n°6440 du 9 jourmada 1437 (16/02/2016.)
- Le Dahir n° 1-60-063 du 25 juin 1960 relatif au développement des agglomérations rurales.
- Le Dahir du 13 octobre 1933 (22 jourmada II 1352) modifiant le Dahir du 25 août 1914 (chaoual 1332) portant sur la réglementation des établissements insalubres, incommodes ou dangereux (B.O n° 1101 du 1 décembre 1933).
- Le Dahir portant loi n° 1-72-255 du 18 moharrem 1393 (22 février 1973) sur l'importation, l'exportation, le raffinage, la reprise en raffinerie et en centre emplisseur le stockage et la distribution des hydrocarbures.
- Circulaire du premier ministre n° 06/2010 du 14/06/10 relative à l'exploitation et au contrôle des carrières.

III. Description du projet

Une carrière est une installation industrielle correspondant à un lieu d'extraction, des minerais, des granulats tels que les graviers et les sables ; ou encore des roches massives comme les quartzites. C'est le cas de la carrière Gravel à Sahel Oulad H'Riz, exploite un gisement de quartzite et fournit le marché du Grand Casablanca. D'une capacité annuelle de 700 000 T, la carrière Gravel sert les acteurs routiers de référence ainsi que les clients BTP. Le permis d'exploitation de cette carrière est détenu directement par LafargeHolcim ciment.

Selon le projet de la loi Marocaine relative à l'exploitation des carrières, une carrière est : « tout gîte naturel de substances minérales qui ne sont pas classées dans la catégorie des mines par le règlement minier en vigueur ».

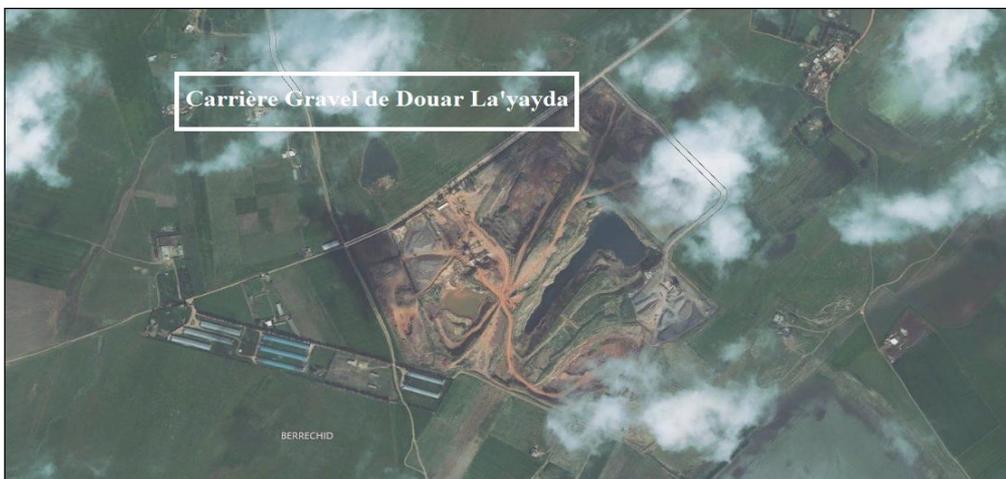


Figure 1: Photo satellitaire de la carrière Gravel Douar La'yayda.

1. Localisation du projet

Le site de la carrière est situé administrativement dans la :

- ✚ Région : Casablanca-Settat
- ✚ Province ou Préfecture : Berrechid
- ✚ Délégation des Domaines de l'Etat : Berrechid
- ✚ Commune rurale : Sahel Ouled H'riz
- ✚ Coordonnés Lambert (X et Y) : X - Y : 283 000 - 303 000

La zone d'étude est localisée à presque 30 km au Sud-Est du centre-ville de Casablanca et à environ 14 km au Nord-Ouest de la ville de Berrechid. Elle fait partie de la municipalité de Berrechid (province de Berrechid), Sur le territoire de la commune Sahel Oulad H'Riz, précisément à côté du Douar La'yayda. Elle s'étend sur une superficie totale de 19 200 Ha soit

2.7% du territoire marocain (710 850 Km²). L'accès au site se fait par une piste qui mène jusqu'à la carrière sur une distance d'environ 1.5km, à partir de la route provinciale P 3011.

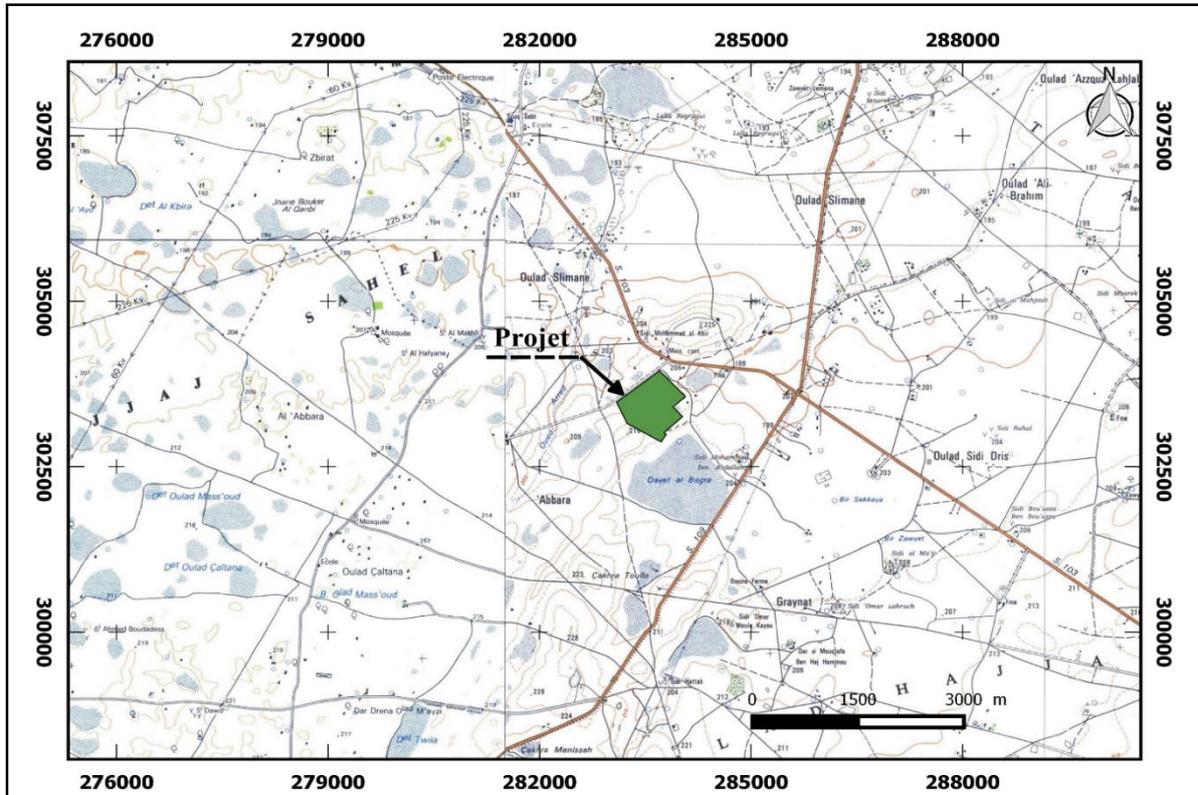


Figure 2: Carte de situation du projet (extrait de la carte de Berrechid au 1/50 000).

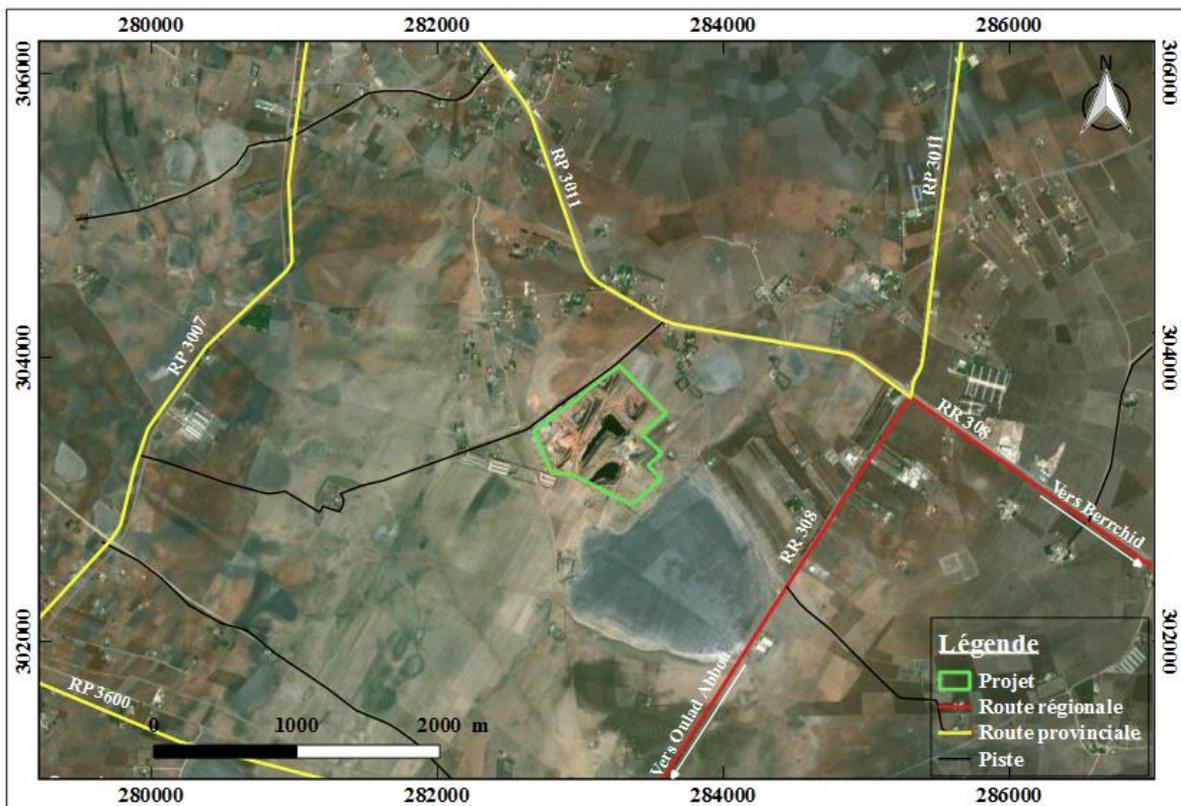


Figure 3: Croquis de l'emplacement du projet sur l'image satellitaire (source : Google Earth).

3. Environnement naturel

3-1. Géologie

Les terrains géologiques de la zone d'étude font partie de la meseta côtière marocaine et sont formés d'un socle paléozoïque plissés et tectonisés de schiste grés et de quartzite d'âge Cambrien et Ordovicien, recouverts en discordance par les formations de marnes et de calcaires crétacés ainsi que des dépôts Plio-Quaternaires de grès calcaires, limons et sable (Chabli A., all).

La zone de projet s'étale sur la région de Casablanca appartenant à la plaine de Berrechid. Elle est limitée au Sud-Est par le plateau Crétacé de Settat- Ben Ahmed, au Nord- Est par la vallée de l'oued Mellah, au Sud- Ouest, la pénéplaine primaire de Souk-Jemaa, infertile et parsemée de nombreuses dayet ; enfin au NW, le Sahel côtier au relief dunaire qui constitue le débouché aval de la plaine vers l'Océan. La plaine de Berrechid constitue à petite échelle la continuité des plaines des Abda- Doukkala (DPA-Settat, 2004).

Elle se présente comme une fosse de subsidence très ancienne dans laquelle se sont déposés, sur le Primaire, les formations du Trias, du Crétacé, du Pliocène et du Quaternaire. Elle est limitée au Nord et au Sud par des accidents tectoniques dont les dernières manifestations sont probablement post-villafranchiennes (DPA-Settat, 2004).

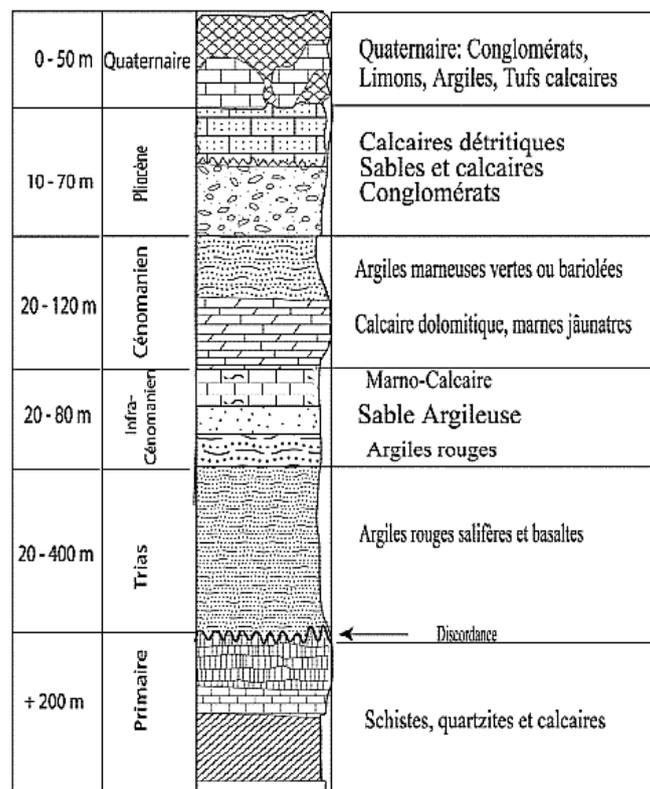


Figure 5: Log stratigraphique de la plaine de Berrechid (d'après Bolleli 1952, Mansouri 1993).

a- Le Paléozoïque

Il affleure en divers points dans la région de Casablanca à l'W et en bordure, à l'E de la plaine de Berrechid. De la base au sommet, la série est constituée par des schistes verts acadiens entre Médiouna et Bouskoura, cette formation quelques fois micacée est surmontée de quartzites d'El-Hank (Ruhard, 1975) et des schistes ordoviciens. Le Silurien et le Dévonien sont représentés par des schistes intercalés de niveaux plus gréseux (quartzites) qui apparaissent sous l'aspect de rochers très caractéristiques dans le paysage, appelés "les Sokhrates" (Bolelli & Nérat De Lesguisé, 1952; Destombes & Jeannette, 1966). La série renferme quelques passées de calcaires dolomitiques.

b- Le Mésozoïque

Les terrains recouvrant en discordance les séries paléozoïques sont considérés du Permien et du Trias.

• Le Permo-Trias

Les formations du Permo-Trias sont conservées dans des dépressions assimilées à des synclinaux (Le cointre, 1935, in Destombes & Jeannette, 1966): synclinal de Berrechid- Elgara, de Médiouna- Sidi Larbi et de Mohammedia. La série est surtout évaporitique, très puissante (plus de 200 m) (Salvan, 1974) et constituée de bas en haut par :

- un terme pélitique inférieur de puissance d'environ 400 m et un terme salifère inférieur à niveaux potassiques de 450 m à 470 m d'épaisseur.
- une intercalation basaltique de 135 m à 140 m.
- un terme pélitique supérieur de 145 m à 170 m et un terme salifère supérieur de 35 m à 250 m (Destombes & Jeannette, 1966). Cette série peut contenir un conglomérat de base attribué au Permien (Destombes & Jeannette, 1966).

La formation triasique affleure en bordure de la plaine, surtout dans le NE (bassin triasique d'Eigara), dans la vallée d'Oued Mellah.

• L'Infra-Cénomanién

Au-dessus des formations précédemment décrites, celles de l'Infra-Cénomanién sont ainsi constituées par des formations rougeâtres, riches en gypse, avec quelques niveaux conglomératiques.

- **Le Cénomaniien**

Les formations cénomaniennes comprennent des sables, des grés tendres et des argiles sableuses surmontées par des calcaires dolomitiques finement interstratifiés, des marnes jaunâtres ou des argiles marneuses vertes ou bariolées.

c- Le Cénozoïque

- **Le Pliocène**

Le Pliocène est transgressif et cette transgression est importante. Il semble que la mer pliocène se soit avancée vers le Sud jusqu'à la falaise du plateau de Settât-Ben-Ahmed ; à la base des dépôts pliocènes se trouve un conglomérat peu important, puis on rencontre des sables calcaires et des calcaires détritiques constitués de débris de coquilles triturées par les vagues ; on note d'ailleurs souvent, à l'amont de la plaine, un ciment de nature dolomitique. Le retrait de cette mer est marqué par l'édification de cordons dunaires. Dans la plaine de Berrechid, cet ensemble n'est épais que de 20 à 50 m : il joue cependant un rôle hydrogéologique essentiel.

d- Le Quaternaire

Le début du Quaternaire correspond au comblement limoneux qui recouvre toute la plaine de Berrechid et y masque les terrains antérieurs. A la base se trouve une série plus ou moins conglomératique, puis viennent des argiles rouges limoneuses à galets et graviers. La richesse des limons en galets diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la bordure du plateau de Settât ; quant à l'épaisseur des limons, elle est extrêmement variable (entre 0 et 50 m). En surface on note l'existence de limons récents, noirs et souvent pelliculaires (*tirs*) ainsi que des limons sableux d'origine éolienne et des limons alluvionnaires.

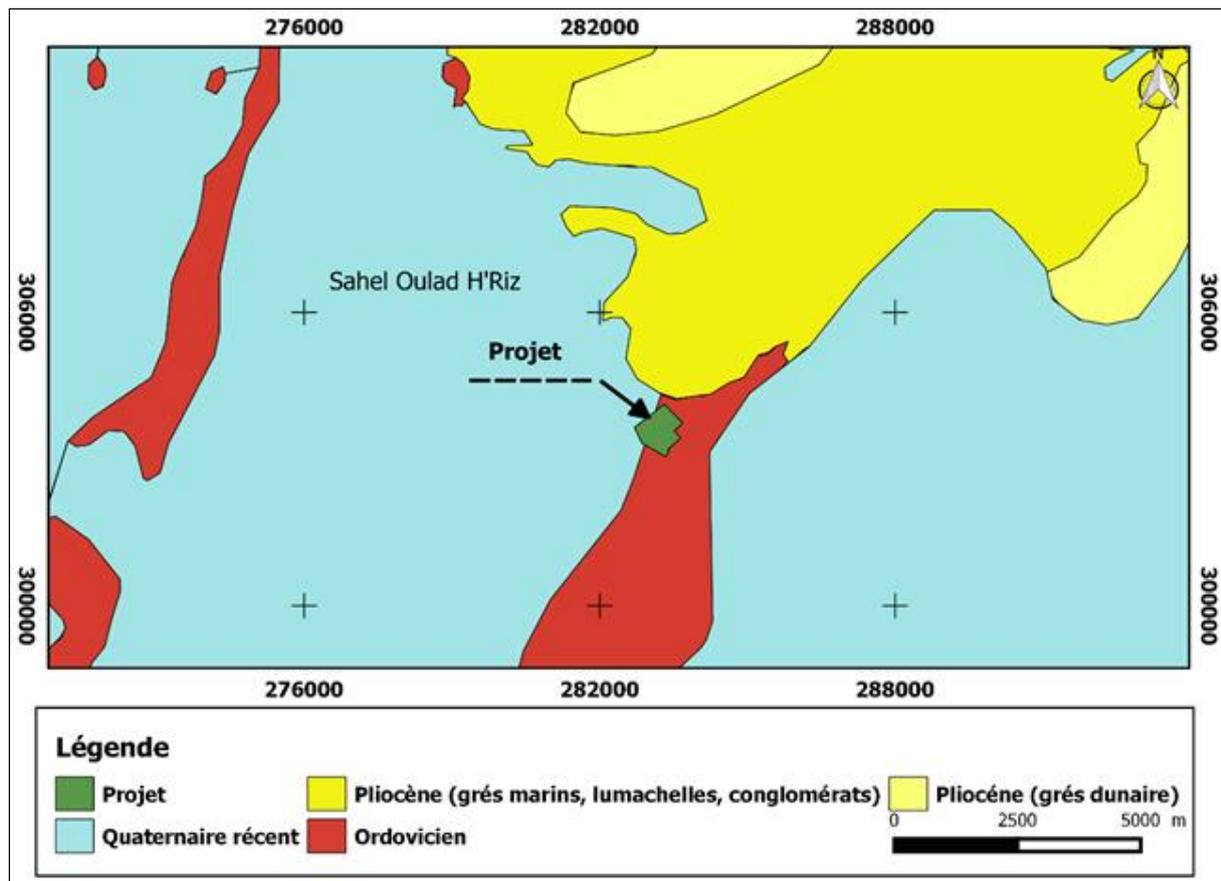


Figure 6: Cadre géologique de la région d'étude (Digitalisée à partir de la carte du Maroc 1/1000 000).

3-2. Tectonique

La région étudiée a une histoire tectonique relativement simple. Après la phase orogénique hercynienne qui a fortement plissé les terrains primaires, la Meseta marocaine est restée stable jusqu'au Quaternaire et n'a subi que des contrecoups assez lointains et atténués des mouvements atlasiques et rifains ; on ne note en effet que des failles de faible rejet.

Les mouvements hercyniens sont de beaucoup les plus importants et ils ont conféré à la région de Casablanca sa structure telle qu'elle est actuellement connue. Les principales unités tectoniques sont l'anticlinorium de Casablanca et le synclinal d'Aïn Diab :

- L'anticlinorium de Casablanca est marqué par l'affleurement des quartzites d'El Hank à **Bouskoura**, sur la bordure NW de la plaine de Berrechid et à Ellouizia. Des synclinaux de faible extension se situent aux environs d'Aïn El Harrouda et d'Aïn Sbaa, tandis qu'au N de Bouskoura, les quartzites décalés soulignent une faille NE-SW, un autre accident marque la bordure NE de la plaine de Berrechid. Au N de Médiouna et au SW de Bouskoura, les quartzites d'El Hank sont au contact des formations gréseuses de l'Ordovicien et l'accident

est souligné par un remplissage permotriasique rencontré dans des puits situés au N de Médiouna, près de la limite N de la plaine de Berrechid.

- Le synclinal d'Aïn Diab, à l'W de Casablanca, a une très faible extension géographique et est limité par un accident à l'W, qui fait disparaître les quartzites.

3-3. Hydrologie et Hydrogéologie

L'hydrologie de surface de la région, étant très limitée, se présente sous forme de dépressions d'eau qui se remplissent d'eau de pluie pour former des nombreuses Dayas temporaires durant les saisons d'hiver et de printemps. Les Dayes posant alors le problème d'un drainage efficace.

De point de vue hydrogéologique, la zone d'étude longe sur la nappe phréatique de Berrechid d'une superficie totale de 1.500 km² qui offre des quantités appréciables en eaux souterraines. En effet, les eaux de la nappe se trouvent à des niveaux piézométriques allant de 10 à 20 m et des débits continus, allant jusqu'à 30 l/s. Elle est fortement exploitée (puits et forages) pour l'alimentation en eau potable, pour l'irrigation des terres agricoles et pour la satisfaction des besoins industriels.

D'après l'étude de Moullard & Hazan (1998) ; la profondeur du niveau hydrostatique variait assez régulièrement du sud vers le nord de la plaine de Berrechid, en décroissant de 50 m à 12 m. La direction générale de l'écoulement de l'eau est du Sud- Est au Nord- Ouest.

Le Plio- Quaternaire constitue le principal aquifère de la plaine de Berrechid.

D'après le rapport de l'ABHBC, (2009), sur « l'étude de la qualité des ressources en eau dans la province de Settat). Le mur de l'aquifère est constitué, selon les endroits, par :

- Les faciès du marno-calcaires des cénomaniennes.
- Les argiles rouges infra cénomaniennes.
- Les basaltes triasiques couvrent une zone limitée de 110Km² au Nord Est d'El Gara.
- Les schistes quartzitiques primaires : le socle schisteux forme le substratum de l'aquifère principal dans deux zones au Sud- Est et Nord- Ouest du bassin, sous une couverture plio- quaternaire inférieure à 10m.

Le toit de l'aquifère est généralement constitué, par des formations de « limons argileux rouges ». L'épaisseur de ce recouvrement est comprise entre 20m et 40m au centre de la plaine de Berrechid est diminué progressivement vers les limites Est et Ouest du bassin.

La présence du limon rouge quaternaire qui recouvre la nappe rend l'accès des eaux pluviales difficiles à cause de l'imperméabilité de ce dernier, ce qui mène à ce qu'une grande quantité des eaux de pluie se perd par évaporation.

3-4. Relief et topographie

La zone d'étude se caractérise, topographiquement, par une grande planéité, La pente générale est de 1% à 2%. L'altitude est d'environ 300m au Sud- Est et passe à 240m au Nord-Ouest (Moullard & Hazan, 1998). En générale la topographie se caractérise par un léger microrelief (Chlaida M., Farazdek M., Benabid N. et Boutaybi S. (2005)).

3-5. Climatologie

La zone d'étude est parmi les zones arides et semi-arides du Maroc, elle est directement influencée par la proximité de l'océan atlantique qui est caractérisé par un passage d'un hiver froid à un été sec et chaud avec un gradient pluviométrique décroissant du nord au sud.

- Zone nord : Elle subit l'influence de l'atlantique avec des quantités de pluies annuelles variables, connaissant de grandes fluctuations d'une année à l'autre.
- Zone Centre : Elle est soumise aux influences continentales sans être trop sèche.
- Zone Sud : Elle subit purement une influence continentale.

L'étude des facteurs qui régissent le climat, à savoir, la pluie, la température et le vent s'avère nécessaire du fait que ces éléments conditionnent étroitement l'expression de l'hydrologie et de l'humidité du milieu, et par conséquent l'impact du projet sur son environnement.

Pour déterminer les caractéristiques climatiques de la zone d'étude (Sahel Oulad H'Riz) en se basant sur les données de la station climatique (Nouasseur).

Les données climatiques utilisées (précipitation, température, vent), proviennent de site : <https://fr.tutiempo.net/> qui contient des enregistrements qui datent depuis 1987. Elles sont classées pour avoir les précipitations et température moyennes annuelles et mensuelles pour la zone d'étude.

a- Précipitation

La pluviométrie représente un des paramètres ayant le plus grand impact sur le climat d'une part et sur le cycle hydrologique d'autre part.

Le tableau ci-dessous résume les précipitations moyennes mensuelles et la moyenne annuelle de station précitée.

Tableau 1: Précipitations moyennes mensuelles et la moyenne annuelle (en mm) (Période 1987-2017).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
P (mm)	42,09	35,42	38,82	36,2	12,15	3,81	1,06	0,85	5,79	26,07	44,17	54,79	302,2

a-1/Répartitions annuelles et mensuelles des précipitations

Le suivi pluviométrique enregistré au sein de la station climatique de Nouasseur, couvre une période de 30 ans (1987-2017). Ceci a permis de calculer une précipitation moyenne interannuelle de 302.2 mm. Les précipitations annuelles maximales relatives à la même période de mesure correspondent à l'année hydrologique 1996 avec une moyenne de 707.95 mm. Tandis que les précipitations minimales sont enregistrées pendant à l'année hydrologique 1998 avec une moyenne de 140.75 mm.

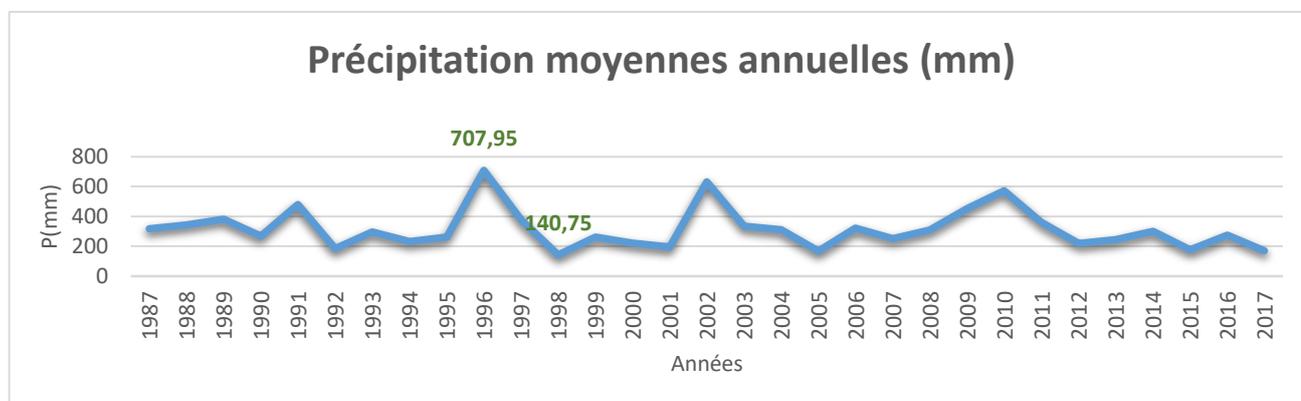


Figure 7: Répartition annuelles des précipitations durant la période 1987/2017.

La figure 9 donne les précipitations moyennes mensuelles pour la même période. Elle indique que le maximum de précipitation est enregistré au mois de Décembre avec une valeur de 54.79 mm, tandis que le minimum est affecté au mois d'Août avec une valeur de 0.85 mm.

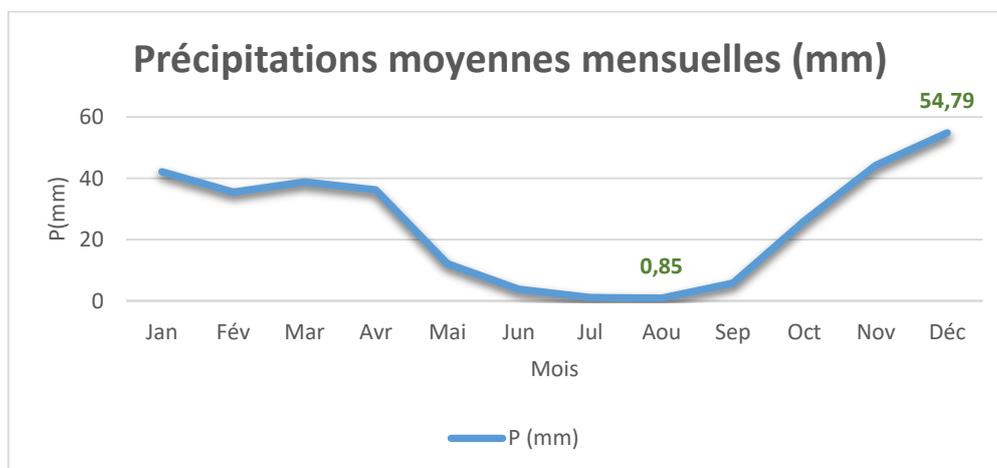


Figure 8 : Répartition moyenne mensuelle des précipitations durant la période 1987/2017.

Pour le cas des valeurs mensuelles des précipitations on remarque que les valeurs les plus élevées sont enregistrées pendant les mois de Janvier, Novembre et Décembre. Par contre les valeurs les plus faibles sont enregistrées pendant les mois de Juin, Juillet et Août.

a-2/Répartition saisonnière des précipitations

Le tableau suivant illustre la répartition Saisonnière des précipitations :

Tableau 2 : Pourcentages des précipitations par Saison pour la station de Nouasseur.

saisons	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Précipitation	119,12	39.41	79,90	26.43	7,29	2.41	95,32	31.54

D'après le tableau, on constate que la plus importante partie des précipitations est observée aux Saisons d'automne et d'hiver. En effet, durant cette période, le domaine est arrosé par presque les 70% des précipitations annuelles.

b- Températures

La température est étudiée pour le cycle 1987-2017. La valeur moyenne annuelle obtenue pour cette période est de l'ordre de 17.83°C. La figure 10 montre que la température moyenne annuelle maximale est enregistrée pendant l'année 2017 est de l'ordre de 18.7°C. Alors que la valeur minimale observée pendant l'année 1993, est de 16.7°C.

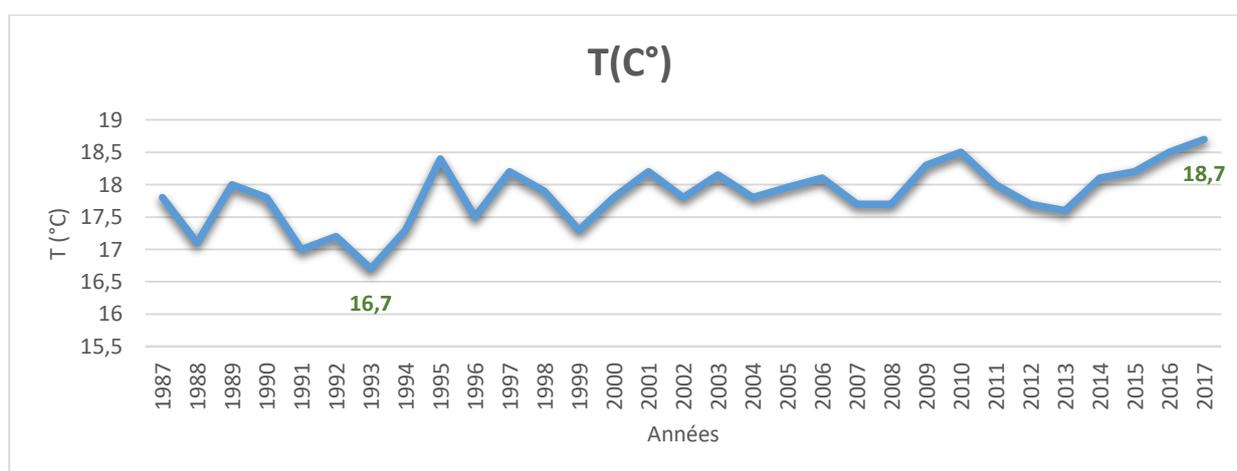


Figure 9 : Températures moyennes annuelles dans la station de Nouasseur durant la période 1987/2017.

Pour cette station, La température moyenne mensuelle est étudiée pour le cycle 1987-2017. L'analyse de ces températures (fig.11) fait ressortir qu' Août est le mois le plus chaud avec une température de l'ordre de 23.95 °C, tandis que le mois de Janvier est le mois le plus froid avec

une température de l'ordre de 11.31 °C. L'écart de température mensuelle est relativement moyen et atteint 12.64 °C sur l'année.

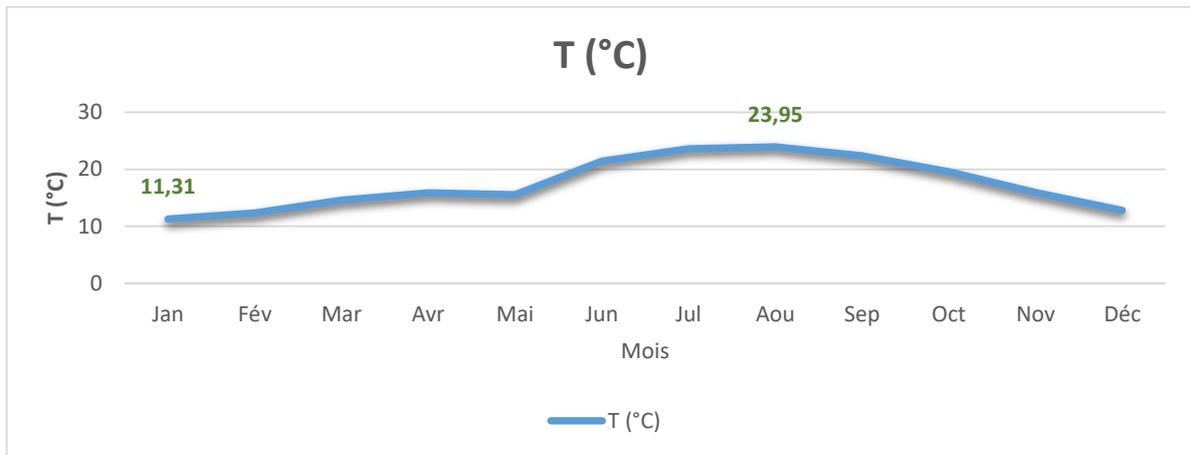


Figure 10 : Températures moyennes mensuelles dans la station de Nouasseur durant la période 1987/2017.

c- Classification climatique

Etant donné que les températures existantes concernent la période 1987-2017, donc, cette période fait l'objet de la suite de cette étude.

c-1/ Diagramme Ombrothermique

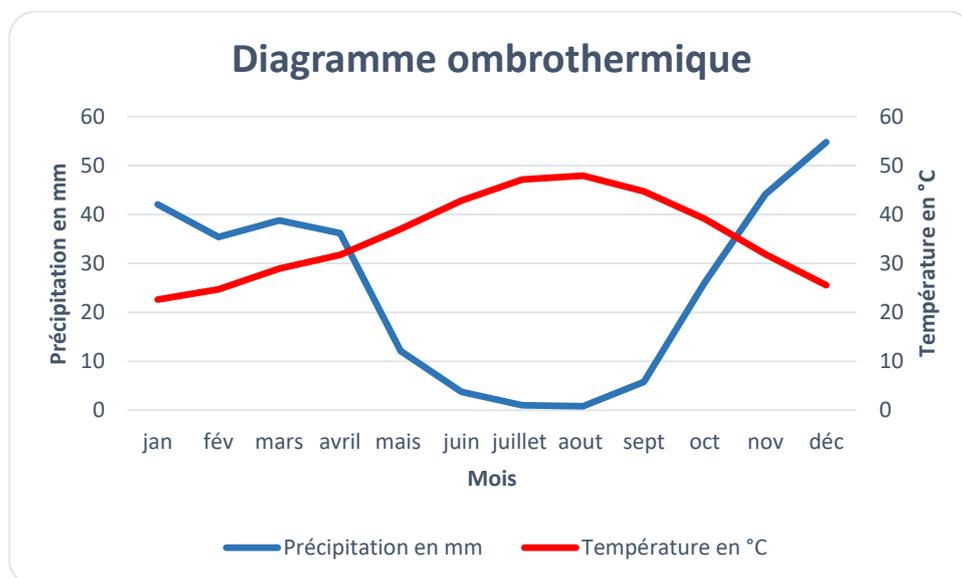


Figure 11 : Diagramme Ombrothermique de la station de Nouasseur (1987-2017).

Le diagramme présenté dans la figure 12 Indique que la saison sèche s'étale sur une période de 6 mois (du mois de Mai au mois d'Octobre). Cette ombre est plus vaste au mois de juillet et août à cause des températures d'été plus élevées et une pluviométrie mensuelle faible. La période humide s'étale du mois de Novembre au mois d'Avril. Le mois le plus humide est le mois de Décembre.

c-2/ Indice d'aridité

L'indice le plus utilisé pour évaluer l'aridité d'une région est celui de DE Martonne (1942).il est fonction de la hauteur annuelle de précipitations P (en mm) et de la température Moyenne annuelle T (en °C) : $I = P/(T+10)$ Avec :

I : Indice d'aridité ; P : précipitation annuelle ; T : température moyenne annuelle.

Ainsi l'indice d'aridité de DE Martonne peut caractériser différents climats :

Indice d'aridité	Type de climat
30-20	Milieu tempéré
20-10	Milieu semi-aride
10-5	Milieu aride
<5	Milieu hyper-aride

Les résultats du module de l'indice sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Indice d'aridité de MARTONNE pour la station de Nouasseur.

Station	P (mm)	T (°C)	I DE Martonne
	302.2	17.83	10.85

Donc pour la station de Nouasseur, l'indice d'aridité est de 10.85 mm/°C. D'après la classification de Martonne, cet indice témoigne d'un climat de type semi-aride.

d- Vent

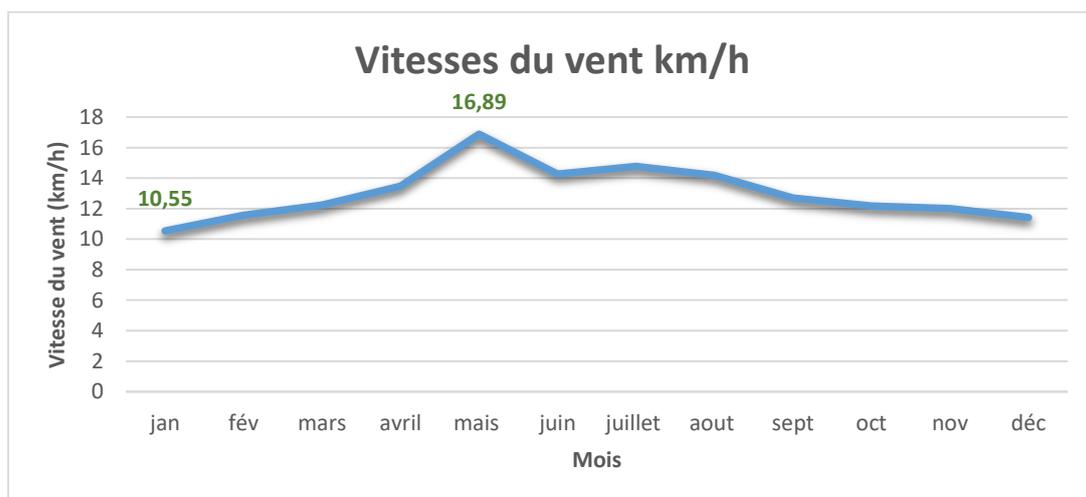


Figure 12: vitesses du vent dans la station de Nouasseur.

La période la plus venteuse de l'année dure 5 mois, du mars au août, avec des vitesses de vent moyennes de 14.71 kilomètres par heure. Le mois le plus venteux de l'année est Mai, avec une vitesse du vent de l'ordre de 16.89 kilomètres par heure.

La période la plus calme de l'année dure 7 mois, du septembre au janvier. Le mois le plus calme de l'année est janvier, avec une vitesse du vent de 10.55 kilomètres par heure.

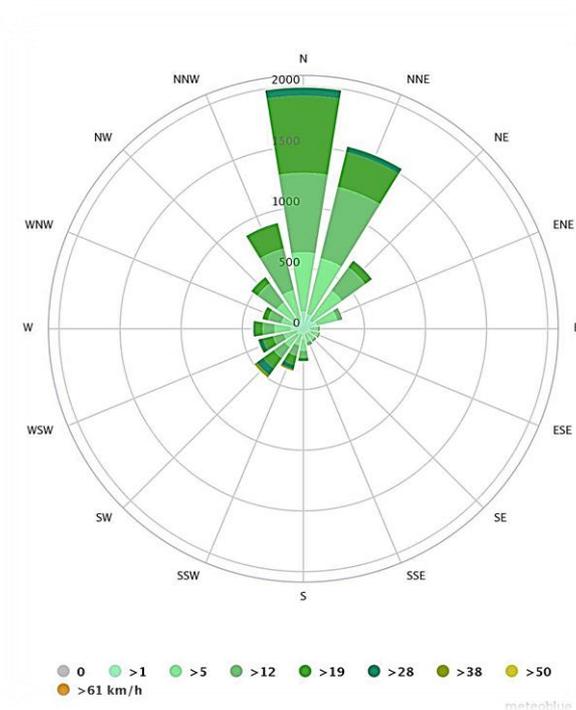


Figure 13 : Rose des vents à la station de Sahel Oulad H'Riz.

La rose des vents au-dessus donne la distribution des vitesses de vent, montre que les vents en provenance N et NNE sont les plus courants (plus de 1500 heures annuelles). Pour les vents provenant de la direction N, les vitesses de vent se trouvent le plus souvent dans la plage de 12 à 19km/h.

3-6. Agriculture

Le poids de la région de Casablanca-Settat est important sur le plan agricole. Elle se caractérise par son potentiel agricole. La Superficie Agricole Utile (S.A.U) représente environ 60% de la superficie totale régionale (1.335.639 hectares), avec la prédominance des cultures en sec notamment la céréaliculture qui représente une part importante de la superficie réservée à cette activité au niveau national (environ 13%).

Agriculture à Casablanca Couvre 394 972 ha dont 68 380 ha de terres cultivables et 3 646 Ha de forêts. Les principales cultures sont: la céréaliculture et le maraîchage.

Parallèlement à l'agriculture, la majorité des paysans pratiquent l'élevage intensif des Ovins, des Bovins, des Caprins et des Equidés, en plus de la Bassecour et de l'apiculture.

Dans la commune Sahel Ouled H'Riz. Les terrains sont essentiellement des terrains agricoles avec une zone d'habitations. Le secteur agricole est considéré comme un secteur primordial sur le plan économique, avec un nombre d'agriculteurs très important de 4 075 (soit 67.8%).

3-7. Pédologie

Sur le plan pédologique, les principaux sols de la commune sont du type calcimagnésique, il a une faible épaisseur (de 20 à 30) ce qui signifie qu'il est d'une qualité moyenne. Ils sont formés d'argile noire (Tirs) dispersée et assez importante dans le secteur ou de sols silico-argileux de couleur rouge (Hamri) et très fertile. Ces terres sont remplacées, par endroits plus au Nord Est, par des sols (Hrach) présentant des cailloux, des graviers et des débris de schistes et de quartzites. Il s'agit des sols de haute capacité de rétention d'eau et d'humidité apportée par la masse océanique (Chabli A., Galindo-Zaldivar J., Akil M., Marín-Lechado C., Chalouan A., Ruano P., Bargach K. et Sanz de Galdeano C.)

3-8. Faune

Pour la zone d'étude, les principales espèces rencontrées peuvent être observés dans les différents types de milieux correspondants aux vastes champs cultivés, ainsi qu'aux amples steppes de plantations diverses. La faune terrestre est représentée par des mammifères genres : Rangeurs (*Rodentia*), le lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*) relativement abondant dans les milieux ouverts, des reptiles, et des oiseaux.

3-9. Flore

La carrière est située au sein d'un contexte où la colonisation des terres cultivables par l'agriculture, exerce une forte pression sur le milieu naturel accentuée par les conditions climatiques de plus en plus difficiles, ont abouti à la destruction dans leur quasi-totalité des couverts végétaux naturels. En effet, la végétation ligneuse naturelle est pratiquement inexistante, juste quelques espèce à proximité de la carrière de l'Eucalyptus.

Le seul écosystème forestier le plus proche est constitué par la forêt récréative de reboisement d'eucalyptus, d'acacias, et de pins sylvestres de Bouskoura d'une superficie avoisinant les 2 000 ha située à environ 13 km au Nord-Est de la carrière. Elle est l'un des rares lieux verdoyants encore existant dans les environs de Casablanca et qui offre la possibilité de pratiquer du sport au milieu des arbres et de la verdure.

4. Environnement humain

4-1. Population

Selon le dernier recensement général de 2014, la population totale de la commune de Sahel Ouled H'Riz est actuellement d'environ 38 138 habitants avec 7 250 ménages et une densité de 200 habitants/km². La population est rurale ainsi que le taux d'urbanisation est faible. La répartition de la population dans la commune de Sahel Ouled H'Riz est indiquée dans le tableau :

Tableau 4 : Taux d'activité de la population selon le sexe.

	Sexe	Population	Population Active	Population inactive	Taux d'activité	Taux de chômage	Superficie km2	densité Hab/km2
Commune Sahel Ouled H'Riz	Masculin	20 012	11 184	8 828	80,8	10,9	190	200
	Féminin	18126	1 059	17 067	8,5	38,6		
	Total	38138	12 243	25 895	46,6	13,3		

Les agglomérations les plus proches de la zone d'étude sont matérialisées par quelques maisons rurales et la commune Oulad Salah et Had Soualem. La population a comme activités socio-économiques l'agriculture (maraichage et céréaliculture) et l'élevage. Le taux de chômage est de 13.3%, le taux d'activité 46.6%. La majorité des habitants sont des commerçants, des ouvriers et des agriculteurs.

4-2. Equipements socio-économique

a- Assainissement

Au niveau de la carrière, les rejets liquides sont : les eaux usées issues de l'utilisation sanitaire par les ouvriers, les eaux de lavage, les huiles de moteurs vidangés ou perdus accidentellement et les fuites du gasoil.

Le mode d'assainissement liquide utilisé dans la carrière pour les eaux usées est les fosses septiques. Tandis que pour les eaux de lavage, les huiles de moteurs vidangés ou perdus accidentellement et les fuites du gasoil sont stockés dans des citernes pour cédés à des sociétés de traitement des déchets.

Pour l'assainissement solide (déchets ménagers), il s'effectue par la collecte individuelle puis transmission vers la décharge de Had Soualem.

Pour les autres déchets solides générés par l'activité des carrières comme la ferraille, le plastique, pneu, le bois et les digues à stérile. Ces déchets sont stockés au niveau des carrières pour une éventuelle réutilisation ou destinés à la vente.

5. Délimitation de la zone d'étude (Périmètre d'étude)

Le périmètre de l'étude est la délimitation de l'ensemble de l'espace susceptible d'être affecté directement ou indirectement par l'installation de l'activité, ses émissions, générations et inductions. La délimitation de ce périmètre est faite en tenant compte des impacts prévisibles de chaque composante du projet, du milieu environnant et des conditions climatiques. Chaque composante du projet interagit avec le milieu environnant dans un sous périmètre donné. Le périmètre global de l'étude est l'enveloppe de l'ensemble de ces sous périmètres.

Il est important de signaler que la carrière s'installe dans une zone où les terres cultivées et d'infrastructures (pépinière, bâtiments divers). Il faut rappeler aussi que du point de vue économique, la région abrite plusieurs carrières également de granulats, tel que le cas de carrière de Bouskoura et celle de Mediona.

L'étendue des zones susceptibles d'être affectées par les différentes activités de la carrière Gravel fait partie des zones qui subissent actuellement les impacts des autres carrières de granulats présentes dans les communes voisins.

Les émissions dans l'air sont constituées principalement par les poussières, et en second ordre par les gaz d'échappement des engins de roulage et des camions de ravitaillement et du transport. Les poussières sont issues essentiellement de la procédure d'extraction, ainsi que la circulation des camions de transport. Alors, en tenant compte de la direction et force des vents dominants dans la région, le périmètre pris en considération est un rayon de 300 mètres autour de la parcelle concernée par le projet. Ce périmètre est applicable pour les poussières dont le diamètre des particules est supérieur à 10 microns et aussi pour les émissions gazeuses et les nuisances sonores.

L'interaction entre le projet à travers ses composantes et l'eau (superficielle et profonde) se manifestera lors des deux phases du projet à travers les rejets solides et liquides. La zone d'influence sur cette substance vitale reste tributaire de la configuration hydrologique et hydrogéologique du site et de la perméabilité des terrains.

L'hydrologie de surface de la zone d'étude, se présente sous forme de dépressions d'eau qui se remplissent d'eau de pluie pour former des nombreuses Dayas temporaires durant les saisons d'hiver et de printemps. La plus proche dayat est celle de dayat Al Bagra, se trouve à 500 m au Sud de la carrière.

Concernant l'hydrogéologie, la carrière Gravel située sur la nappe de Berrechid qui développe dans les formations gréseuses d'âge plio-quadernaire. Le périmètre considéré est celui de la carrière, avec un rayon de 1000 m autour du site. Des affleurements de plusieurs mètres de la nappe de Berrechid remontent au niveau des fosses à la surface de la carrière.

La zone d'étude est caractérisée essentiellement par des terrains agricoles.

Les infrastructures publiques existantes dans les environs de la carrière sont :

- la route régionale RR 308 qui relie entre Berrechid et Oulad Abbou, elle est à environ 5 km au Sud ;
- la route provinciale P 3011, qui se relie à la carrière par une piste existante renforcée à chaque besoin. Elle est à 1.5 km à l'Est de la carrière ;
- la piste qui relie entre la carrière et la RP 3011, elle est au Nord du projet ;
- les habitations les plus proches sont matérialisées par les maisons rurales situées à environ 500 m autour de la carrière ;
- l'habitation de la ville de Berrechid sont à environ 14 Km au SE de la carrière.

En tenant compte de ces trois paramètres citer en-haut le périmètre d'étude est évalué à un rayon de **1000 m**, car il se confond avec celui de la pollution de l'eau, de l'air, la population, la flore, et la faune qui sont largement tributaire.

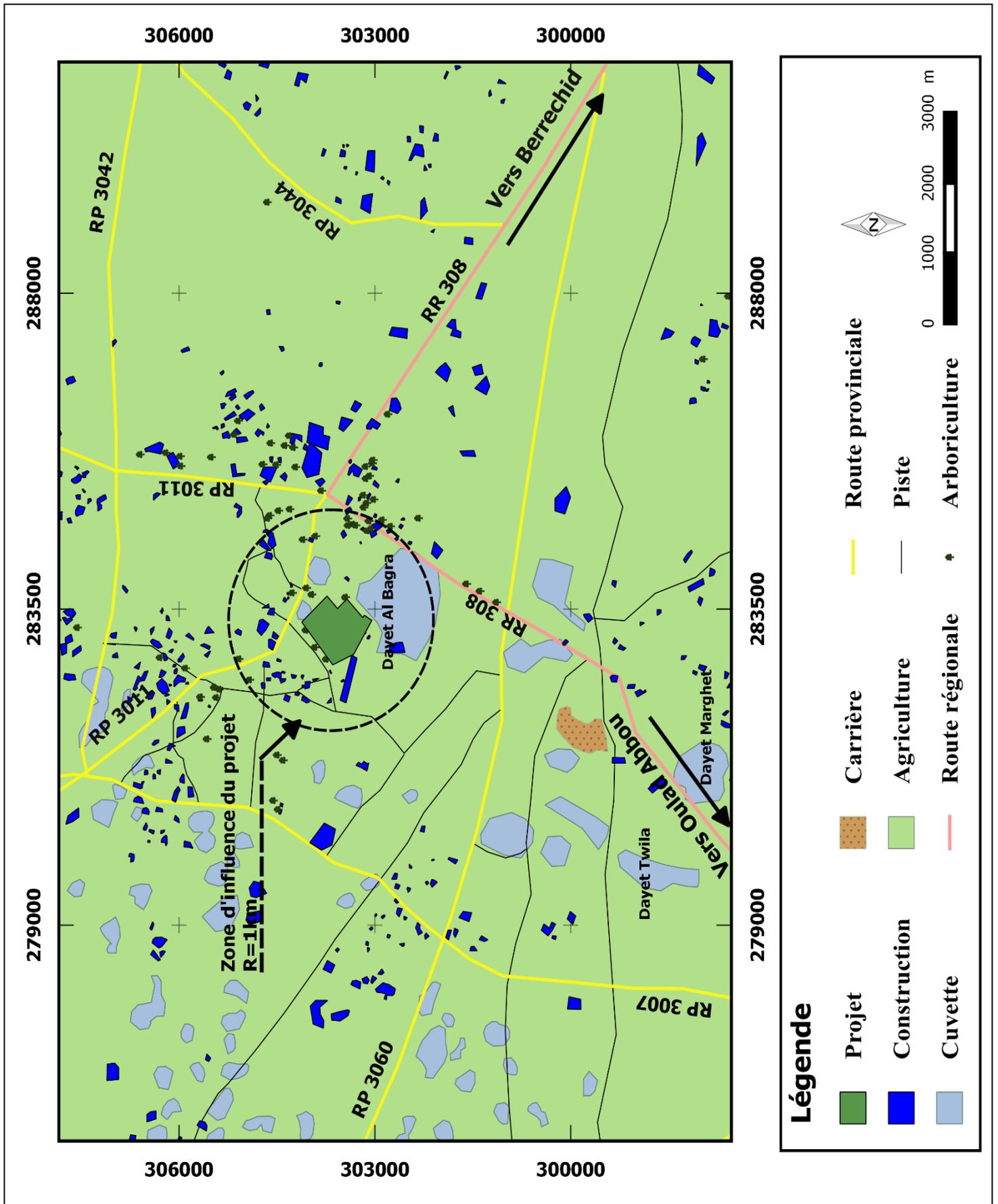


Figure 14: Carte générale d'occupation du sol aux environs de la carrière.

IV. Détermination des caractéristiques physico-chimiques de l'eau

Les stations de mesures sont des affleurements de la nappe de BERRECHID à la surface de la carrière, précisément au niveau de la fosse 3 et fosse 4, avec une altitude de 206 m. Les analyses ont été effectuées selon la recommandation de Redier 1996 au niveau du laboratoire de la faculté de Sciences et Techniques Fès, afin de montrer l'impact de l'activité d'extraction des matériaux de la carrière Gravel sur la qualité des ressources en eau.

Pour les analyses des échantillons d'eau, les mesures de la conductivité, pH, température, se fait à l'aide d'un multi-paramètre portable de type HANNA HI 9829 et l'oxygène dissous par un oxymètre. Ces mesures ont été réalisées au moment de leur prélèvement.

Concernant les autres paramètres, l'eau est acheminée et analyses dans les 24h qui suivent selon la table des méthodes suivant :

Paramètres	Méthodes
Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	Neutralisation par HCL
Dureté Totale (TH)	Complexation par EDTA
Matière organique	Oxydabilité du KMNO4
Chlorure	Méthodes de Mhor
Sulfate	néphélométrie
Nitrate	Spectrophotométrie
Orthophosphate	Spectrophotométrie

Les résultats des analyses physico-chimiques et les indicateurs de pollution sont résumés dans les tableaux suivants :

1. Paramètres physiques

Tableau 5: Caractéristiques physiques des eaux de la nappe de Berrechid.

paramètre	T° (°C)	pH	CE (µS/cm)	oxygène dissous (mg/l)
Valeur mesuré	24	8.7	1308	5.8
Valeur maximale admissible NM 03.7.001	Acceptable	6,5 < pH < 8,5	2700	5 ≤ O₂ ≤ 8

2. Paramètres chimiques

Tableau 6: Caractéristiques chimiques des eaux de la nappe de Berrechid.

paramètre	Alcalinité		dureté	
	TA	TAC (meq/l)	TH (mg/l)	C (Ca ²⁺) (mg/l)
Valeur mesuré	Nul	3.25	234.93	164.91

-Le titre alcalimétrique complet (TAC) dans les échantillons d'eau analysés est dû essentiellement à la présence des ions bicarbonates (HCO₃⁻). Le TAC est 3.25 meq/L de CaCO₃, ce qui se traduit par de très faibles concentrations en ions bicarbonates.

-La dureté totale de l'eau (TH) est rattachée principalement à la quantité de calcium et de magnésium dans l'eau. Dans les eaux analysées : La valeur TH mesuré est 234.93 mg/L, pour la valeur du Ca²⁺ est 164.91mmol/l. la TH est supérieur à la valeur guide OMS qui est de 200 mg/L. Selon la classification de dureté, les eaux souterraines analysées sont des eaux douces.

3. Les indicateurs de pollution

Tableau 7: Les indicateurs de pollution dans les eaux de la nappe de Berrechid.

paramètre	l'oxydabilité au permanganate de potassium (mg/l)	Sulfate (mg/l)	Orthophosphate (mg/l)	Chlorure (mg/l)	Nitrate (mg/l)
Valeur mesuré	3.25	35.77	-	1535.37	27.11
Valeur maximale admissible NM 03.7.001	5	400	-	750	50

4. Etat de qualité des eaux de la nappe

L'appréciation de la qualité des eaux souterraines s'effectue par l'étude des paramètres de pollution, puis par interprétation de la qualité globale sur la base d'une grille simplifiée (Table 11) comportant trois principaux paramètres indicateurs de pollution physico-chimique et azotée, et fixent cinq classes de qualité. Ces paramètres sont :

- ❖ La conductivité électrique qui renseigne sur la qualité minéralogique des eaux ;
- ❖ Les ions chlorures qui renseignent sur la qualité minéralogique des eaux ;
- ❖ Les nitrates, principaux indicateurs d'une pollution d'eau souterraine.

Tableau 8: Classes de qualité selon les paramètres de la pollution physico-chimique.
(Ministère chargé de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement, 2001)

Paramètres	Excellente	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
Conductivité électrique $\mu\text{S}/\text{cm}$	< 400	400-1300	1300-2700	2700-3000	>3000
oxygène dissous mg/l	>7	7-5	5-3	3-1	<1
Chlorure mg/l	<200	200-300	300-750	750-1000	>1000
Nitrate mg/l	<5	5-25	25-50	50-100	>100
MO mg/l	<3	3-5	5-8	>8	-

Tableau 9: Qualité des eaux de la nappe de Berrechid.

Nature de point de prélèvement	Coordonnées Lambert m	Cond	Chlorure	NO3	Oxygène dissous	MO
		$\mu\text{S}/\text{cm}$	mg/l	mg/l	mg/l	g/l
Affleurement	X=283 142 Y=303 827	1308	1535.37	27.11	5.80	3.25

Les eaux des affleurements de la nappe de Berrechid présentent globalement une qualité moyenne. Selon les normes préconisées par ministère chargé de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement, 2001. Cet état de qualité est dû :

- ❖ A la minéralisation, avec une valeur de la conductivité enregistrée de 1308 $\mu\text{S}/\text{cm}$, (qualité Moyenne) ;
- ❖ Aux teneurs en chlorures avec une valeur de 1535.37mg/l, (qualité très mauvaise);
- ❖ Aux nitrates, Les eaux des affleurements étudiés affichent une concentration moyenne en nitrate avec une valeur de 27.11, (qualité moyenne) ;
- ❖ Aux teneurs de l'oxygène dissous avec une valeur enregistrée de l'ordre de 5,80 mg/l (bonne qualité) ;
- ❖ Aux teneurs de la matière organique avec une valeur de 3,25mg/l (bonne qualité).

V. Analyse des impacts de la carrière Gravel sur l'environnement

Les impacts des carrières d'exploitation des matériaux sur l'environnement sont les interactions entre le milieu naturel et les différentes activités et procédés d'extraction, de traitement et de transport des matériaux.

Les impacts des carrières sur l'environnement comportent plusieurs aspects à savoir :

- L'effet sur l'atmosphère : bruits, vibrations, poussières;
- L'effet sur les eaux : souterraines et de surface;
- L'effet sur la faune et la flore ;
- L'effet sur le sol et agriculture.

Dans cette partie on va faire une description des impacts identifiés en faisant une évaluation de ceux qui sont négatifs selon cinq critères : la sensibilité, l'intensité, l'étendue, la durée, et l'importance.

1. Impacts positifs :

L'exploitation de la carrière génère de :

- Nouveaux postes d'emplois directs et indirects,
- Sédentarisation de la population locale,
- Taxes à la commune rurale et à la trésorerie,
- Quantité considérable de matériaux au profit des secteurs des bâtiments et génie civile.
- Une amélioration de l'image de marque de la région en attirant de nouveaux investisseurs et promoteurs.

2. Impacts négatifs :

2-1. Impacts sur les eaux

Les activités des creusements de terrains et d'extraction des matériaux engendrent une perturbation quantitative et qualitative de l'hydrologie et l'hydrogéologie de la zone d'étude :

- L'affleurement de la nappe, car le niveau piézométrique de la zone d'étude varie de 10 à 20 m de profondeur en tenant compte que les opérations d'extraction des matériaux peut arriver à 35 m de profondeur, d'où la diffusion rapide des polluants;

- Modification de la piézométrie locale par l'évaporation de la nappe affleurée ce qui provoque un abaissement du niveau d'eau des puits et modification de l'humidité des sols de la périphérie.
- L'installation des unités de pompages dans les eaux des affleurements, peut affecter leur qualité dans le cas de diffusion des hydrocarbures de ses unités (fig.15).
- La pollution de la nappe est engendrée par la diffusion des produits explosifs dans l'eau remontée dans les trous creusés pour abattre les massifs rocheux. Comme on a déjà marqué dans un plan de tire que l'eau remonte jusqu'à 4 m dans les trous (Tab.17).
- Après l'abattage du massif rocheux, les produits explosifs restent dans le sol pour avoir un lessivage dans les périodes pluvieuses, ce qui engendre une infiltration de ces produits vers la nappe et affectent la qualité des eaux souterraines.
- Les rejets des déchets solides et liquides directement sur le sol favorisent leur infiltration vers les eaux souterraines (fig. 16);
- Précipitations des particules fins et argileuses aux fonds des affleurements de la nappe entraîne un colmatage des surfaces oued/nappe d'où un ralentissement de la recharge de la nappe (fig. 17);
- La qualité des eaux dans la carrière peut évoluer défavorablement jusqu'à apparition du phénomène d'eutrophisation qui indique un état de vieillissement avancé (disparition de l'oxygène, apparition de H₂S, d'algues, de vers ...) (fig.18).



Figure 15: Les unités de pompages installées dans les affleurements de la nappe.



Figure 16: Ferrailles jetées au niveau de la carrière.



Figure 17: L'impact de la poussière sur la qualité d'eau.



Figure 18: Apparition du phénomène de l'eutrophisation au niveau de l'affleurement de la fosse 3.

L'intensité de l'impact sur la ressource en eau souterraine est forte ceci revient essentiellement aux rejets des hydrocarbures et l'affleurement de la nappe dans plusieurs endroits ainsi l'apparition du phénomène de l'eutrophisation. La durée est moyenne car les rejets sont de faible à moyenne quantité et l'étendue est locale. Donc on peut conclure que l'impact sur les ressources en eau souterraine est majeur.

Tableau 10: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs sur les eaux.

Sensibilité	Faible	Moyenne	Forte
Intensité	Faible	Moyenne	Forte
Etendue	Locale	Régionale	Nationale
Durée de l'impact	Courte	Moyenne	Longue
Importance	Mineure	Moyenne	Majeure

2-2. Impacts sur le sol

Les impacts négatifs qui peuvent toucher le sol sont d'ordre physique portant atteinte à leur stabilité et d'ordre chimique, portant atteinte à leur qualité.

➔ Les effets sur la physique du sol :

- Risques d'effondrement, d'érosion et glissement par la création des pentes raides et instables sur le front,
- Compactage des sols par la circulation des engins lourds sur des pistes non aménagés (fig.19),
- Affleurement de la nappe par le creusement profond.



Figure 19 : Grande dimension des pneus des camions causant la compaction des sols.

→ Les effets sur la chimie du sol

L'activité des carrières peut causer une dégradation de la qualité biologique du sol par les déversements des déchets solides et liquides (huiles, graisses, déchets ménagers ...). Ce qui détruit les microorganismes du sol et le rend inapte à l'agriculture (fig. 20).



Figure 20 : Pollution du sol par les taches d'huiles causées par la circulation des engins.

On conclut que l'intensité de l'impact sur le sol est forte au regard de l'irréversibilité de l'impact et la perte du sol, l'étendue est locale et la durée est courte. Donc L'impact sur les ressources en sol est moyen à majeur.

Tableau 11: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs sur le sol.

Sensibilité	Faible	Moyenne	Forte
Intensité	Faible	Moyenne	Forte
Etendue	Locale	Régionale	Nationale
Durée de l'impact	Courte	Moyenne	Longue
Importance	Mineure	Moyenne	Majeure

2-3. Impacts sur la faune et la flore

La faune et la flore sont très sensibles à toute modification brutale de leur biotope et leur adaptation parait lente et peu probable ce qui réduit leur possibilité de survie.

L'activité des carrières peut causer une destruction totale de la flore et déplacement ou destruction de la faune, création de nouveaux écosystèmes naturels, modification des écosystèmes et disparition de la faune et la flore non adaptées aux nouvelles conditions.

Les principaux impacts sont :

- Le bruit des installations, des tirs de mines et des engins de transport fait fuir les animaux sauvages. Ainsi que les coupures créées par les fronts de taille empêchent leur cheminement habituel.
- Les feuilles des espèces existantes sur le site, sont recouvertes de poussières : photosynthèse, évapotranspiration, se font d'une manière très réduite.
- Augmentation du taux des matières en suspension cause l'asphyxie du milieu aquatique.



Figure 21: Créations des nouveaux écosystèmes naturels au niveau de la carrière.

L'impact de l'exploitation de la carrière sur la faune et la flore est moyenne, vu l'absence d'espèces endémiques ou d'intérêt économique touché par l'activité, et l'apparition des nouveaux écosystèmes (fig.21). Ainsi, on note que la durée de cet impact est courte et son étendue est locale.

Tableau 12: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs sur la faune et la flore.

Sensibilité	Faible	Moyenne	Forte
Intensité	Faible	Moyenne	Forte
Etendue	Locale	Régionale	Nationale
Durée de l'impact	Courte	Moyenne	Longue
Importance	Mineure	Moyenne	Majeure

2-4. Impacts sur le paysage

D'après des visites de terrain, on a observé un paysage défiguré dans plusieurs zones d'extraction exploitées. Donc, l'activité d'extraction modifie inévitablement la morphologie du site ; elle nécessite un défrichage, un décapage des sols, un aménagement des pistes d'accès et l'installation des stations de traitement des matériaux. Donc, il s'avère qu'il y a un impact visuel négatif causé par :

- Le stock des matériaux et des stériles déposé au niveau de la carrière (fig.22),
- La station de concassage installée dans une zone dépourvue de végétation (fig.23),
- Piste d'accès ;
- La zone d'extraction des matériaux défigurée avec de grands affleurements d'eau (fig.24).



Figure 22: Modification du paysage au niveau de la carrière par les stocks des matériaux et des stériles.



Figure 23: Station de concassage installée dans une zone dépourvue de végétation.



Figure 24: Affleurements de la nappe dans les zones d'extraction des matériaux.

On conclut que l'impact sur le paysage est moyen puisque l'intensité est forte car on constate que la superficie de la zone d'extraction de la carrière est considérablement grande. La durée est moyenne car l'impact est présent même après la fermeture de la carrière et l'étendue est locale.

Tableau 13: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs sur le paysage.

Sensibilité	Faible	Moyenne	Forte
Intensité	Faible	Moyenne	Forte
Etendue	Locale	Régionale	Nationale
Durée de l'impact	Courte	Moyenne	Longue
Importance	Mineure	Moyenne	Majeure

2-5. Impacts sur l'agriculture

L'implantation de la carrière dans une zone à vocation agricole permet de changer cette dernière vers une vocation industrielle, alors il y aura une perturbation de l'activité agricole par des coupures et des morcellements des terrains agricoles à cause de l'aménagement des pistes d'accès et de la station de concassage.

L'émission de la poussière par le traitement des matériaux et la circulation des engins engendre des effets néfastes sur l'agriculture par le dépôt de la poussière sur les végétaux conduisant le blocage de la photosynthèse ce qui entraîne une diminution du rendement et une altération de la qualité des produits agricoles.

On peut dire que l'impact sur l'agriculture est majeur vue sa forte intensité due à la vocation agricole de la zone d'étude et l'implantation de la carrière dans la zone agricole, à la courte durée et à l'étendue qui est local.

Tableau 14: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs sur l'agriculture.

Sensibilité	Faible	Moyenne	Forte
Intensité	Faible	Moyenne	Forte
Etendue	Locale	Régionale	Nationale
Durée de l'impact	Courte	Moyenne	Longue
Importance	Mineure	Moyenne	Majeure

2-6. Impacts sur l'atmosphère

Émission de gaz d'échappement par les engins de circulation et la station de concassage : Plusieurs gaz sont émis dans l'atmosphère : Dioxyde de carbone (CO₂), le dioxyde d'azote (NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂)...

Emission de la poussière : La carrière sont relativement proche des agglomérations à une distance d'environ 700 m, ce qui engendre des nuisances à cause de la poussière, qui cause des problèmes de la respiration de la population locale, une perturbation de l'activité chlorophyllienne des végétaux et une détérioration de la qualité des eaux superficielles par l'augmentation du taux de matière en suspension. Cette poussière a pour origine :

- Les émissions de poussières résultent le plus souvent des tirs de mines,
- les travaux d'extraction,
- le concassage et le criblage de la matière première,

- le transport des matériaux et la circulation des engins sur les pistes d'accès,
- le stockage des matériaux en exposition aux vents.

Le vent dominant dans la zone d'étude est du S-SSW vers N-NNE, et les agglomérations situées au N-NE de la carrière, leur emplacement alors est en exposition aux vents.

Donc l'impact de la poussière est moyen, sa durée est courte et son étendue est locale.

Mais vue la situation des populations en exposition aux vents, cet impact peut être majeur.

Tableau 15: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs sur l'atmosphère.

Sensibilité	Faible	Moyenne	Forte
Intensité	Faible	Moyenne	Forte
Etendue	Locale	Régionale	Nationale
Durée de l'impact	Courte	Moyenne	Longue
Importance	Mineure	Moyenne	Majeure

2-7. La nuisance sonore

Les bruits des engins et de la station de concassage causent une détérioration de la qualité de vie des riverains surtout durant la nuit, le niveau sonore est exprimé par le niveau équivalent de pression acoustique Leq (A) qui tient compte les bruits continus pendant les heures de fonctionnement de la carrière.

On rappelle que la zone de sécurité est comprise entre 0 et 80 dB pour 8 heures dans le cas de l'absence des mesures de protection alors que la zone de danger va de 80 à 120 dB (ARCHIMBAUD et al. ,1982).

Tableau 16 : Niveau sonore de quelques matériels utilisés dans les carrières (ARCHIMBAUD.al.,1982).

Matériel	Niveau sonore
Pelle (mesure à 5 m)	85 à 100 dB (A)
Chargeuse à chenilles ou à pneus (mesure à 7 m)	80 à 100 dB (A)
Concasseur à mâchoire ou giratoire (mesure à 1m)	95 à 110 dB (A)
Crible (mesure à 1m)	95 à 100 dB (A)

Les matériels utilisés présentent une nuisance sonore car les niveaux sonores dépassent la valeur limite tolérée par l'OMS, 85 dB pour une exposition de 8 heures.

Afin d'évaluer l'impact sonore, il est nécessaire de déterminer les différents agglomérations qui entourent le site de la carrière et calculer à partir des images satellitaires leurs distance par rapport à la carrière.

L'image de la figure 25 présente l'emplacement de la carrière par rapport aux maisons de l'entourage:



Figure 25: Extrait d'image Spot V de Google Maps de la situation de la carrière GRAVEL par rapport aux maisons proches.

Sachant que tous les niveaux sonores des engins et des installations sont dans l'intervalle de danger, la distance est le facteur clé de l'évaluation de l'impact sonore. En effet, les maisons sont relativement proches de la carrière, moins de 700 m.

L'opération de traitement des matériaux (concassage) continue pendant la nuit, ce qui aggrave la nuisance sonore et perturbe la qualité de vie des riverains.

Donc la nuisance sonore est un impact moyen en tenant compte de l'approchement relatif de la carrière (moins de 700 m) et les opérations de concassage effectuées pendant la nuit, l'étendue est locale et la durée est courte.

Tableau 17: Matrice d'évaluation des risques d'impacts de nuisance sonore

Sensibilité	Faible	Moyenne	Forte
Intensité	Faible	Moyenne	Forte
Etendue	Locale	Régionale	Nationale
Durée de l'impact	Courte	Moyenne	Longue
Importance	Mineure	Moyenne	Majeure

2-8. Impact sur la circulation routière

La carrière entraîne une augmentation de la circulation routière au niveau de la RP n°3011 liée au transport des matériaux de construction, des déchets et des déblais vers la décharge ainsi que les déplacements des ouvriers.

Le risque d'accident est présent à forte probabilité à cause de la circulation des engins au niveau de la carrière et lors du transport des matériaux.

La mise en place des mesures d'atténuation ainsi que l'application des consignes de sécurité devraient permettre d'atténuer les impacts sur le trafic routier à l'intérieur du périmètre d'étude.

Donc l'impact sur le trafic routier est moyen, sa durée est moyenne et son étendue est locale.

Tableau 18: Matrice d'évaluation des risques d'impacts négatifs sur la circulation routière.

Sensibilité	Faible	Moyenne	Forte
Intensité	Faible	Moyenne	Forte
Etendue	Locale	Régionale	Nationale
Durée de l'impact	Courte	Moyenne	Longue
Importance	Mineure	Moyenne	Majeure

3. Matrice des impacts

Tableau 19: Inventaire des impacts positifs et négatifs du projet.

phase	Operations productives de l'impact	Qualité des eaux	Qualité du sol	Flore	faune	Paysage	agriculture	Qualité de l'air	Nuisance sonore	Trafic routière
installation	Extraction de la couche superficielle									
	Aménagement des pistes d'accès									
	Construction des ateliers et aires de stockage									
Exploitation	Extraction des matériaux et chargement									
	Transport des matériaux									
	Entretien des engins									
Traitement	Concassage et criblage									
	Lavage des matériaux									
	Abandon									



En analysant la matrice des impacts, on constate que certaines opérations lors du processus de la production des granulats causent des impacts majeurs qui nécessitent une intervention urgente afin d'essayer de corriger ses anomalies, on peut noter que l'affleurement de la nappe de Berrechid dans plusieurs endroits, l'installation de la carrière dans une terre à vocation agricole et la situation proche de la population à la carrière rendent le milieu naturel et humain plus sensible à affecter par les différents impacts engendrés par la carrière GRAVEL.

En plus, l'extraction des matériaux restent l'opération primordiale à maîtriser afin de limiter les impacts qui sont moyens à majeurs notamment sur les ressources en eau souterraine et l'agriculture.

Concernant les éléments et processus de l'environnement affectés par l'exploitation de la carrière, il s'avère que les ressources en eau souterraine sont les plus touchées par des impacts majeurs, vu l'affleurement de la nappe dans plusieurs endroits et le rejet des déchets solides et liquides directement sur le sol en favorisant leurs infiltration vers la nappe, et l'installation des unités de pompage favorise la diffusion des hydrocarbures dans les eaux des affleurements.

La qualité du sol est aussi touchée lors de l'entretien des engins et déversement des déchets solides et liquides (huiles, graisses, déchets ménagers ...).

L'activité agricole et la situation de la population en exposition aux vents sont touchées considérablement par les émissions des poussières lors d'extraction des matériaux et chargement, du transport des matériaux et les opérations de concassage et criblage.

VI. Mesure des vibrations liées aux tirs de mines

L'extraction de la roche passe par plusieurs étapes, la plus importante est le minage. Ainsi, l'abattage à l'explosif est aujourd'hui, la technique la plus utilisée et la plus répandue dans les carrières à ciel ouvert. Elle permet de fragmenter des volumes importants de roche pour la reprise et le traitement du matériel abattu.

Cependant, L'explosif est devenu la principale source d'énergie pour les travaux d'abattage, de découpage et de sautage. Son utilisation industrielle pour ces travaux perd son caractère empirique pour devenir une technique à base scientifique.

1. Travaux envisages

A la demande de **LAFARGE CIMENT DE BOUSKOURA** et dans le cadre des mesures des vibrations au niveau de quelques constructions mitoyennes aux fronts d'exploitation à la carrière **GRAVEL**, on a procédé aux mesures des vibrations dans les limites Nord de la carrière et près d'un pylône électrique

Il est recommandé de déterminer les données vibratoires à savoir :

- La vitesse des vibrations
- La fréquence des vibrations
- L'amplitude maximale des vibrations (vitesse maximale des vibrations)
- valider un plan de tir d'exploitation sécuritaire, à la base de la charge instantané de l'explosif (à déterminer).

L'enregistrement de ces données vibratoires se fait lors de l'abattage d'une masse rocheuse quartzitique limitant deux fosses (F3 et F5). de son côté, le talus de la fosse 3 a une hauteur de 30 m environ, tandis que celui de la fosse 5 a une hauteur de l'ordre de 15 m. La pente pour les deux talus relativement raide voire sub-verticale, vers son centre.

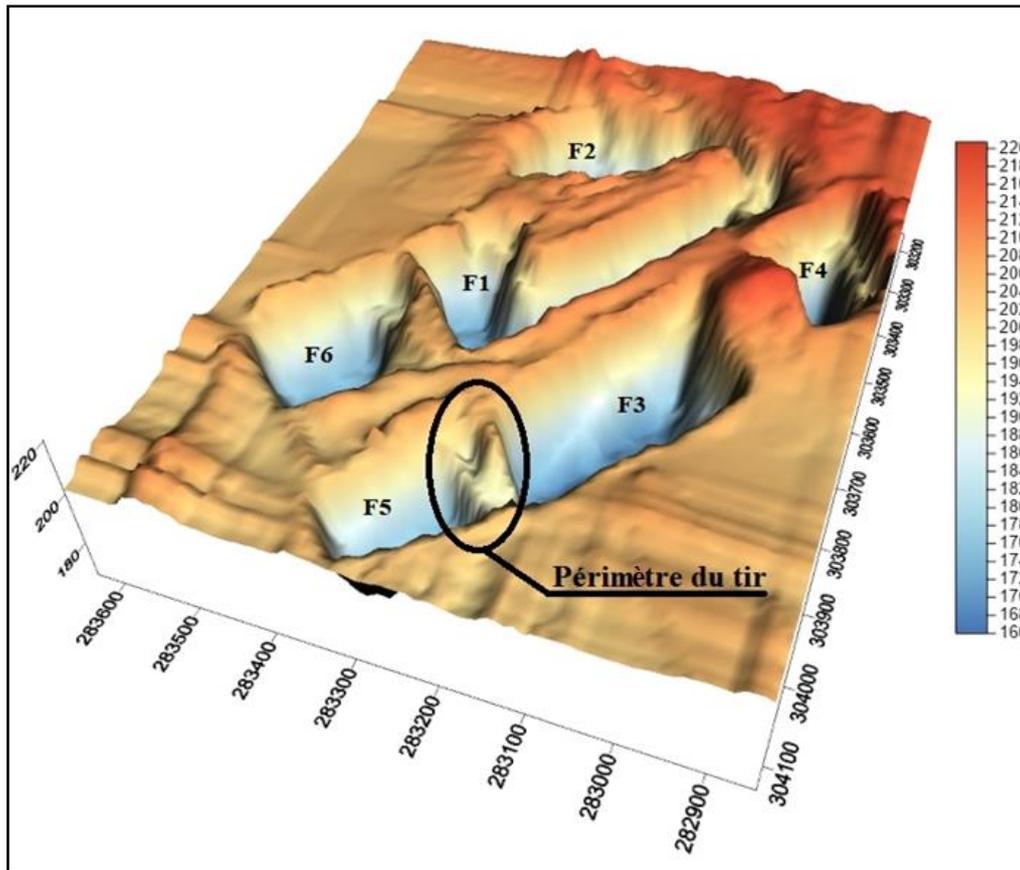


Figure 26: Vue 3D de la carrière Gravel.

1-1. Appareillage

En cas de tir de mines, contrôle des vibrations engendrées par la mise en place de capteurs sismiques à proximité des structures à surveiller et des constructions les plus proches de la zone de tir.

L'appareillage utilisé est constitué de deux capteurs Minimate Plus (fig. 27) donnant les données vibratoires selon les trois directions (horizontale « h1 », transversale « h2 » et verticale « V »), h1 a été placés parallèlement aux fronts objet des tirs d'exploitation.



Figure 27: géophone Minimote Plus.

1-2. Plan des tirs de mines

⇒ Dimensionnement d'un schéma de tir

Pour abattre un massif à l'explosif, on réalise un ensemble de trous de mines : les paramètres géométriques et les paramètres de chargement qui interviennent sont ainsi définis:

- La **plateforme**, zone sur laquelle évolue les engins, définit un plan nommé **carreau** ;
- Le **front** est la surface libre qui va être abattue. Les paramètres essentiels du front sont sa hauteur (réglementairement limitée à 15 m), son inclinaison et sa régularité;
- Les distances entre deux rangées (ou bien distance entre le front et la première rangée) doivent être égales ; on appelle cette distance **banquette** ;
- L'**espacement** est la distance entre deux trous d'une même rangée ;
- on désigne par **maille** le couple banquette-espacement ;
- L'**inclinaison** des trous par rapport à la verticale détermine la **longueur à forer** en fonction de la hauteur du front. La longueur de foration additionnelle par rapport au carreau est désignée par **surforation** ;
- L'explosif placé en fond de trou est désigné par **charge de pied**, la **charge de colonne** étant la charge restante. De manière plus générale, on désigne par **pied** la partie inférieure du gradin, et par **tête** ou **colonne** sa partie supérieure ;
- Un **bouillage** est un matériau inerte, placé soit entre deux charges (« **bouillage intermédiaire** »), soit en haut de trou (« **bouillage terminal** ou **final** ») ;

- La **séquence d'amorçage** est l'ordre dans lequel détonnent les différents détonateurs placés dans les mines.

L'ensemble de ces paramètres constitue un **schéma de tir** (voir figure ci-dessous).

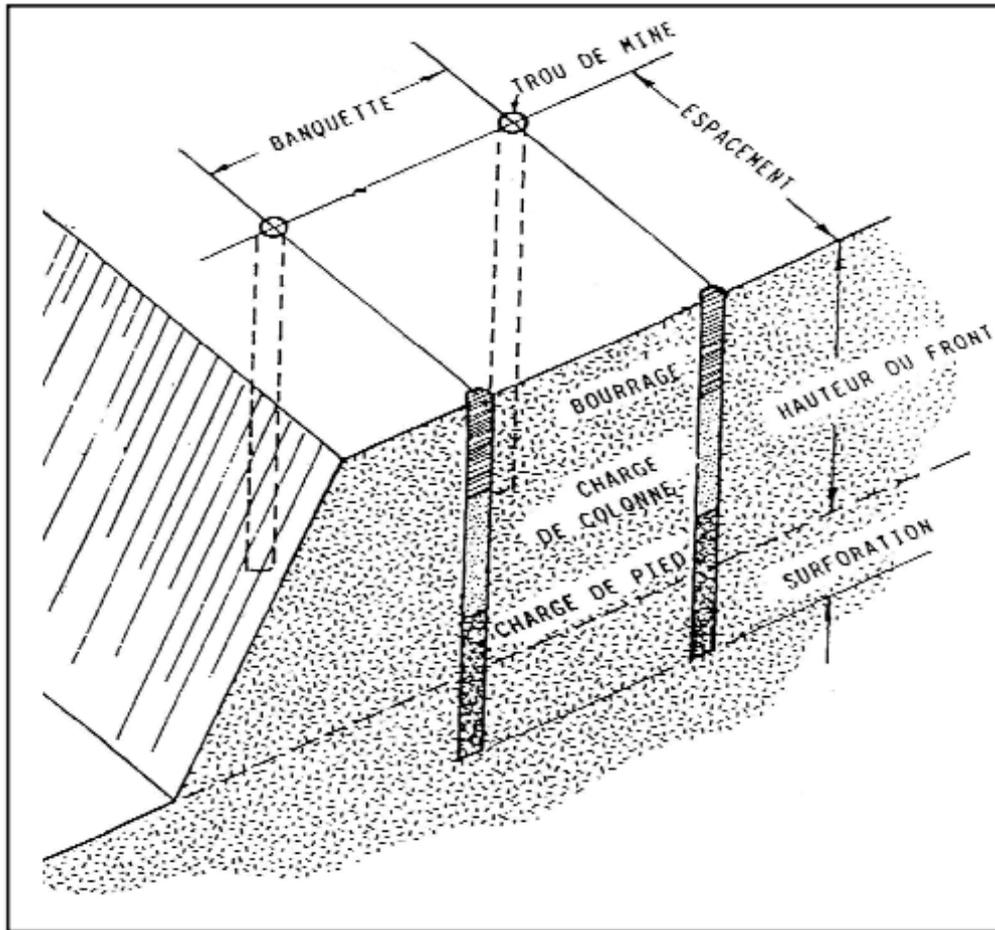


Figure 28: Illustration des paramètres constituant un schéma de tir.

⇒ **Les caractéristiques de plan de tir**

Au cours de la journée des mesures du **22.03.2018**, Les tirs n°1 et 2 sont situés au Nord de la carrière sur la couche de quartzite, Le but était de fusionner entre deux fosses 3 et 5.

Le plan de tir des mines sont joints au présent rapport et dont les caractéristiques des tirs 1 et 2 sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 20 : plan de tir de mines de 22/03/2018.

Caractéristiques du tir	Fosse 5	Fosse 3
Front	1	1
Profondeur Moyenne (m)	11	11
Nombre de trous	20	20
Banquette	3.5	3.5
Espacement	2.5	2.5
Maille (m ³)	8.75	8.75
Diamètre de foration (mm)	89	89
Nombre de rangées	2	2
Bourrage final en m	3.8	4
Bourrage intermédiaire	0	0
Hauteur de l'eau	4	0.5
Charge de pieds (kg)	16	1
Charge de colonne (kg)	16	32.2
Charge / trou (kg)	32	33.2
Type d'amorçage	Fond du trou	Fond du trou
Charge instantanée	32	33.2
Consommation spécifique (g/m ³)	166	345
Quantité totale Ammonix (kg)	0.00	644
Quantité totale Sigma (kg)	320	20
Volume abattu (m ³)	1925	1925

1-3. Résultats des mesures

Tableau 21: résultats des mesures des ondes vibratoires au sein de la carrière Gravel.

Reference	capteur	Direction	Date		Distance point de tir point de mesure	Localisation	Coordonnées	
			22/03/2018				X	Y
Tir n° 1	Capteur 1	h1	0.46	32	240	Limite Nord de la carrière	283 394	304 067
		h2	1.37					
		v	1.02					
	Capteur 2	h1	1.482		270	Pylône électrique	283 000	304 140
		h2	1.961					
		v	2.045					
Tir n° 2	Capteur 1	h1	2.04	33.2	285	Limite Nord de la carrière	283 415	304 052
		h2	3.52					
		v	3.97					
	Capteur 2	h1	1.63		290	Est de Pylône électrique	283 203	304 200
		h2	3					
		v	2.22					

La vibration résultante enregistrée est de 3.97 mm/s, qui a été amplifié par la structure. Les fréquences qui se dégagent dans le spectre de Fourier sont de 18 à 30 Hz.

1-4. Interprétation des résultats

Les résultats obtenus montrent que la vitesse maximale enregistrée pour des charges instantanées de 32Kg et de 33.2Kg dépasse 3 mm/s et une fréquence moyenne généralement comprise entre 18 et 30 Hz.

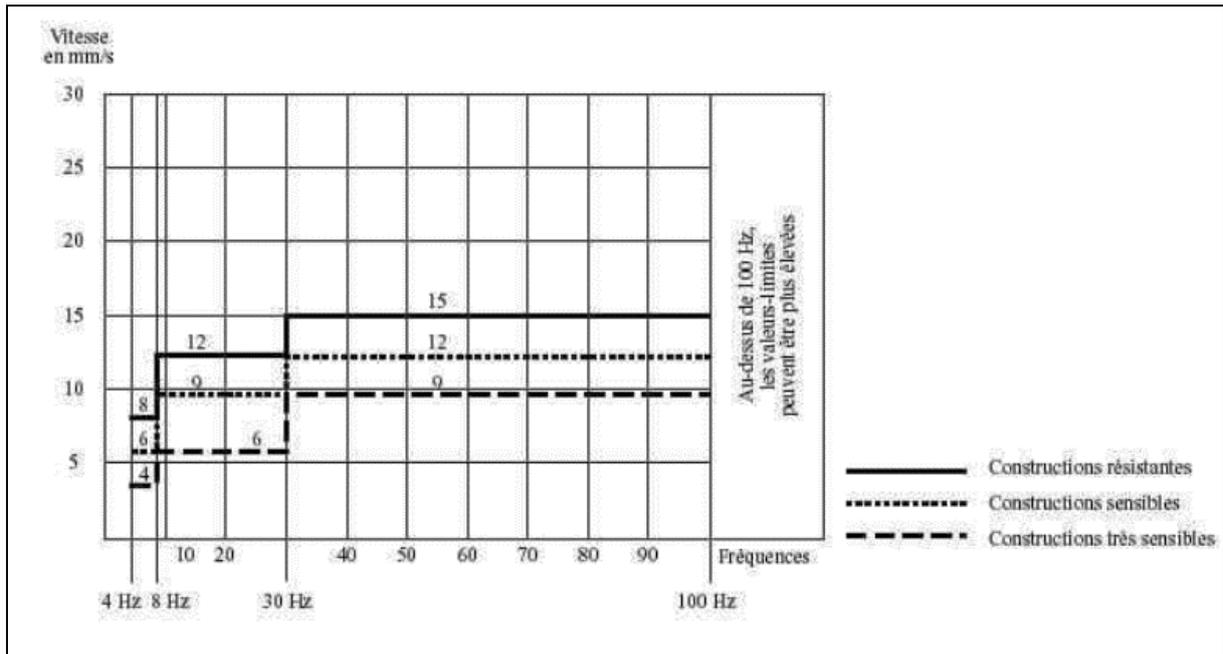
- En considérant les types des constructions, sensible aux vibrations et suite à l'enregistrement des faibles fréquences;
- en consultant le tableau 22, la vitesse maximale doit être inférieure à 10 mm/s pour des fréquences inférieures à 30 Hz.

D'après ces résultats la vitesse maximale enregistrée est de 3.52 mm /s pour une charge instantanée maximale de 33.2 kg, cette valeur est inférieur au seuil admissible 10 mm/s qui

correspond à la vitesse limite à ne pas dépasser selon l'arrêté du 22 septembre 1994, et par conséquent ce type des tirs de mines selon les mêmes plans des tirs ne présente pas un éventuel risque sur la stabilité des ouvrages avoisinants.

Il est vivement conseillé de procéder à des mesures des vibrations officielles périodiques et à chaque changement de la dureté ou de la nature des rochers objet d'extraction.

Tableau 22: valeurs limites de la vitesse particulière en fonction de la fréquence observée.



VII. Mesures d'atténuation des impacts de la carrière sur l'environnement

Après avoir identifié et évalué les impacts de la carrière Gravel sur l'environnement de la zone d'étude, il est nécessaire de mettre en place des mesures pour annuler, atténuer ou compenser ces impacts.

Signalons qu'un impact peut toucher plusieurs composantes de l'environnement et une mesure atténuera plusieurs impacts à la fois.

L'impact de la carrière Gravel sur l'environnement	Mesures d'atténuation
<p>Modification de la piézométrie locale par l'évaporation de la nappe affleurée ce qui provoque un abaissement du niveau d'eau des puits et modification de l'humidité des sols de la périphérie</p>	<p>-Respect de la profondeur d'extraction autorisée.</p>
<p>Pollution des eaux par les déchets solides et liquides</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Installer des poubelles; -N'utiliser que les toilettes installées; -Evacuer périodiquement les déchets; -Eviter absolument tout déversement volontaire ou involontaire de toute substance liquide ou solide polluante (lixiviats, gasoil, huile, graisse, eaux usées ou chargées) dans l'ensemble du terrain de la carrière ; - Collecte des huiles de vidanges dans des citernes et éviter tout rejet direct dans le milieu naturel; - Installer et entretenir un bassin de décantation des eaux de lavage des véhicules ; - Toutes les opérations mécaniques et de vidange des engins doivent se faire au sein des ateliers sur aire étanche équipée d'une fosse. En cas de besoin d'une intervention mécanique en dehors des ateliers, celle-ci doit se faire sur une bâche étanche afin de récupérer les pertes et fuites ; - L'opération d'alimentation des engins en gasoil doit se faire également sur une plateforme étanche ; - Contrôle des huiles et hydrocarbures.

<p>Modification du paysage</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Collecter les déchets solides et liquides et les éliminer dans une décharge contrôlée ; - Stockage de la couche arable afin de la réutiliser en fin de l'exploitation ; - Nettoyage du site et élimination de toute installation à la fermeture de la carrière ; - Reconstitution des pentes ; - peindre les bâtiments d'une couleur (beige-rougeâtre) permettant leur intégration dans le paysage ; -disposition adéquate des différentes composantes de la station de concassage/criblage afin de limiter au maximum la surface occupée ; -entourer la station de concassage/criblage par un écran végétal ; -créer des plantations d'arbres pour la dissimulation totale ou partielle des excavations.
<p>L'impact sur les infrastructures publiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> -respect de la distance de recul par rapport à la piste limitrophe à la carrière ; - Entretien régulier des routes et pistes d'accès ; -élaborer un plan de circulation des engins.
<p>La nuisance sonore Et vibratoire</p>	<ul style="list-style-type: none"> -L'utilisation des machines peu bruyantes sachant que le seuil de tolérance 75 décibels; - La vérification régulière de l'état mécanique des véhicules; - Le respect des horaires normaux de travail; - Interdiction des opérations de concassage durant la nuit. - Isolation phonique par capotage des transporteurs et carénage des concasseurs et cribles ; -Equipé le marteau hydraulique d'un système anti-bruit ; -Entretien mécanique régulier des engins ; -Amélioration de la qualité des pistes d'exploitation par une stabilisation (couche de roulement en gravettes) ; -Optimiser la distance entre les différents postes au sein de la carrière ; -Dans un objectif de protection de santé et de confort, les employés opérant au sein de la station de concassage-criblage et à proximité du marteau hydraulique ou des marteaux perforateurs, devront porter des casques anti-bruit, ceci malgré les mesures d'atténuation phonique au sein de ces postes ; -Respect du plan des tirs de mines ; -Etude de l'hétérogénéité du milieu abattue.

<p>Pollution du sol et dégradation de la qualité biologique</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier clairement tout contenu d'une citerne; - Séparer physiquement les hydrocarbures des autres produits; - Utiliser des géo membrane sous les places d'entreposage des hydrocarbures; - Aménagement d'une plateforme bétonné de 20 cm au-dessus du sol pour l'alimentation en gasoil; - Former le personnel à la bonne manipulation des produits et aux règles de sécurité. - Limiter au maximum le décapage qui doit se faire de manière progressive et en fonction des besoins de l'exploitation. - Éviter de déverser toute substance polluante liquide (gasoil, huile, graisse, eaux usées) ou solide (déchets, ordures) ;
<p>Modification des écosystèmes naturelles et destruction de la faune et la flore</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Récupération des essences locales lors des phases de déboisements ou du décapage de la terre végétale en vue d'une utilisation ultérieure ; - Éviter le décapage de la végétation lors des opérations d'exploitation ; - limiter le passage des engins au niveau des pistes de circulation ; - Éviter le passage des engins d'exploitation au niveau de la végétation ; - Procéder à une réhabilitation continue des zones perturbées par des espèces autochtones ; - Limiter l'impact de la poussière sur le couvert végétal en la diminuant à la source.
<p>Emission de la poussière et des gaz à effet de serre dans l'atmosphère</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Arroser régulièrement le sol et les machines; - Faire attention à l'état des machines de criblage/concassage car ce sont les plus grandes sources de poussière; - Bâchage des camions lors du transport des matériaux; - Equipement du concasseur par un humidificateur; - capotage de la station de concassage ; - Plantation d'un écran végétale le long des pistes pour atténuer l'impact de la poussière sur l'agriculture; - Plantation d'arbre autour de la carrière afin minimiser la dispersion de la poussière ; - Mise en place d'une clôture avec un filet de petite maille ; - Remplacement de toute pièce défectueuse qui accentue l'émission ; - Entretien régulier des pistes d'accès ;

	<ul style="list-style-type: none"> -Dispositif de dépoussiérage au niveau de la trémie de réception ; -Recouvrement de la piste d'accès par une couche de gravette; -Réduire la vitesse des camions de transport le long des pistes (20km/h) ; -Mesurer régulièrement la proportion de particules dans l'air (MP10), particulièrement pour les particules dont le diamètre est inférieur à 10 microns qui sont les plus dangereuses car pouvant pénétrer profondément dans les voies respiratoires. -L'entretien et contrôle mécanique de tous les engins, avec changement régulier des filtres.
--	---

VIII. Réhabilitation de la carrière Gravel

1. Concept de la réhabilitation

Au moment de l'exploitation et à la fin des travaux d'exploitation, le principal objectif est la remise en état de la carrière tel que prévu par l'Article 11 du cahier des charges de la Circulaire du premier ministre n° 06/2010 du 14/06/10 relative à l'exploitation des carrières.

Les mesures à entreprendre sont notamment (Fig. 32) :

- un nettoyage du site ;
- une stabilisation des pentes ;
- un reboisement spécifique, vu la composition chimique du sol ;
- un entretien de la route adjacente.

Ces mesures de restauration ont pour but un traitement paysager conforme à l'environnement régional et la reconstitution du milieu naturel. On peut diviser les tâches temporelles de réhabilitation en deux phases :

- phase progressive c'est-à-dire que chaque gradin, après son achèvement, sera systématiquement réhabilité.
- phase tardive qui comportera la démolition toutes constructions (administration, atelier, etc.), le nettoyage totale du site de tous les matériaux d'exploitation et enfin, le régalaage de surfaces en monticules.

2. Réhabilitation de la carrière Gravel

La carrière Gravel présente un gisement quartzitique encore en exploitation mais le problème c'est l'approche de site exploité de l'habitation, terrains agricole et son emplacement sur la nappe moins profond de Berrechid qui est affleuré dans plusieurs endroits à la surface de la carrière. Ce qui fait, une grande zone du terrain exploité est besoin d'une réhabilitation selon les nouvelles circulaires. Le réaménagement va être réalisé progressivement durant d'exploitation et finalisé en fin d'activité.

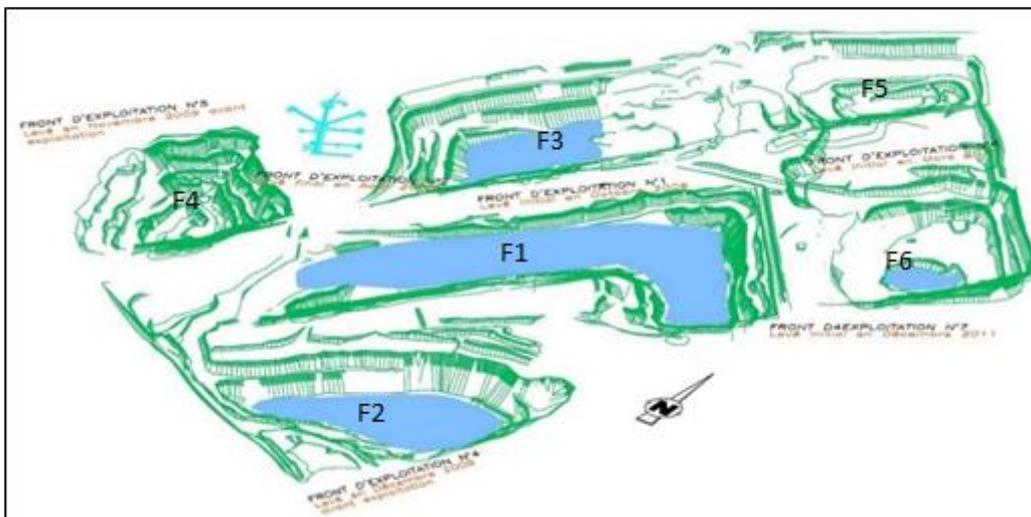


Figure 29: Carte 3D montrant les fosses à réhabiliter.

3. Les solutions proposées pour la réhabilitation de la carrière GRAVEL

3-1. Régulation des fronts de taille

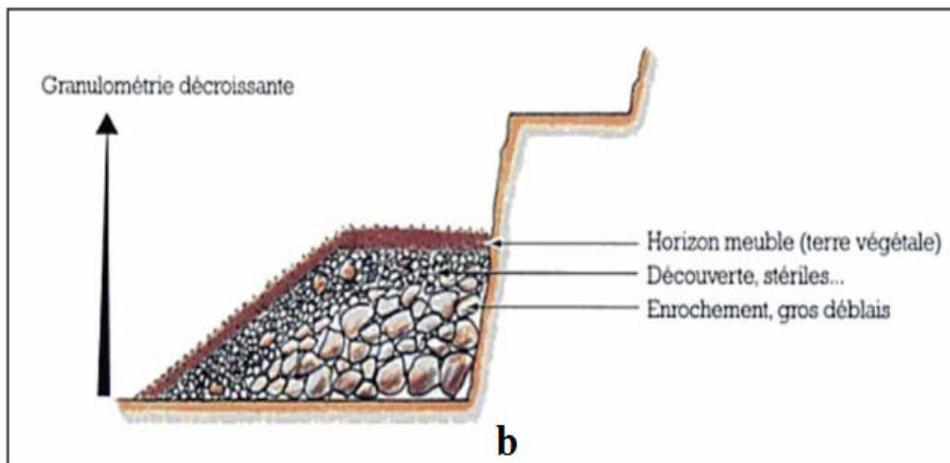
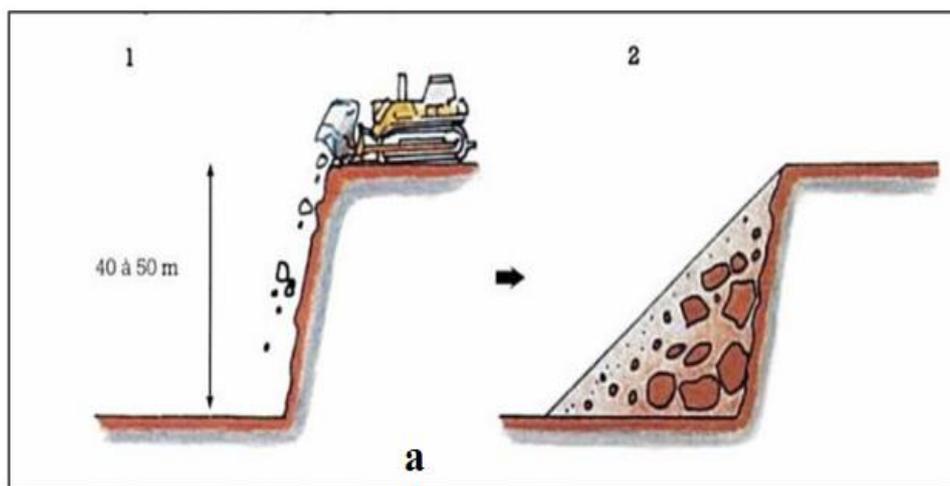
L'exploitation de carrière Gravel a créé des fronts de taille de grande hauteur, d'aspect artificiel, visibles de très loin. Le réaménagement de notre carrière devra permettre de concilier la sécurité et l'intégration paysagère, ceci sans attendre la fin de l'exploitation. Il nécessite :

- ✓ d'assurer la stabilité des fronts sur le long terme,
- ✓ de limiter la hauteur des fronts en créant éventuellement des gradins intermédiaires,
- ✓ de casser la monotonie des gradins horizontaux qui soulignent le front de la carrière, par une alternance d'éboulis,
- ✓ de re-végétaliser les banquettes et fronts de taille par la plantation d'espèces locales et adaptées.

Ce dernier point constitue l'une des principales difficultés des réaménagements de ce type d'exploitation. Son objectif est double : contribuer à stabiliser les fronts de taille, et donc apporter un élément de mise en sécurité, mais surtout atténuer l'impact visuel de la carrière.

Plusieurs techniques peuvent être conjuguées pour faciliter l'implantation de la végétation :

- ✓ le remodelage des fronts de taille qui permet à la fois de minimiser les risques de chutes, de diminuer l'impact paysager et de favoriser la recolonisation végétale en amenant des matériaux meubles et perméables sur les banquettes,
- ✓ la reconstitution, sur les banquettes, de pseudo-profilis pédologiques par remblayage et apport de terre végétale.



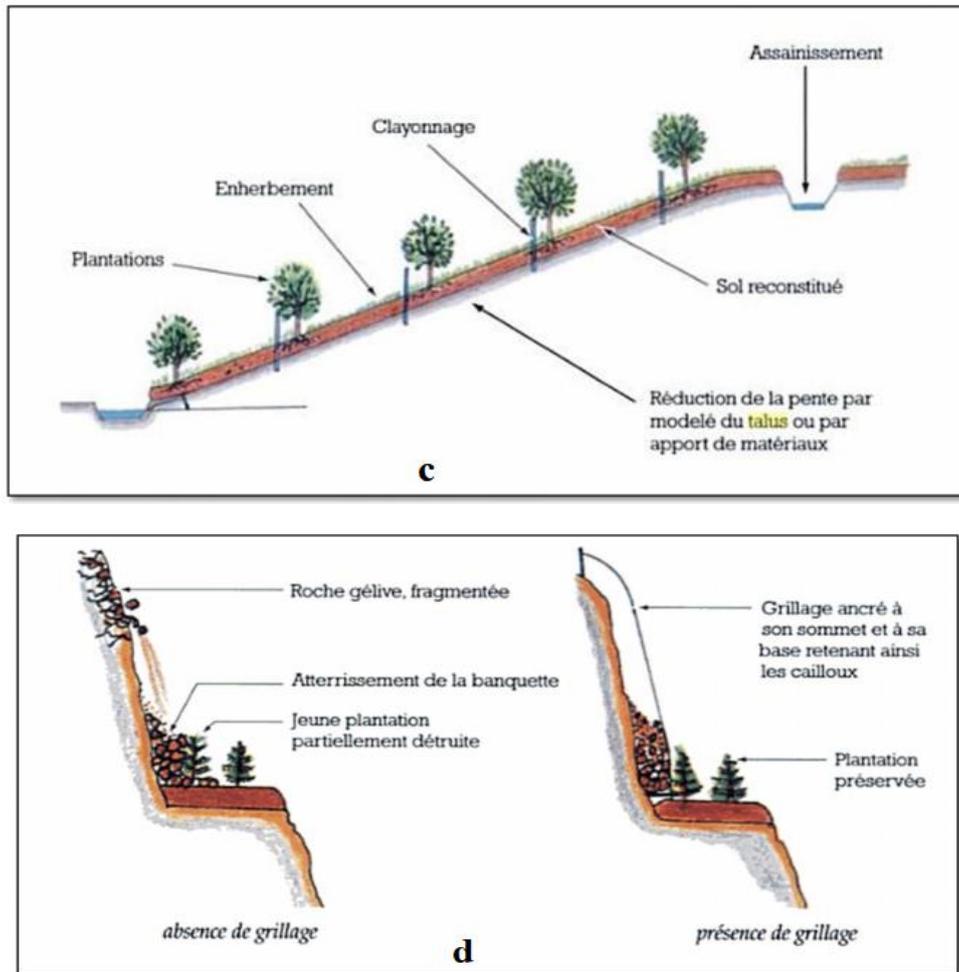


Figure 30: a- Création de talus par déversement des stériles depuis le haut du front de taille. b- La composition granulométrique d'un talus. c- Plantation du talus. d- Protection de la plantation contre les chutes de pierre du front de taille.

3-2. La re-végétalisation

C'est l'un des procédés utilisés pour atténuer l'impact négatif de l'exploitation des carrières sur le paysage. La végétalisation s'impose par la présence d'un environnement uniquement forestier, elle visera à reconstituer sur l'ensemble du front de taille une trame végétale la plus complète possible et la plus proche de celle du terrain naturel.

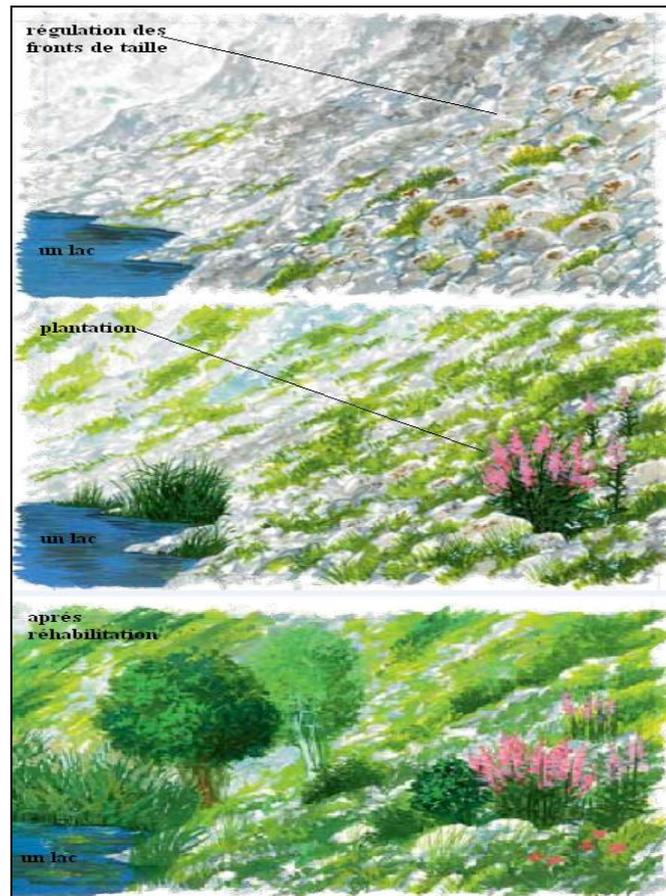


Figure 31: Recouvrement progressif par la végétation après l'exploitation.

3-3. L'apiculture

L'apiculture est une branche de l'agriculture qui consiste à l'élevage d'abeilles à miel pour exploiter les produits de la ruche, principalement du miel. L'apiculteur doit procurer au rucher un abri, des soins, et veiller sur son environnement. Et elle exige la présence des plantes spécifiques.

Les plantes utiles aux abeilles, sont les plantes "Mellifères ".Est dite Mellifère une plante qui sécrète du nectar ou du miellat, substances à partir desquelles l'abeille fait son miel. Si toutes les plantes à fleurs produisent du pollen, toutes ne produisent pas de nectar, tels les roses ou le géranium.

3-4. Collection aquatique

La présence des affleurements d'eau à la surface de la carrière, a permis de penser à créer une collection aquatique permettre de redécouvrir l'eau comme élément remarquable. Cette

pièce d'eau sera une source d'un microclimat adapté pour le développement d'une faune et d'une flore variée.

4. Les plantes et les arbustes adaptés avec ces genres de réhabilitation

→ Pour la plantation du talus permet de stabiliser le sol et fixent les pentes et offrent des boisements et des bosquets d'arbres autour de l'étendu d'eau de l'affleurement. Le choix de ses plantes est vaste : *Agrave americana*, *Agrave angustifolia*, *Aloe vera*, *Yucca aloifolia*, *Aloe arborescens*....

→ Une partie de la carrière (fosse 3) est réservée à une collection aquatique qui offre une ambiance particulière, cette partie contient des diverses catégories des plantes aquatique comme *Nénuphar*, *Jacinthe d'eau*, *Jonc*, *Menthe poivrée*, *Thalia*, *Reine des près*, *Phragmite*....

→ Pour aider les abeilles dans leur collecte, il est essentiel de favoriser la biodiversité en cultivant des espèces mellifères. Il faut qu'on soit attentif à planter des espèces qui fleurissent au fil des saisons, ainsi les abeilles trouveront le couvert tout au long de l'année.

Le choix de ses plantes est vaste : *asters*, *campanules*, *muscaris*, *myosotis*, *arabettes (ou corbeilles d'argent)*, *mélilots blancs*, *hellébore*... et bien sûr *les lavandes et les bruyères*. Côté arbustes, il y a les petits fruits, à l'épinette vinette, au houx commun, Sachez que *le lierre*, *la clématite*, *la glycine*, *le chèvrefeuille et la vigne vierge* aussi sont mellifères.

Aussi, les abeilles se régaleront entre autres des fleurs des arbres fruitiers ainsi que de toutes les aromatiques : *thym*, *romarin*, *menthe*, *sauge*, *verveine*, *bourrache*, *marjolaine*.



Figure 32: Schéma de réhabilitation de l'ensemble de la carrière.

IX. Plan de surveillance et de suivi environnemental

Le programme de surveillance environnementale pour le projet décrit les moyens et les mécanismes mis en place pour s'assurer du respect des exigences légales et environnementales en lien avec le projet. Le programme vise notamment le respect des lois, des règlements et des autres considérations environnementales élaborées dans les plans et devis qui sont nécessaires à l'obtention des autorisations et permis de construction en vertu de l'article 22 de la loi sur la qualité de l'environnement (LQE). Le programme de surveillance environnementale permet de vérifier le bon déroulement des travaux, le fonctionnement des équipements et des installations et de surveiller toute perturbation de l'environnement causée par la réalisation, l'exploitation, la fermeture et le démantèlement du projet. La surveillance environnementale a donc pour but de s'assurer du respect :

- Des mesures d'atténuation ou de compensation proposées dans l'étude d'impact;
- Des conditions fixées dans le décret gouvernemental;
- Des engagements de l'initiateur du projet prévus aux autorisations ministérielles;
- Des exigences relatives aux lois et règlements pertinents.

Tableau 23: Synthèse du plan de surveillance et suivi environnemental.

Composante concerné	Paramètre de surveillance	Lieu d'intervention	Fréquence	Enregistrement des données	Observations
Qualité de l'air	Mesure des aérosols, MPS, PM10, ETM, NOx, SOx, CO2	Au sein et à la périphérie de la carrière	1 x par 6 mois	Journal des dates d'échantillonnage et fiches d'analyses de laboratoire	Insérer dans le rapport annuel
Qualité des eaux	Echantillonnage mensuel du pH, température, CE, nitrates, phosphates, matières en suspension, DBO, DCO, oxygène dissous, huiles et des graisses ainsi que les coliformes et les streptocoques fécaux	Affleurements de la nappe	1 x par 6 mois	Journal des dates d'échantillonnage et réalisation de fiches d'analyses de laboratoire	Insérer dans le rapport annuel
sol	-Paramètres physico-chimiques	Au sein et à la périphérie de la carrière	Semestriel	Journal des dates d'échantillonnage et réalisation de fiches d'analyses de laboratoire	Insérer dans le rapport annuel
Bruit	Caractérisation des niveaux sonores des installations, identification d'éventuelles sources de bruit de plus de 75 dBA	Au sein de la carrière	1 x par 6 mois	Des mesures de correction seront adoptées pour réduire les niveaux sonores des équipements en cas de dépassement	Insérer dans le rapport annuel
Sécurité et hygiène (Pollution accidentelle et déversement de matières dangereuses)	Inspection mensuelle des tanks et des fûts contenant des matières dangereuses	Au sein de la carrière	Mensuelle	En cas de défaillance, on devra décrire le type de matière déversée, les quantités, la cause et la méthode de nettoyage utilisée	Insérer dans le rapport annuel
Biodiversité (faune et flore)	Dresser annuellement un état des lieux relatif au milieu naturel et faire un bilan (évolution) tous les quatre ans	Périphérie de la carrière	annuelle	Faire des recommandations de préservation et d'amélioration	Insérer dans le rapport annuel
Paysage	Aspect visuel de la carrière : forme du relief	A partie de la route d'accès	Permanent	Réalisation des levés topographique	Insérer dans le rapport annuel
Vibration	Vitesses des ondes vibratoires	Aux niveaux des constructions mitoyennes	Mensuelle	tableau de suivi des tirs de mines	Insérer dans le rapport annuel

Conclusion général

Les différents constats formulés suite aux visites de la carrière Gravel dans la commune Sahel Oulad H'Riz, ont permis de mettre en évidence plusieurs anomalies dans l'exploitation de la carrière portant atteinte à l'environnement et ayant des répercussions majeures.

La zone d'étude connaît une exploitation capable de générer plusieurs impacts sur l'environnement. On a constaté, une pollution des eaux souterraines par les déchets solides et liquides, une modification de la composition de l'atmosphère par l'émission des gaz d'échappements et la poussière, des affleurements de la nappe dans certains endroits et une modification du paysage général de la zone d'étude.

Il est clair que l'activité de la carrières participe au développement socio-économique de la zone d'étude par la création des postes d'emploi, les taxes fournies à la commune et à l'agence de bassin hydraulique, et approvisionnement des chantiers publics en matériaux de construction Mais cette activité génère beaucoup de problème qui touchent la population locale de façon directe ou indirecte par la perte des terrains agricoles, la diminution des rendements et de la qualité des produits agricoles, la nuisance sonore qui influence la qualité de vie , le risque d'accident à cause de l'encombrement de la circulation.

la gestion de l'exploitation des carrières nécessite un engagement effectif et réel de l'exploitant en matière de protection de l'environnement et une conscience de l'importance des ressources naturelles dans la continuité de la vie et une conscience de la responsabilité qui doit assumer devant les autorités et la population locale. Ainsi, elle nécessite un courage et une volonté des autorités pour appliquer les lois en vigueur et sanctionner les contrevenants.

Cette étude d'impact sur l'environnement de la carrière Gravel de granulat constitue une description détaillée de l'activité de la carrière et une identification sur le terrain des impacts générés, elle peut former actuellement un outil qui peut servir à la prise de décision et la proposition des plans d'action ou d'intervention par les autorités locales et les établissement de gestion des affaires des carrières afin de rationaliser l'exploitation dans la zone d'étude.

Références bibliographiques

RAPPORTS

ABHBC, (2009), « l'étude de la qualité des ressources en eau dans la province de Settat)

ARCHIMBAUD.al.1982. Les études d'impact de carrières de matériaux alluvionnaires. publication laboratoire centrale des ponts et chaussées.ISBN 2-7208-6590-7.69p.

Boleli E. 1952. Plateau des phosphates "hydrogéologie du Maroc". *Notes et Mémoires du Service. Géologique du Maroc*, 77, pp. 197–204.

Chabli A., Galindo-Zaldivar J., Akil M., Marín-Lechado C., Chalouan A., Ruano P., Bargach K. et Sanz de Galdeano C.: Déformations néotectoniques dans les dépôts plioquaternaires de la région de Casablanca-Mohammedia (Meseta côtière, Maroc). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 18(3-4), 169-178, 2005.

Chlaida M., Farazdek M., Benabid N. et Boutaybi S. (2005) : Contribution à l'étude d'un Diagnostic Environnemental de la région de l'Aéroport Mohammed V (Casablanca, Maroc) ; Gestion des ressources en eau et qualité physico-chimique des eaux usées de la zone Technopôle. Actes du IIème Congrès « Ressources en Eau dans le Bassin Méditerranéen ». Univ. Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalaia, Marrakech – Maroc, 14 – 17 Novembre 2005.

DESTOMBES J. & JEANNETTE A. (1955): Etude pétrographique et sédimentologique de la série acadienne de Casablanca; présence de glissements sous-marins (*slumpings*). *Notes Serv. géol. Maroc*, t. 1,1, n° 123, pp. 75-102.

El Mansouri B. 1993. *Structure et modélisation quantitative de l'aquifère de Berrechid. Validation par l'approche géostatistique.* Doctorat de l'Université en géosciences, option : Hydrogéologie quantitative, Thèse de Doctorat, Université des Sciences et Technologies de Lille, 232p.

Fatima Zahra NEZZAGHI (2010): L'Irrigation et le risque de salinité. Cas des eaux saumâtres de la plaine de Berrechid (Maroc), pp. 47

JEANNETTE A. (1954) : Quelques aspects de l'évolution de la plaine de Berrechid au Quaternaire ancien et moyen, *Notes Serv. géol. Maroc*, t. 9, n° 121, pp. 11-16.

MOULLARD L. & HAZAN R. (t) (1998) : Nappe phréatique de la plaine de Berrechid. *Ass. int. Hydrol. sci.*, Assembl. D'Helsinki, Comm. Eaux souterr., publ. n° 52, pp. ,105-142.

REVUES SCIENTIFIQUES

Direction Provinciale d'Agriculture Settat.

Etude d'impact sur l'environnement du projet de construction de l'autoroute BERRECHID – BENI MELLAL

Guide du minage (Travaux du groupe français de l'énergie explosive : vibrations des tirs)

Monographie de la région Casablanca-Settat

Norme Marocaine 2006 : Qualité des eaux d'alimentation humaine.

Office National de l'Electricité (ONE) Etude d'Impact Environnemental et Social.

Office Nationale Des Aéroports « ONDA » : Rapport de l'Etude d'Impact en Environnement de du projet de la nouvelle STEP, 82 pages, 2007.

Ressources en Eau du Maroc (Tome 2).

WEBOGRAPHIE

http://www.haiticulture.ch/Env_Droit_Introduction.html

<http://www.bestshot.eu/concoye-8665/concasseurs-de-carri%C3%A8re-de-calcaire.html>

<http://www.eaudumaroc.com/2018/03/qualite-de-leau.html>

Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH 2014) : <https://www.hcp.ma/>

Rio de Janeiro, Brésil 3-14 juin 1992, DÉCLARATION DE RIO SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE DÉVELOPPEMENT PRINCIPES DE GESTION DES FORÊTS L'exploitation de carrières de granulats : une évolution constante du droit de l'environnement
<http://www.un.org/french/events/rio92/rio-fp.htm>