

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master II

Domaine : Sciences de la Terre et l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Hydrogéologie

Intitulé du thème :

**AUDIT ENVIRONNEMENTAL SUR LES CARRIERES
DE SIDI ALI BEN YOUB – WILAYA DE SIDI BEL ABBES**

Présenté par : M^{oselle} BENNOUARED HANANE

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Dr MELIANI HABIB. (UDL-SBA)

Examineur : Dr OUHIB RACHID . (UDL-SBA)

Promoteur : Dr MEHTOUGUI Mohamed Samir . (UDL-SBA)

Année universitaire 2019– 2020

Session : «juillet »

Remerciements

Je remercie notre bon dieu tout puissant de m'avoir guidé, aidé et donné la foi et le courage pour accomplir ce travail.

Tout d'abord, je tiens en tout premier lieu à exprimer ma profonde gratitude à mon encadreur Dr. MEHTOUGUI Mohamed Samir pour ses orientations, remarques et corrections qui ont permis l'élaboration de ce travail.

J'adresse, mes sincères remerciements à Dr. MELIANI Habib d'avoir bien voulu présider le jury et également mes remerciements à Dr. OUHIB Rachid pour avoir accepté d'examiner ce travail et qui m'ont fait l'honneur de le juger.

Je remercie Mr. Mourad et tout son personnel de la direction de l'environnement pour m'avoir accueillie et pour leur aide précieuse pendant ce stage.

**Je remercie Mme. BENSALÉM et tout son personnel
de la direction des mines pour m'avoir accueillie et
pour leur aide précieuse.**

**Enfin que tous mes enseignements y trouvent ici
l'expression de mes vifs remerciements.**

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

- A mes chers parents ;

- A Mon très cher frère

- A Ma très chère sœur

- A Mes amis

A tous ceux qui par leur sourire, leur gentillesse et espoir m'ont Encouragés à poursuivre mes études

Hanane

Introduction :	9
Chapitre01 : Audit environnemental	7
1 Quelques notions essentielles :.....	7
1.1 Environnement.....	7
1.2 Impact	7
1.3 Evaluer :.....	9
1.4 Examiner :.....	9
1.5 Audit :.....	10

2	Description de l'environnement :	10
3	Pourquoi des études d'impact, dans quel contexte ?	12
3.1	Historique de l'évaluation des impacts sur l'environnement à l'échelle internationale :	13
3.2	Caractéristique de l'étude d'impact :	16
3.3	Objectifs de l'étude d'impact environnemental :	19
4	processus type :	20
5	Contenu de l'étude d'impact :	24
6	Bureaux d'étude (Rôle des bureaux d'étude) :	27
7	Audit environnemental :	28
7.1	Système de management environnemental :	29
7.2	Certification :	29
7.3	L'Audit de certification et de suivi de l'entreprise :	30
7.3.1	L'Audit de certification	30
7.3.2	L'Audit de suivi	30
7.4	Délimitation par rapport à l'étude d'impact :	30
8	Objectifs de l'audit environnemental :	31
9	Démarche générale d'un audit environnemental :	32
10	Les différents types de l'audit environnemental :	35
	Chapitre 02 : Carrières	36
1	CLARIFICATIONS CONCEPTUELLES :	36
2	Aperçu historique des carrières :	38
3	Le secteur minier en Algérie :	39
3.1	Règlementation algérienne en matière d'exploitation des carrières et préservation de l'environnement :	40
3.2	Quelles étapes à suivre pour l'obtention de l'autorisation d'exploitation :	43
4	Type d'exploitation minière :	44
4.1	Exploitation en carrière :	44
4.2	Exploitation souterraine :	44

5	Carrières :	45
5.1	Définition :	45
5.2	Différents types de carrières :	45
5.2.1	Carrières de matière première industrielle :	45
5.2.2	Carrières de roche ornementale (carrières de pierre de taille) :	46
5.2.3	Carrières du granulat :	46
5.2.4	Carrières de roche massive :	47
6	Méthodes d'exploitation :	47
6.1	Généralité :	47
6.2	Choix de la méthode d'exploitation :	48
6.3	Méthodes d'exploitation à ciel ouvert :	48
6.3.1	Méthode à l'explosif :	48
6.3.2	Méthode de sciage par le câble diamanté :	49
6.3.3	Méthode de ripage :	49
6.4	Exploitation à ciel ouvert :	49
7	Schéma général du processus de fabrication dans une carrière :	54
7.1	Différentes phases d'exploitation à ciel ouvert :	54
8	Carrière et environnement :	59
Chapitre 03 : Présentation de la zone d'étude		61
1	Situation géographique :	61
2	Géologie régionale :	62
2.1	Cadre géologique régionale :	62
2.2	Stratigraphie :	64
2.3	Litho stratigraphie :	65
2.4	Cadre structural :	66
2.5	Tectonique :	67
2.6	Géomorphologie :	67
3	DESCRIPTION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT, GEOMORPHOLOGIE :	67

3.1	Données climatiques :	67
3.1.1	Températures et la précipitation :	68
3.1.2	Vents :	69
3.1.3	Humidité :	69
3.2	Réseau hydrographique :	69
3.3	Hydrogéologie :	70
3.4	Les Propriétés structurels de massif rocheux :	Erreur ! Signet non défini.
4	zone peuple et environnante :(Lakehal, 2019) :	70
Chapitre 04 : Diagnostics des installations de l'établissement :		76
1	Description de processus de fabrication dans les carrières de Sidi Ali Benyoub :	77
1.1	Présentation de l'exploitation :	77
1.2	Phase d'exploitation des carrières :	79
1.2.1	Matériaux extraits :	79
1.2.2	Système d'exploitation des carrières :	80
2	Planning et ordre d'exploitation des carrières :	82
3	Identification des différentes sources de pollution :	82
4	Impact de l'exploitation à ciel ouvert sur l'environnement :	82
4.1	Principaux impacts d'exploitation des carrières sur l'environnement :	82
4.1.1	Impact socio-économique :	83
4.1.2	Impact hydrogéologique :	83
4.1.3	Impact hydrologique :	83
4.1.4	Impact biologique :	84
4.1.5	Impact sur l'atmosphère :	84
4.1.6	Impact sur le paysage :	84
4.1.7	Impact sur les infrastructures :	84
4.2	Nuisances dues à l'exploitation des carrières :	85
4.2.1	Polluants atmosphériques :	85
4.2.2	Matériaux divers :	85

4.2.3	Nuisances sonores et les vibrations :	85
Chapitre 05 : Emissions et nuisances générées par l'exploitation		86
1	Différentes sources d'émission :	86
1.1	Emission de poussières liées à l'exploitation :	87
1.1.1	Sources principales de poussières :	87
1.1.2	Potentiels dangereux des poussières :	87
1.2	Emission de bruit :	88
1.2.1	Définition :	88
1.2.2	Sources principales du bruit :	89
1.2.3	Potentiel dangereux du bruit :	90
1.3	Emission de la vibration :	90
1.4	Stabilité des fronts de taille :	91
1.5	Déchets solide :	91
1.6	Sites contaminés :	91
2	Pollution actuelle :	92
2.1	Pollution d'origine urbaine :	92
2.2	Pollution d'origine agricole :	92
2.3	Pollution d'origine industrielle :	93
3	Conclusion de l'analyse de l'état du site et de la zone environnante :	93
3.1	Causés par les zones urbanisées et les activités agricoles :	93
3.2	Causées par les zones d'extraction d'agrégats :	93
4	Matrice synthèse des impacts de l'exploitation des carrières :	94
5	Matrice d'identification des impacts :	94
6	Mesure d'atténuation des altérations de l'environnement :	96
6.1	Maîtrise des nuisances et pollutions :	98
6.1.1	Maîtrise des produits et procédés susceptibles de polluer l'eau du site :	98
6.1.2	Maîtrise de produits et procédés susceptibles de provoquer des rejets atmosphériques :	99

6.1.3	Maîtrise du bruit :	99
6.1.4	Maîtrise des impacts sur le sol et le sous-sol :	99
6.1.5	Limitation des nuisances sur l'écosystème (faune et flore) et sur le paysage :	100
6.2	Gestion des déchets :	100
Conclusion :		101



Liste des tableaux

Tableau 1: processus type des études d'impact sur l'environnement(André et al., 2003).....	20
Tableau 2: principaux types d'audit environnemental(Boudeville and Jolia-Ferrier, 1999)	35
Tableau 3: différentes catégorie de concassage.....	57

Tableau 4: évolution des températures et des précipitation mensuelle pendant l'année 2001 Station Météorologique de Sidi Bel Abbès).	69
Tableau 5: évolution des vents mensuels pendant l'année 2000(Station Météorologique de Sidi Bel Abbès).	69
Tableau 6: résumé l'ensemble de la flore et de la faune caractérisant cette zone d'étude	74
Tableau 7: les carrières et la surface	77
Tableau 8: matrice synthèse des impacts de l'exploitation des carrières.....	94
Tableau 9: matrice d'identification des impacts.....	95
Tableau 10: matrice des mesures proposées pour la réduction des effets négatifs.....	96

Liste des figures

Figure 1: impact sur l'environnement (André et al., 2003).....	8
Figure 2: typologie « activités-effets-impact » et multiple d'interactions (Leduc and Raymond, 2000).....	13
Figure 3: trois niveaux d'examen d'EIE (Leduc and Raymond, 2000).....	20
Figure 4: processus type d'EIE (anonyme)	22
Figure 5: schéma simplifié du processus d'ensemble de l'EIE (Leduc and Raymond, 2000).....	24
Figure 6: démarche de l'audit d'environnement (Boudeville and Jolia-Ferrier, 1999)	34
Figure 7: unité mobile de fabrication d'explosif (Poulard et al., 2017).....	51
Figure 8: schéma d'une exploitation à ciel ouvert en découverte (Poulard et al., 2017).....	52
Figure 9: schéma d'exploitation à ciel ouvert en fosse (Poulard et al., 2017).....	53
Figure 10: situation géographique de la région.....	62
Figure 11: carte géologique de Sidi Ali Benyoub	64
Figure 12: colonne litho-stratigraphique du membre B, djebel El kraloua (d'après le sondage mécanique)	66
Figure 13: carte végétale de la région d'étude	75
Figure 14: infrastructures routières et ferroviaires de Sidi Ali Benyoub la wilaya de sidi bel Abbes (Rezoug, 2017).....	76
Figure 15: schéma générale de processus de fabrication dans les carrières	78
Figure 16: potentiels dangereux des poussières	88

Liste des abréviations

EIE : étude d'impact environnemental

SME : Système de management environnemental

AE : audit environnemental

EI : étude d'impact

MCO : mine à ciel ouvert

Résumé

Tout aménagement public ou privé qui, par ses dimensions ou ses effets, peut porter atteinte au milieu naturel est soumis à une « étude d'impacts ».

Une étude d'impact est une analyse scientifique et technique qui permet d'envisager globalement les conséquences (positives et négatives) que pourrait avoir un aménagement ou d'une installation sur l'environnement, le cadre de vie et la santé publique.

Le présent audit environnemental sur les carrières de Sidi Ali Ben youb, wilaya de Sidi Bel Abbas est effectué à titre de projet de régularisation d'une exploitation déjà opérationnelle pour sa mise en conformité avec les lois et règlements en vigueur relatifs à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

L'audit environnemental a pour objectif de répertorier les impacts potentiels d'une telle exploitation et d'en évaluer les répercussions éventuelles sur les riverains.

Mots clé : étude d'impact ; carrière ; Sidi Ali Benyoub.

نبذة مختصرة

يخضع أي تطور عام أو خاص قد يضر بالبيئة الطبيعية، بحجمه أو آثاره، إلى "دراسة تأثير دراسة الأثر هي تحليل علمي وتقني يجعل من الممكن النظر في العواقب (الإيجابية والسلبية) التي يمكن أن تحدثها التنمية أو المرفق على البيئة والبيئة المعيشية والصحة العامة يتم إجراء التدقيق البيئي الحالي على محاجر سيدي علي بن يوب بولاية سيدي بلعباس كمشروع لتنظيم استغلال عملي بالفعل لامتناله للقوانين واللوائح السارية فيما يتعلق بحماية البيئة داخل إطار التنمية المستدامة إن الهدف من المراجعة البيئية هو سرد الآثار المحتملة لهذه العملية وتقييم تداعياتها المحتملة على السكان المحليين.

الكلمات الرئيسية: دراسة التأثير؛ محاجر؛ سيدي علي بن يوب

Abstract :

Any public or private development that, by its size or effects, may harm the natural environment is subject to an "impact study".

An impact study is a scientific and technical analysis that makes it possible to globally consider the consequences (positive and negative) that a development or facility could have on the environment, the living environment and public health.

The present environmental audit on the quarries of Sidi Ali Ben youb, wilaya of Sidi Bel Abbas is carried out as a project of regularization of an already operational exploitation for its compliance with the laws and regulations in force relating to the protection of the environment within the framework of sustainable development.

The objective of the environmental audit is to list the potential impacts of such an operation and to assess its possible repercussions on local residents.

Key words: impact study; quarry; Sidi Ali Ben youb.

Introduction :

La mondialisation progressive de la société industrielle a eu d'énormes effets sur la population et sur l'environnement. La dégradation de l'environnement est maintenant généralisée et ne cesse pour autant de s'intensifier.

L'exploitation minière est devenue de nos jours l'une des principales industries qui règnent dans le monde entier. Suite à la demande excessive des substances minérales sur le marché, Le secteur minier s'est intégré directement dans l'économie des pays et a pris une place importante vis-à-vis la perspective du développement durable.

L'activité minière cause parfois des problèmes d'ordre environnemental aux populations et influe également sur leurs comportements vis-à-vis de l'acceptabilité de l'activité, Les carrières contemporaines sont la liaison qui relie l'usine au chantier, les carrières exploitent la masse rocheuse pour produire des agrégats de classe granulométrique demandée, l'exploitation passe par un abattage puis par des opérations de concassage et criblage, le matériel abattu subit alors une série de réductions et de classifications granulométriques.

Les études d'impact sur l'environnement constituent non seulement un outil pour la quête du développement durable mais désormais une obligation pour toute demande d'autorisation de réalisation d'un projet susceptible de porter atteinte directement ou indirectement à l'environnement. Quel est l'apport de l'étude d'impact sur l'environnement dans la réalisation des projets de développement en Algérie ? .D'une manière générale, la prise en compte de l'étude d'impact sur l'environnement peut-elle favoriser un développement durable dans le monde ?

Le but de ce type d'étude est de fournir aux décideurs représentant l'Etat les éléments les plus complets possibles pour délivrer ou non leur autorisation. Il a fallu attendre des années plus tard, après la réalisation des projets qui avaient dégradés de façon irréversible l'environnement, pour voir enfin intégrer la notion d'étude d'impact sur l'environnement dans les gros projets de développement. Depuis lors il est apparu que

l'approche des dossiers de demande élaborés par les promoteurs se focalisait essentiellement sur les problèmes environnementaux. Aujourd'hui, on a compris que cette négligence devait être réparée car l'être humain reste tout de même le maillon le plus élevé de la planète. La plupart des ICPE industrielles sont contrôlées par DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement) et, compte tenu de leur nombre, de leur relative homogénéité ainsi que de leur apparues simplicité en terme de nuisances ; les carrières d'extraction sont apparues comme un bon exemple à étudier car elles constituent la grosse part des installations classées et leurs nuisances restent assez succinctes par rapport à d'autres installations existantes.

Les projets concernés par l'audit environnemental sont les carrières de Djebal Kraoula dans la commune de Sidi Ali Ben youb wilaya de SIDI BEL ABBES.

L'objectif poursuivi par le présent audit environnemental est l'évaluation de la performance environnementale et sociale de l'existence de la carrière d'agrégats, afin de proposer des mesures appropriées destinés, soit à atténuer les impacts négatives, soit à optimiser les impacts positifs.

Dans le chapitre I : on a pris quelques généralités sur l'audit environnemental.

Dans le chapitre II : on a pris quelques généralités sur les carrières d'exploitation d'agrégats.

Dans le chapitre III : on a présenté notre zone d'étude.

Le chapitre IV : Montre les diagnostics des installations de l'établissement.

Le chapitre V : En terminant par une synthèse de différentes propositions de mesures visant la réduction des nuisances.

Section1 :

1 Quelques notions essentielles :

1.1 Environnement

Environnement tire son origine du mot environner (c.1300) utilisé dans le sens de circuit, de contour¹⁰. Il a trois définitions principales :

1. Ce qui entoure, qui constitue le voisinage ;
2. L'entourage habituel d'une personne, milieu dans lequel elle vit ;
3. L'ensemble des éléments naturels et artificiels qui conditionnent la vie humaine.(André et al., 2003)

L'environnement est souvent perçu en EIE comme représentant un concept général englobant l'ensemble des composantes biophysiques et socioculturelles du milieu, en interaction avec un organisme ou un ensemble d'organismes vivants. (Leduc and Raymond, 2000)

1.2 Impact

Le terme impact est apparu vers 1824 ; du latin impactus, participe passé de impigie, il signifie heurté¹³. Ce c'est que vers le milieu des années 1960 qu'il prend le sens figuré d'effet d'une action forte et brutale. L'utilisation de ce terme dans le sens d'effet ou d'influence demeure critiquée mais, bien qu'il s'agisse d'un emprunt à l'anglais, son emploi est généralisé au sein de la francophonie.

Un **impact sur l'environnement** peut se définir comme l'effet, pendant un temps donné et sur un espace défini, d'une activité humaine sur une composante de l'environnement pris dans son sens large (c'est -à- dire englobant les aspects biophysiques et humains),

en comparaison de la situation probable advenant la non-réalisation du projet (Wathern 1988 :7). On peut observer cet effet à la (figure 1).(André et al., 2003)

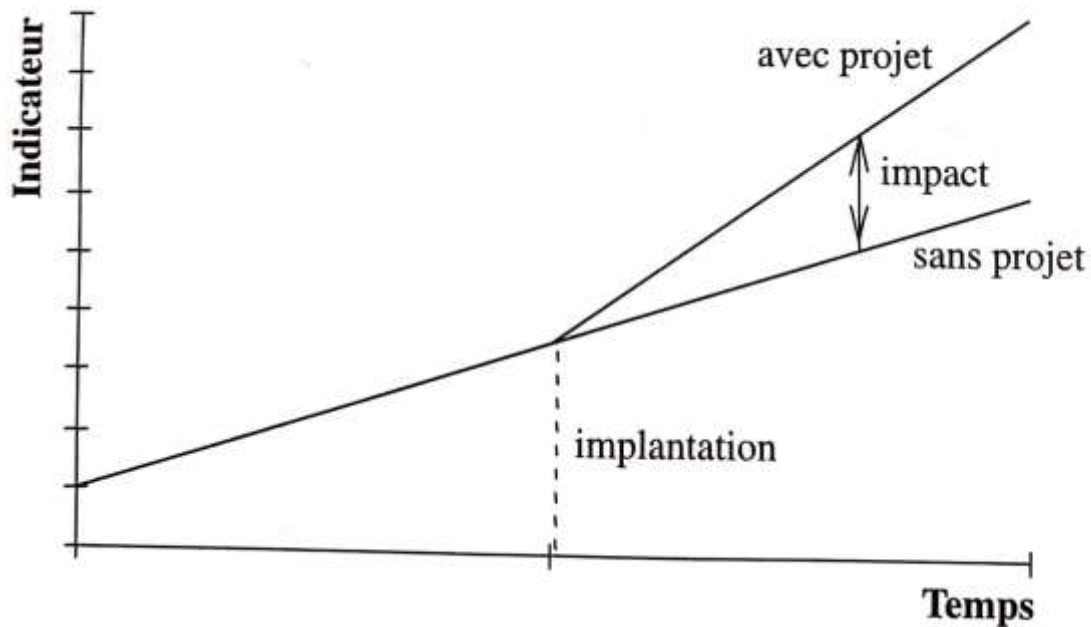


Figure 1: impact sur l'environnement (André et al., 2003)

«Par impact sur l'environnement, on entend les aspects suivants :

- «les effets sur la santé et le bien-être des populations, les milieux de l'environnement, les écosystèmes (flore et faune incluses), l'agriculture et les bâtiments (considérés comme des éléments à protéger) ;
- «les effets sur le climat et l'atmosphère ;
- «l'utilisation des ressources naturelles (régénératrices et minérales) ;
- «le recyclage et l'élimination des résidus et des déchets ;

-«les aspects connexes tels que la réinstallation des populations, les sites archéologiques, le paysage, les monuments, ainsi que les incidences sociales et les effets en amont, en aval et transfrontières.» (OCDE 1992a)(André et al., 2003)

1.3 Evaluer :

Evaluer vient essentiellement du vieux français value qui veut dire valeur, prix (vers 1180)¹⁵.

Les quatre définitions suivantes en illustrent l'essentiel :

1. Déterminer la valeur, le prix d'un être, d'une chose ou d'un service qui peut être monnayé ;
2. Déterminer approximativement une quantité ;
3. En fixer approximativement le prix, le temps, le nombre ;
4. Au sens figuré, apprécier (évaluer le risque, l'importance d'un événement).

Evaluer les impacts apparait donc comme un acte essentiellement subjectif qui consiste à porter un jugement de valeur sur le degré d'influence qu'aura une activité sur une composante de l'environnement et sur l'importance des conséquences de l'ensemble du projet sur l'environnement. Ce jugement en EIE doit cependant s'appuyer sur une connaissance du milieu (mesures, observations...), des connaissances scientifiques et du savoir traditionnel.(André et al., 2003)

1.4 Examiner :

Examiner vient du latin examinare qui signifie peser, mettre en équilibre. Selon le Grand Larousse, il s'agit d'«observer, étudier sous tous les aspects en portant attention à chaque détail».

L'examen des impacts consiste donc en l'observation minutieuse et attentive de l'évaluation afin de déterminer la valeur de l'exercice effectué.(André et al., 2003)

1.5 Audit :

En général, l'audit est défini comme un processus systématique consistant à obtenir et à évaluer objectivement des éléments probants concernant l'état actuel d'une entité, d'un domaine, d'un processus, d'un compte financier ou d'un contrôle et à les comparer à des critères prédéterminés et acceptés et à communiquer les résultats aux utilisateurs prévus. Les critères auxquels l'état actuel est comparé peuvent être une norme légale ou réglementaire, ou des politiques et procédures générées en interne. (Kagermann et al., 2007)

On distingue deux types d'audit selon qu'ils soient réalisés par l'organisme lui-même ou par des parties externes à l'entreprise :

L'audit interne : appelé parfois « audit de première partie » est réalisé par, ou au nom de l'organisme lui-même pour des raisons internes et peut constituer la base d'une auto-déclaration de conformité. La portée, l'organisme et la réalisation répondent à des critères propres à l'entreprise.

L'audit externe : comprend ce que l'on appelle généralement les « audit de seconde ou de tierce partie ». Il est réalisé par des parties telles que des clients, ayant un intérêt dans l'organisme, ou par d'autres personnes en leur nom (Ferhat and Khenane, 2016)

2 Description de l'environnement :

On a pu constater précédemment que l'environnement consiste en un ensemble de composantes ; toutefois, il n'est pas utile de les décrire toutes. Le **choix des critères environnementaux** à retenir est à la base de toute prise de décision. Quels critères seront utiles au décideur ? Lesquels seront les plus pertinents à son évaluation parmi tous les critères de décision qui comprennent les critères environnementaux ¹⁶ et des critères d'autres ordres ? Ce choix ne doit pas se faire qu'au moment de prendre la décision finale mais il doit faire partie intégrante du processus d'EIE depuis le tout début. Nous présenterons deux façons d'établir les critères : d'abord à partir des éléments valorisés de l'environnement et ensuite en fonction des enjeux.

Une des façons de choisir les critères consiste à examiner les **éléments valorisés de l'environnement** (EVE). On détermine ces éléments par une analyse de la signification des composantes de l'environnement d'un point de vue politique, légal, public ou professionnel. Une fois les éléments potentiels définis, on établit une échelle de valeurs d'après les réponses aux questions suivantes :

- La composante de l'environnement a-t-elle une importance reconnue légalement ? On entend ici toute reconnaissance dans des lois, règlements, politiques, plans, directives. Il peut aussi s'agir d'un élément inclus dans une unité spatiale légalement protégée, une réserve écologique, par exemple, il faut envisager la composante dans une perspective temporelle ; si elle ne bénéficie pas d'une protection à l'heure actuelle, elle pourrait obtenir une reconnaissance légale dans l'avenir.
- La composante de l'environnement a-t-elle une reconnaissance politique ou publique qui lui confère de l'importance ? Cette reconnaissance peut avoir un lien avec les conflits d'usage actuels ou potentiels et avec la dynamique des ressources naturelles (disponibilité, approvisionnement, demande...). Il ne s'agit pas ici d'une reconnaissance par tous les segments du public. Par ailleurs, la reconnaissance de l'importance varie dans le temps et dans l'espace, et elle va forcément de pair avec son historique, ainsi qu'avec les perceptions et les attentes des individus et des groupes.
- La composante de l'environnement jouit-elle d'une reconnaissance professionnelle ? On trouvera le jugement professionnel d'un élément valorisé dans la littérature scientifique (article, rapports divers...).

Les éléments retenus après toutes ces questions pourront constituer des EVE. Chacun fera l'objet de l'évaluation de l'impact du projet, c'est-à-dire la description des trois dimensions essentielles de l'impact, à savoir la grandeur, l'importance et la signification.(André et al., 2003)

3 Pourquoi des études d'impact, dans quel contexte ? :

La protection de la nature et la prise en compte des problèmes environnementaux dans l'aménagement du territoire deviennent une nécessité pour les pays qui développent une forte anthropisation de leur territoire.

L'étude d'impact est un outil pour répondre à cet objectif lors de l'aménagement d'un espace rural, périurbain, voire urbain. C'est une étude scientifique et technique qui doit permettre d'estimer les conséquences probables des modifications apportées aux milieux physique et humain lors de la réalisation d'un ouvrage, d'aménagements, de travaux importants.

Elle aide à mettre en évidence la gravité des risques encourus par l'air, l'eau, le sol, la flore, la faune ainsi que le paysage.

Elle doit envisager et/ou proposer des solutions pour minimiser certains effets prévisibles. C'est un outil de prévention qui doit empêcher la survenance d'atteintes à préventives, avant la réalisation d'un projet.

L'étude d'impact dresse un état initial de l'espace à aménager, *puis analyse les risques par rapport à l'aménagement ou l'usage prévu*. Elle propose aux aménageurs et aux utilisateurs des conseils, et des mesures de conservation ou de compensation. (Walter et al., 2004)

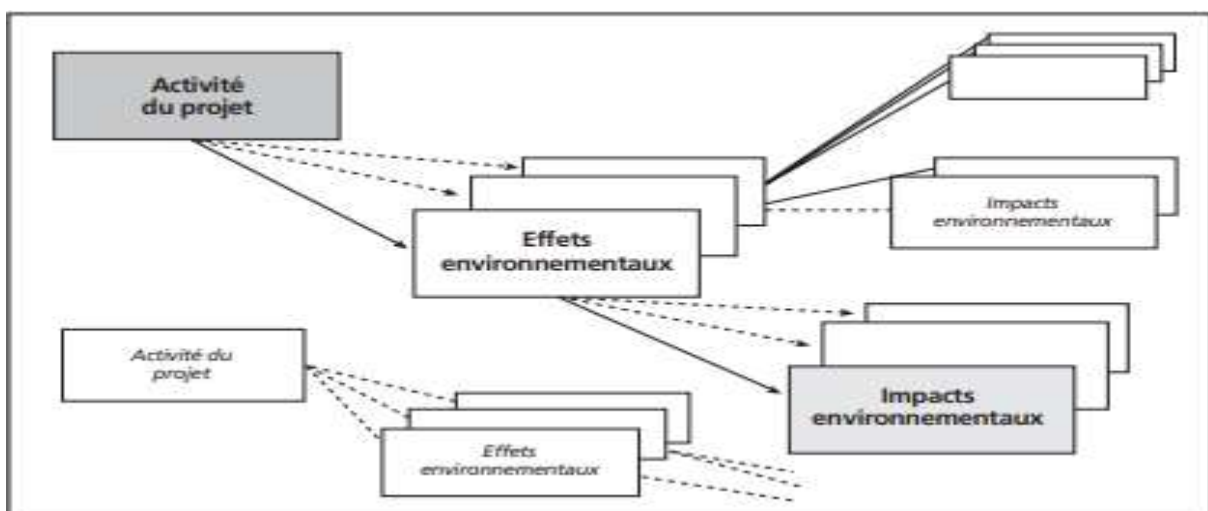


Figure 2: typologie « activités-effets-impact » et multiple d'interactions (Leduc and Raymond, 2000)

3.1 Historique de l'évaluation des impacts sur l'environnement à l'échelle internationale :

C'est à partir de 1972 qu'on assiste à la mise en place des dispositions juridiques internationales de protection de l'environnement, de façon générale, et des études d'impact sur l'environnement, de façon plus particulière.

Le point de départ de l'action environnementale à l'échelle mondiale est sans aucun doute la **conférence des nations unies sur l'environnement humain de Stockholm**, tenue en 1972 avec la participation de 113pays. Cette première réunion mondiale sur l'homme et son milieu a atteint l'objectif d'inscrire l'environnement à l'ordre du jour international. La conférence propose un plan de lutte aux pollutions et préconise une protection vigilante des ressources naturelles ; elle propose également un plan d'action contre le sous-développement. La déclaration qui en est issue insiste sur l'importance de prendre en compte les questions environnementales dans la planification et d'œuvrer de façon à protéger et à améliorer la qualité de l'environnement. Il s'agit d'une nouvelle stratégie fondée sur l'utilisation judicieuse des ressources humaines et naturelles à l'échelle locale et régionale, stratégie qui donnera naissance au concept d'écodéveloppement, défini comme «des styles de développement écologiquement convenables» (Sachs et Clark 1981 :34).

L'assemblée générale des nations unies adopta par résolution (Résolution 37/7 du 28 octobre 1982) la **charte mondiale de la nature**. Le principe11 de cette charte stipule que «les activités pouvant avoir un impact sur la nature seront contrôlées et les meilleures techniques disponibles, susceptibles de diminuer l'importance des risques ou d'autres effets nuisibles sur la nature, seront employées, en particulier :

(A) les activités qui risquent de causer des dommages irréversibles à la nature seront évitées ; (b) les activités comportant un degré élevé de risques pour la nature seront précédées d'un examen approfondi ;

(C) les activités pouvant perturber la nature seront précédées d'une évaluation de leurs conséquences et des études concernant l'impact sur la nature des projets de développement seront menées suffisamment à l'avance ; au cas où elles seraient entreprises, elles devront être planifiées et exécutées de façon à réduire au minimum les effets nuisibles qui pourraient en résulter».

L'échec relatif de la conférence de Nairobi de 1982 et les pressions des pays du sud amenèrent les Nations Unies à créer, par la Résolution 38/161 de 1983, la **commission mondiale sur l'environnement et le développement**. Cette commission itinérante, présidée par M^{me} Gro Harlem Brundtland, alors chef du parti travailliste norvégien, visita au cours de son mandat, soit entre 1983 et 1987, huit pays où elle a tenu des séances de délibérations, des visites des lieux ou des séances publiques (CMED 1988 :428). Le mandat de la commission était de proposer en termes clairs des stratégies en vue d'apporter une solution durable quant à la façon de satisfaire le besoin et les aspirations de l'humanité actuelle sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Le rapport, publié en 1987 (CMED 1988), définit les problèmes environnementaux les plus importants qui menacent et entravent le développement de nombreux pays du sud ; il souligne la nécessité de réduire la consommation des ressources, surtout énergétique, dans les pays industrialisés. Il réaffirme l'importance de la prise en compte des impacts environnementaux afin de prévenir la survenance de catastrophes humaines ou naturelles. La commission préconise l'adoption immédiate de mesures politiques décisives pour gérer les ressources de manière à assurer un progrès durable et à garantir la survie de l'humanité. C'est en ce sens qu'elle définit le concept de développement durable, qui est l'origine du concept d'écodéveloppement, comme «un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la possibilité pour les générations à venir de satisfaire les leurs» (CMED 1988 : 10). Ce concept, qui exclut les positions radicales tant écologistes qu'économistes, a été acclamé mondialement ; il propose en fait un compromis acceptable pour tous, bien que sa mise en application

s'avère extrêmement difficile et requière des changements radicaux de mentalité. Il fait de la protection de l'environnement une priorité internationale qui met en jeu une vaste redistribution des ressources financières, scientifiques et techniques à l'échelle planétaire. Dès lors, il importe de mettre en œuvre un certain nombre d'impératifs stratégiques visant un développement durable.

Dans le but de concrétiser les engagements internationaux envers le développement durable, on a tenu à Rio, en 1992, le **Sommet de la terre**. Son objectif principal était de placer l'environnement au cœur du processus de décision. C'est à cette occasion qu'on a élevé l'EIE au rang d'instrument national, comme en témoigne le principe 17 de la Déclaration de Rio : «une étude d'impact, 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 de la décision d'une autorité nationale compétente.»

Depuis la conférence de Rio²¹, certains accords et conventions sont venus enrichir les dispositions juridiques internationales en matière d'EIE. L'article 14.1 de la **convention sur la diversité biologique** de 1992, en vigueur depuis 1993, stipule que «chaque partie contractante, dans la mesure du possible et, selon ce qu'il conviendra, (a) adopte les procédures permettant d'exiger l'évaluation des impacts sur l'environnement des projets qu'elle a proposés et qui sont susceptibles de nuire sensiblement à la diversité biologique, en vue d'éviter et de réduire au minimum de tels effets, et s'il y a lieu, permet au public de participer à ces procédures ; (b) prend les dispositions voulues pour qu'il soit dûment tenu compte des effets sur l'environnement de ses programmes et politiques susceptibles de nuire sensiblement à la diversité biologique». Par ailleurs, l'article 37 (2^e alinéa) de la **convention de LOME IV** ACP-CEE, suivant, l'accord révisé du 4 novembre 1995 à Maurice, énonce que : «pour les projets d'envergure et ceux présentant un risque important pour l'environnement, il est fait recours, le cas échéant, aux études d'impact environnemental.»

L'étude internationale sur l'efficacité de l'évaluation environnementale (ACEE 1996 : 25) a dressé un bilan de l'évolution de l'évaluation environnementale à travers le monde depuis le NEPA. Aujourd'hui, plus de 100 pays ont mis en place un système

d'évaluation environnementale. A l'échelle internationale, les banques de développement et les agences d'aide bilatérale ont adopté des procédures d'EIE qu'elles appliquent dans les pays emprunteurs ou dans les pays hôtes des projets. De plus, dans plusieurs pays, des Etats ou provinces ont adopté leur propre législation environnementale.(André et al., 2003)

3.2 Caractéristique de l'étude d'impact :

Cadre réglementaire international :

Le cadre réglementaire est essentiel pour les études d'impact. En effet, sans ce cadre réglementaire, elles ne seraient pas réalisées car elles constituent un cout supplémentaire.

Les études d'impact sont obligatoires en France, depuis le 1^{er} janvier 1978. C'est aux États-Unis que la procédure d'étude d'impact a pris naissance dans la loi sur l'environnement de 1970 (Prieur, 2000). La communauté européenne, quant à elle, s'est largement inspirée de la réglementation française sur les études d'impact pour la rédaction de la directive communautaire n° 85.337 du 27 juin 1985, modifiée par la directive n° 97-11 du 3 mars 1997, concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement.

La loi 76-629 du 10 juillet 1976, relative à la protection de la nature, énonce l'obligation de prendre en compte l'environnement à l'occasion de toute action ou décision publique ou privé risquant d'avoir un impact sur l'environnement, c'est-à-dire les opérations d'aménagement au sens large, l'article 2 de cette loi institue les études d'impact. Le décret 77-1141 du 12 octobre 1977 rend applicable la procédure d'étude d'impact à compter du 1^{er} janvier 1978.

L'étude d'impact est donc la règle et sa dispense, l'exception. Le champ d'application est a priori illimité. Le décret du 12 octobre 1977, modifié par celui du 25 février 1993, dresse, dans son annexe, une liste des ouvrages qui ne sont pas soumis à la procédure d'étude d'impact (travaux d'entretien ou grosses réparation, certains aménagements, ouvrages ou travaux,...).

D'une manière générale, une étude d'impact est obligatoire pour tous les projets d'ouvrages ou d'aménagements dont le cout est supérieur à 1,84 million d'euros (somme incluant le cout d'acquisition du terrain).

Cependant, le décret donne également une liste de certains aménagements, ouvrages ou travaux qui doivent faire l'objet d'une étude d'impact, quel que soit le cout du projet, c'est le cas notamment des opérations de remembrement rural et des **installations classées soumises à autorisation**.

Les installations classées désignent les établissements abritant des activités industrielles, commerciales, artisanales ou agricoles dont le fonctionnement occasionne des nuisances pour l'environnement (pollution de l'atmosphère, bruit), ou des dangers pour la sécurité, la santé et la salubrité publiques. La législation prévoit un régime de déclaration et un régime d'autorisation, en fonction de la gravité des inconvénients ou des dangers que vont susciter les activités de ces installations. Les **installations classées soumises à déclaration** nécessitent simplement un dossier à remettre à la préfecture qui délivre en retour un récépissé de déclaration. En revanche pour les installations soumises à autorisation, une étude d'impact est obligatoire selon la loi du 10 juillet 1976, mais le cadre général de l'étude d'impact est fixé par le décret 77-1133 du 21 septembre 1977 (modifié par le décret du 9 juin 1994 et par le décret 2000-258 du 20 mars 2000) portant application de la loi 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux **installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)**. Le décret du 20 mars 2000 prévoit que toute personne qui se propose de mettre en service une installation classée peut demander au préfet de préciser les informations à fournir dans l'étude d'impact.

Depuis 1976, la législation des études d'impact a été renforcée par de nouvelles lois. Les trois principales concernent l'eau, les paysages et l'air.

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 et les décrets 93-742 et 93-743 du 29 mars 1993, pris pour l'application de l'article 10 de cette loi, fixent des règles relatives aux procédures d'autorisation et de déclaration et à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration.

La loi n° 93-24 du 8 janvier 1993 sur la protection et la mise en valeur des paysages, accorde une place plus importante au paysage en rendant obligatoire leur prise en compte dans l'aménagement.

L'article 19 de la loi 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air, complète l'article 2 de la loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature, en exigeant à compter du 1^{er} août 1997 que l'étude d'impact aborde les effets du projet sur la santé. Désormais, la protection de l'environnement inclut la protection de la santé (Prieur, 2000 ; Romi, 2001).(Walter et al., 2004)

Cadre réglementaire national :

La loi n° 83.03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement contient un titre 5 (article 130 à 133) consacré aux études d'impact. Elle a été complétée par le décret 90-78 du février 1990 relatif aux études d'impact sur l'environnement. Sont soumis à étude d'impact les travaux et les projets d'aménagement qui par leur dimension ou leurs incidences sur le milieu naturel peuvent porter atteinte à celui-ci. Une liste limitative négative indique les ouvrages dispensés d'étude d'impact. Le but de l'étude d'impact est de faire connaître et d'évaluer les incidences directes et indirectes des projets sur l'équilibre écologique et sur le cadre et la qualité de la vie des populations. L'étude d'impact doit être rendue publique dans certaines conditions et le ministre de l'environnement peut se saisir ou être saisi pour avis de toute étude d'impact. L'Agence nationale pour la protection de l'environnement créée par le décret n° 83457 du 23 juillet 1983 peut, en vertu de l'article 4, réaliser des études d'impact à la demande ou être saisie pour avis de projets d'étude par le ministère de l'environnement. Le public peut faire des commentaires à l'occasion d'une enquête publique ou directement auprès de la direction de l'environnement.

La loi de 1983 prévoit de lourdes sanctions pénales (amende et prison) en cas de non-respect de la procédure d'étude d'impact, le juge pouvant ordonner l'arrêt des travaux et la remise en état des lieux en cas d'atteinte grave à l'environnement. Deux types de sanctions sont prévus : une suspension de l'exécution des travaux par le ministre de l'environnement après consultation, si nécessaire, du conseil national de

l'environnement, une amende pénale ou une peine de prison de trois mois à un an en cas de non-respect de la procédure des études d'impact.(Prieur, 1994)

3.3 Objectifs de l'étude d'impact environnemental :

D'une manière plus systématique les trois objectifs d'étude d'impact sont :

- Connaître les conséquences environnementales du projet à l'étude ;
- Réduire les séquelles négative sur l'environnement et optimiser les impacts positifs ;
- Permettre l'approbation du projet par les acteurs impliqués.

Chacun des projets de l'EIE peut être rattaché à un niveau particulier d'examen. Ainsi, le premier objectif, la connaissance, se rattache avant tout au niveau scientifique d'examen. Ce niveau d'examen repose sur l'apport des sciences biophysiques tout autant que des sciences sociales et de gestion. Le deuxième objectif, celui de réduire (minimiser) l'impact, est plus près du niveau technique d'examen, l'application des sciences et des techniques en est l'élément moteur. Finalement, l'objectif d'approbation fait référence au niveau politique, c'est -à- dire aux multiples préoccupations sociales, économiques, culturelles et plus proprement politiques. Ces trois niveaux distincts d'examen sont illustrés à la (figure2). Comme l'illustre la figure, chacun des niveaux est en partie imbriqué dans les deux autres, certains aspects de l'EIE faisant donc partie de plus d'un niveau d'examen.(Leduc and Raymond, 2000)

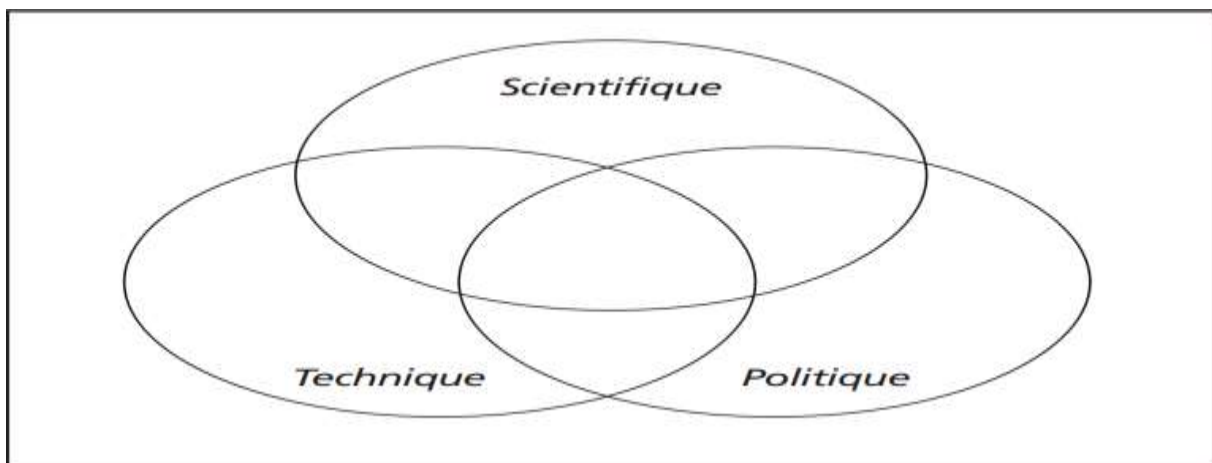


Figure 3: trois niveaux d'examen d'EIE (Leduc and Raymond, 2000)

4 processus type :

Le processus type d'EIE s'enclenche au moment où un maître d'ouvrage décide de réaliser un projet et, dans certains contextes, où il en avise l'organisation responsable des EIE. Cet **avis de projet** comporte généralement une description du projet et de sa localisation, ainsi qu'une évaluation, ou notice, préalable des impacts sur l'environnement. On peut faire une évaluation initiale de l'environnement avant même d'entreprendre le processus formel de l'EIE. (André et al., 2003)

Tableau 1: processus type des études d'impact sur l'environnement (André et al., 2003)

Intrants	Phases	Produits
Avis ou description de projets ; parfois une évaluation préalable	Tri préliminaire	Décision sur la nécessité d'une EIE et sur le degré d'approfondissement
Avis ou description de projet et évaluation préalable	Cadrage	Directives
Directive	Réalisation de l'étude	Rapport d'étude d'impact
Rapport d'étude d'impact	Examen interne	Rapport d'analyse technique
Rapport d'étude d'impact	Examen externe	Rapport d'examen externe
Réunion des trois rapports	Décision	Avis d'autorisation
Avis d'autorisation	Surveillance et suivi des effets	Rapports de surveillance et de suivi

Le **tri préliminaire** (tamisage) est une phase d'analyse initiale qui permet d'évaluer l'ampleur de l'évaluation environnementale requise et de déterminer si l'EIE doit être détaillée (OCDE 1992 a). Il consiste généralement à comparer la description du projet à des listes de projets types qui indiquent les exigences correspondantes d'EIE. En règle générale, on réserve l'EIE détaillée aux projets les plus susceptibles d'avoir une incidence majeure sur l'environnement biophysique ou humain ; ce faisant, on permet aux autorités compétentes en matière d'environnement de consacrer le plus d'énergie possible aux projets d'envergure. Si on ne dispose pas de données suffisantes pour prendre une décision, on peut exiger la tenue d'une évaluation préalable. Au terme de

cette phase, on pourra définir la nécessité d'entreprendre une EIE ainsi que l'envergure qu'elle devra avoir. (André et al., 2003)

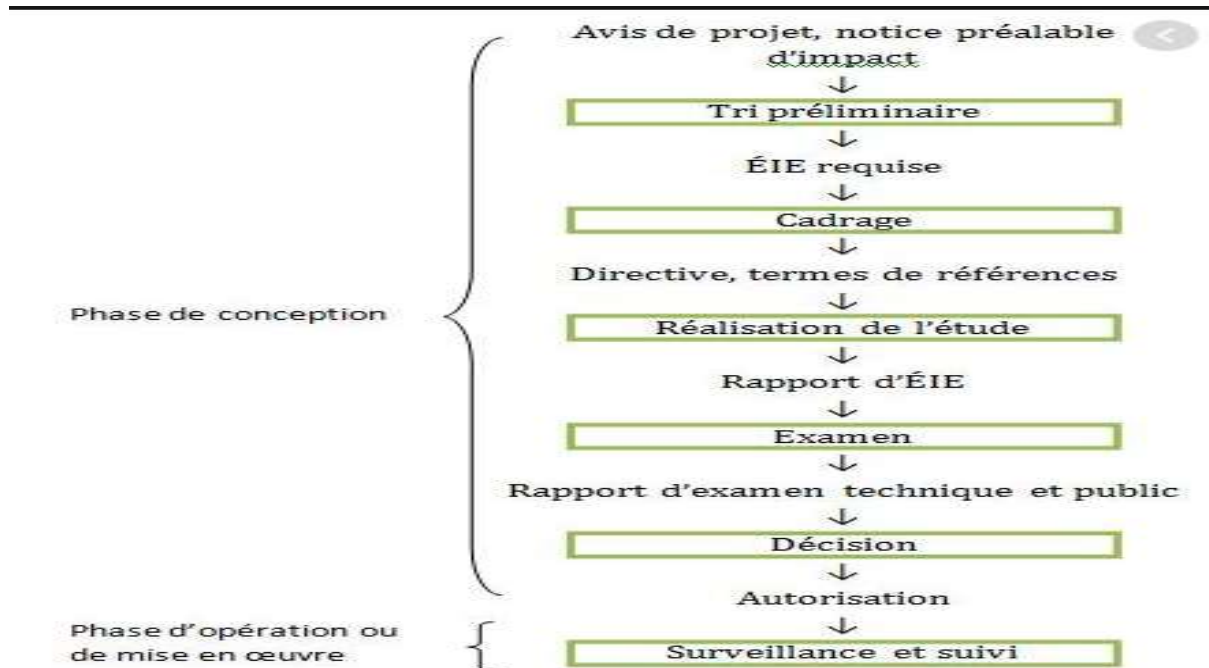


Figure 4: processus type d'EIE (anonyme)

Le **cadrage** (balayage) est la phase du processus pendant laquelle l'autorité compétente, une fois qu'elle a établi la nécessité d'une étude d'impact, peut «se faire une idée sur les principaux problèmes d'environnement soulevés par le projet, sur le calendrier et le champ des analyses à effectuer, sur les sources de connaissances spécialisées à utiliser et sur les mesures d'atténuation à envisager» (OCDE 1992 a :14). Cette phase comprend également la définition des périmètres d'étude. Du cadrage émergent des **directives** (termes de référence) de l'EIE, qui indiquent au maître d'ouvrage le contenu minimal de l'étude d'impact. (André et al., 2003)

La **réalisation de l'étude** d'impact (impact assessment), dont le maître d'ouvrage est responsable, se fonde sur les termes de référence, qui en constituent en quelque sorte la

recette. Il revient à des experts de différents domaines de déterminer les conditions de base de l'environnement biophysique et humain, d'évaluer la grandeur, l'importance et la signification des impacts du projet sur les composantes de l'environnement préalablement définies, de proposer les mesures requises pour les annuler ou pour les atténuer dans le cas des impacts négatifs, ou encore pour les maximiser dans le cas des impacts positifs. L'ensemble de leurs conclusions constitue le **rapport d'étude d'impact**.

Une fois le rapport terminé, le maître d'ouvrage le remet à l'autorité compétente, qui le soumettra à un examen interne et, dans certains cas, à un examen externe. (André et al., 2003)

L'**examen interne** est une tâche dévolue aux services administratifs du décideur : on le confiera par exemple à un service d'environnement, à une direction au sein d'un ministère, à une agence spécialisée. Il vise à «fournir des indications générales sur les procédures à suivre pour l'EIE et à s'assurer que les dossiers établis sont service devrait disposer d'un personnel compétent, avec des consultants spécialisés dans un large éventail de domaines scientifiques» (OCDE 1992 q : 17). La rédaction d'un **rapport d'analyse technique** vient clore l'examen interne.(André et al., 2003)

L'**examen externe** «a pour but d'obtenir un jugement impartial sur les intérêts particuliers, souvent contradictoires, des différentes parties en cause en même temps que d'éviter les retards et coûts superflus». On le confie à des personnes indépendantes (agence d'environnement, bureau de consultation publique, commission ad hoc). Il peut inclure des éléments comme l'application de processus formels et informels de participation publique une visite de terrain, la demande d'avis d'experts, le **rapport d'examen externe** rédigé à la suite de l'examen est l'outil grâce auquel le décideur peut s'assurer que l'étude est de qualité et complète.

Après ces cinq phases, le décideur est en mesure d'élaborer et de prendre une **décision** éclairée sur le projet proposé qui tient compte de l'environnement.

Cette décision repose sur l'étude d'impact même ainsi que, le cas échéant, sur les rapports d'analyse préalablement exigés. Elle consistera en une autorisation de procéder sans modification au projet, en une autorisation de procéder avec modifications ou encore en un rejet du projet.

La décision n'est pas la dernière phase du processus de l'EIE. En effet, il est essentiel d'assurer la **surveillance** des travaux en cours de construction ainsi que le **suivi** des effets anticipés du projet sur l'environnement. Le processus d'EIE a encore un caractère expérimental et on a accumulé peu d'expérience sur laquelle se reposer ; l'amélioration du processus, des techniques et des méthodologies utilisées passe par la mise en place et l'application de la surveillance et du suivi, qui mèneront à la production du **rapport de surveillance** et du **rapport de suivi environnemental**. (André et al., 2003)

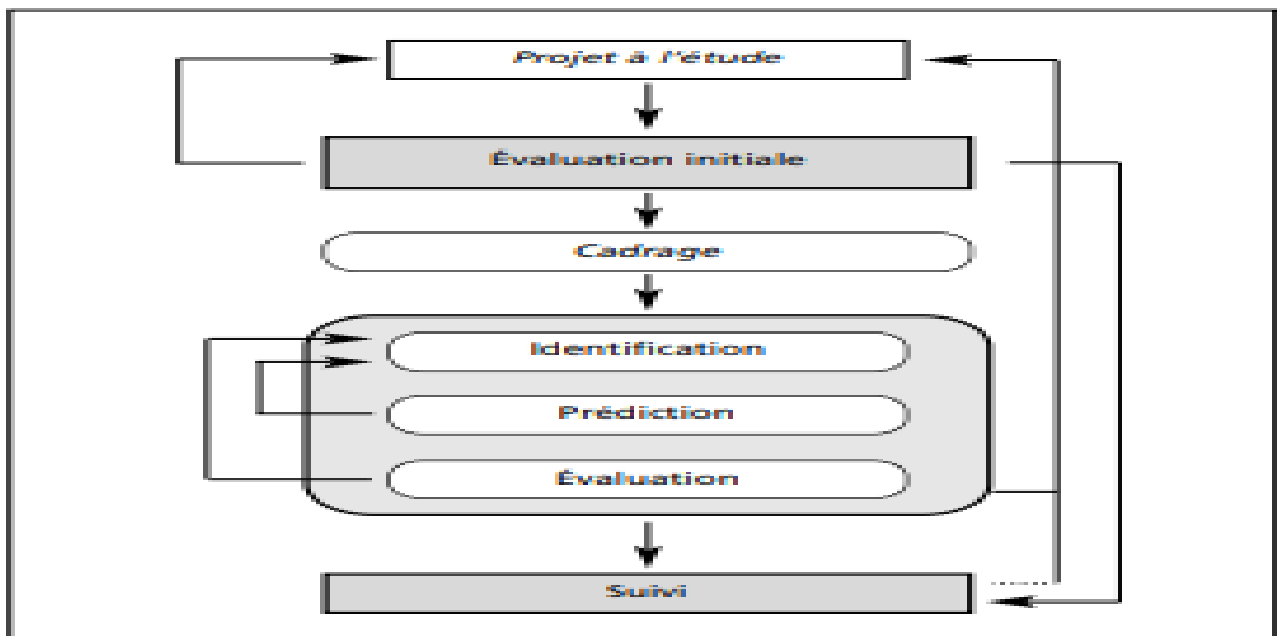


Figure 5: schéma simplifié du processus d'ensemble de l'EIE (Leduc and Raymond, 2000)

5 Contenu de l'étude d'impact :

Le contenu doit être précis et répondre aux exigences de la législation. L'étude d'impact doit démontrer qu'après la mise en œuvre de mesures compensatoires, l'impact est suffisamment faible pour que le projet soit acceptable. Concrètement, l'étude d'impact

doit permettre de connaître la situation existante avant le projet, les effets potentiels du projet et les mesures prises pour atténuer ses effets.

a) Les dossiers scientifiques et techniques

➤ Analyse de l'état initial du site et de son environnement

C'est la recherche de l'état initial par l'inventaire et le constat de l'existant. Le champ territorial de ce point zéro ne se limite pas à l'espace directement prévu par l'ouvrage ou l'aménagement, mais il s'étend à tout l'espace qui est susceptible d'être affecté par le projet. L'analyse de l'état initial porte notamment sur les richesses naturelles, les sols et les eaux, les espaces naturels agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs, ainsi que sur les biens matériels et le patrimoine culturel.

➤ Analyse des effets sur l'environnement

L'étude doit analyser les effets prévisibles directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement. Il s'agit d'une analyse des nuisances potentielles, et le cas échéant des effets positifs, sur l'environnement, et en particulier sur les sites et les paysages, la faune et la flore, le sol, l'eau, le climat et les équilibres biologiques. Le cas échéant, l'analyse porte également sur la commodité du voisinage (bruit, vibrations publiques, sur la protection des biens matériels et du patrimoine culturel.

➤ Raison du choix du projet retenu

Cette partie expose les raisons pour lesquelles le projet a été retenu parmi les solutions envisagées, qui font l'objet d'une description, notamment du point de vue des préoccupations d'environnement.

➤ Mesures compensatoires envisagées

L'étude doit présenter les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur

l'environnement et la santé (écrans antibruit, plantations d'arbres, protection d'un milieu naturel comme une zone humide, protection des eaux souterraines, épuration et évacuation des eaux résiduelles et des émanations gazeuses, élimination des déchets et résidus de l'exploitation, etc.)

➤ **Méthodes utilisées et difficultés rencontrées pour l'étude**

Depuis le décret du 25 février 1993, l'étude doit comporter une analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet. Les difficultés éventuelles, de nature technique ou scientifique, rencontrées pour évaluer les effets du projet. Les difficultés éventuelles, de nature technique ou scientifique, rencontrées pour établir cette évaluation doivent être mentionnées. La présentation des méthodes et de leurs limites doit servir à valider les résultats ou les conclusions.(Walter et al., 2004)

b) Résumé non technique

Un résumé non technique permet de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude. Ce résumé doit reprendre de manière synthétique les éléments essentiels ainsi que les conclusions de chacune des parties de l'étude.(Walter et al., 2004)

c)Contenu particulier

Certain aménagements ou ouvrages demandent une étude d'impact avec un contenu particulier.

- Dans le cas des **installations classées**, le contenu de l'étude d'impact doit être en relation avec l'importance de l'installation projetée et avec ses incidences prévisibles sur l'environnement.

Le contenu particulier comporte des précisions complémentaires par rapport au contenu général présenté précédemment.

- Les **carrières soumises à enquête publique** sont assujetties au droit des installations classées avec l'obligation que l'étude d'impact développe les conditions de la remise en état du site.
- Les installations de stockage de déchets nécessitent une étude d'impact au contenu spécifique qui doit indiquer non seulement les conditions de la remise en état, comme pour les carrières, mais aussi les techniques de reprise éventuelle des déchets.
- Pour les infrastructures de transport, la loi 20 décembre 1996 sur l'air ajoute que l'étude d'impact doit comprendre «une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité, ainsi qu'une évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet, notamment du fait des déplacements qu'il entraîne ou permet d'éviter» (prieur, 2000 ; Romi, 2001).(Walter et al., 2004)retenir

d) Responsabilité et contrôle

Le contenu de l'étude d'impact étant très précis et technique, il est fréquent que le **maitre d'ouvrage** (ou le pétitionnaire) fasse appel à un bureau d'études spécialisé pour sa réalisation. En effet une véritable étude d'impact implique des investigations pouvant faire appel à plusieurs disciplines scientifiques. Les études sont généralement réalisées par des bureaux d'études, qui dans certains cas sollicitent les compétences d'instituts de recherche ou d'université.(Walter et al., 2004)

6 Bureaux d'étude (Rôle des bureaux d'étude) :

Le maitre d'ouvrage assume le plus souvent la responsabilité de la réalisation de l'EIE. Toutefois, lorsqu'il ne dispose pas des ressources nécessaires en régie pour la réaliser ou s'il opte pour une politique du «faire faire», il peut retenir les services de bureaux spécialisés. Un bureau d'étude (firme de consultants, chargé d'étude, consultant) est une firme de professionnels de l'environnement, agréée ou non, qui se charge de produire le rapport d'étude d'impact ou les documents connexes, entièrement ou en collaboration. Dans certains cas, la législation prévoit et admet le recours aux services de bureaux d'étude.

Les bureaux d'étude, nationaux ou étrangers, peuvent s'engager de différentes façons dans la réalisation de l'EIE. Ils peuvent :

_mener entièrement l'évaluation environnementale du début du processus jusqu'à la rédaction du rapport d'EIE ;

_traiter en tout ou en partie une ou plusieurs composantes de l'environnement et ainsi produire des rapports que le maître d'ouvrage utilisera ultérieurement lors de la rédaction de l'EIE ;

_prêter ou louer les services d'une équipe ou d'un expert particulier pour soutenir l'équipe d'EIE déjà en place au sein de l'entreprise promotrice.

Non seulement fait-on appel aux services des bureaux d'étude dans le cadre des études d'impact, mais on recherche également leur participation en ce qui a trait à d'autres aspects de l'évaluation environnementale, par exemple pour :

_développer un système de gestion environnementale au sein de la corporation ;

_planifier et diriger l'implantation d'audits d'environnement ;

_examiner le processus de productions ;

_formuler des recommandations visant à réduire la quantité de matières résiduelles et à accroître l'efficacité énergétique ;

_élaborer des stratégies permettant de prendre en compte les préoccupations du public et les relations de presse ;

_concevoir et mettre en œuvre des plans d'intervention en situation d'urgence ;

_favoriser l'intégration du projet au paysage.

Section 2

7 Audit environnemental :

Les audits d'environnement sont un outil de gestion qui comprend une évaluation systématique, documentée, périodique et objective de la manière dont fonctionnent l'organisation, la gestion et le matériel en matière d'environnement, dans le but de

contribuer à la sauvegarde de l'environnement en : (i) facilitant le contrôle par la direction de la façon dont les questions d'environnement sont traitées ; (ii) évaluant la conformité avec les politiques de la société, y compris celles qui consistent à satisfaire aux exigences réglementaires.(André et al., 2003)

A l'origine lié au domaine des comptes, l'audit s'est étendu peu à peu aux sphères les plus diverses de l'activité des entreprises et, en dernier lieu, au secteur de l'environnement. En quoi donc un audit se distingue-t-il d'un autre type de contrôle et permet-il de fournir des indications réputées fiable ? Nous allons répondre à la question en examinant les caractéristiques de l'AE. Assurément, toute entreprise peut procéder à un contrôle de son SME et déclarer avoir effectué un audit environnemental. Toutefois, lorsque nous employons le terme «audit environnement», nous entendons les audits environnementaux effectués par les personnes qui y sont habilitées sur la base de normes reconnues par les milieux économiques au moins à un niveau national.(Subilia-Rouge, 2000)

7.1 Système de management environnemental :

Selon le point 3.5 de la norme ISO 14001 on définit le système de management environnemental comme :

La composante du système de management global de l'organisme qui inclut la structure organisationnelle, les activités de planification, les responsabilités, les pratiques ; les procédures, les procédés et les ressources pour élaborer, mettre en œuvre, réaliser, passer en revue et maintenir sa politique environnemental.(Subilia-Rouge, 2000)

7.2 Certification :

L'audit d'environnement peut être le fait aussi bien d'un expert interne à l'origine concerné, que d'un expert externe mandaté. Si l'organisme souhaite se faire certifier, c'est-à-dire un certificat attestant que son SME est conforme aux conditions posées par une certaine norme.(Subilia-Rouge, 2000)

7.3 L'Audit de certification et de suivi de l'entreprise :

7.3.1 L'Audit de certification

Une fois que le système fonctionne selon les exigences de la norme, l'entreprise décide de la date d'audits de certification. Lors de cet audit, un certificateur va contrôler que les éléments du SME mis en place, couvrent bien les impacts environnementaux et fonctionnent selon les exigences de la norme.

7.3.2 L'Audit de suivi

Une fois le système validé, l'entreprise reçoit le certificat ISO14001, qui est valable trois ans sous réserve du résultat d'audits de suivi (en général 1fois par an). Ces audits de suivi prennent moins de temps que l'audit de départ. L'audit de renouvellement du certificat intervient quant à lui tous les trois ans, et s'appuie sur les 2 audits de suivi n'accomplis pas l'entreprise.

7.4 Délimitation par rapport à l'étude d'impact :

Comme l'EI, l'AE consiste en une évaluation de la conformité d'un organisme à des règles touchant à la protection de l'environnement. Dans les deux cas, l'on a affaire à des procédures qui cherchent à améliorer le respect de la législation environnementale existante, mais qui n'imposent pas de nouvelles obligations matérielles. Considérant que la législation environnemental est actuellement relativement exhaustive sur le fond dans de nombreux pays industrialisés et que les problèmes se posent au niveau de la mise en œuvre. Ces deux instruments apportent une réponse similaire. En, outre du fait même de sa relative exhaustivité, le droit de la protection de l'environnement se compose d'une multitude d'obligations, qui sont le plus souvent envisagées de façon très fragmentée ; l'EI et l'AE doivent être comptées au nombre des rares procédures qui imposent l'obligation d'envisager les diverses questions environnementales de façon globale.

Malgré ces similitudes, l'EI et l'AE sont deux procédures qui remplissent des fonctions bien distinctes. L'EI s'effectue de façon ponctuelle, est limitée aux situations dans lesquelles l'autorité doit prendre une décision sur la planification et la construction ou

la modification d'installations pouvant affecter sensiblement l'environnement. Au contraire de l'AE, elle n'existe pas en elle-même, mais est dépendante d'une autre procédure (par exemple, une procédure d'autorisation de construire). L'EI envisage une situation future, cherche à définir les impacts qu'une installation pourra avoir dans les années à venir, tandis que l'AE se consiste en un examen de l'état environnemental actuel d'une entreprise. Alors que l'EI se contente de vérifier la conformité aux normes légales, l'AE repose sur une philosophie qui prône l'amélioration continue et peut exiger de l'entreprise plus que le simple respect de la législation. En outre, l'obligation de réaliser une EI découle de la loi, tandis que la réalisation d'un AE repose sur une base volontaire. (Subilia-Rouge, 2000)

8 Objectifs de l'audit environnemental :

L'objectif global d'un audit d'environnement est d'aider à protéger l'environnement et à réduire au maximum les risques pour la santé humaine. Il est clair que l'audit ne va pas atteindre le but à lui seul (d'où le terme « aider »). Il est un outil de gestion et se propose les principaux objectifs ci-après :

- Identifier et documenter le statut des installations de l'entreprise.
- Améliorer la performance globale en matière d'environnement sur les sites.
- Faciliter la gestion des sites. et de vérifier le statut des installations du site.
- Développer la sensibilisation à l'environnement à travers l'entreprise.
- Identifier et mesurer les risques en matière d'environnement.
- Vérifié le respect de la législation et la réglementation nationale, locale ou autre.
- Réduire au maximum l'exposition des personnes aux risques résultants des problèmes d'environnement, de sécurité et de la santé
- Fournir des garanties à la direction.
- Réaliser une autoévaluation de son système de gestion environnemental.
- Recherche de la certification/L'enregistrement de son système management environnemental auprès d'un organisme externe.

L'objectif à long terme de l'audit d'environnement en entreprise est d'apporter une base qui permettra d'évaluer et d'améliorer les systèmes de gestion, et aussi d'identifier et de résoudre les questions liées à l'environnement, avant que ces dernières ne deviennent des problèmes des dangers potentiels.(Hocine and Ameer, 2016)

9 Démarche générale d'un audit environnemental :

Elle se fait généralement en 3 phases :

PHASE1 : Prise de conscience et définition des besoins

Cette prise de conscience doit faire l'objet d'une démarche organisée et structurée. Il s'agit durant cette première phase de :

Mener un pré-audit

- Recueillir les données existantes et leur localisation (renseignements généraux, consommations, description du site,...)
- Récapituler la politique environnementale de l'entreprise
- Recueillir les textes réglementaires
- Identifier les interlocuteurs (aussi bien à l'intérieur de l'entreprise qu'à l'extérieur)
- Fixer le planning Le pré-audit permet de mieux orienter l'audit proprement dit (appelé aussi audit de site) et de disposer des données nécessaires dans les plus brefs délais.

Mener un audit de site proprement dit Il s'agira durant l'audit de site de :

- Recueillir les impacts réels. - Identifier les points faibles.
- Faire une première évaluation des impacts.
- Identifier les actions d'amélioration immédiates et les objectifs correspondants.
- Evaluer les gains (financiers ou autres).

PHASE2 : Connaitre pour déclencher

Cette deuxième phase apporte une connaissance plus approfondie des impacts, identification des nouvelles améliorations, hiérarchisation des mesures proposées, mise en œuvre, suivi, évaluation et correction.

<i>Objectifs</i>	Connaissance plus approfondie des impacts, identification des nouvelles améliorations, hiérarchisation des mesures proposées, mise en œuvre, suivi, évaluation et correction.
<i>Résultat attendu</i>	Mise en œuvre de dispositifs permettant d'anticiper sur la réglementation (en cas de besoin) et de mieux gérer les ressources de l'entreprise.

PHASE 3 : Se faire connaitre

Afin d'entretenir et d'améliorer son image de marque, l'entreprise gagnera à faire connaître ses performances à tous ses partenaires :

- Au niveau du personnel pour le sensibiliser
- Auprès de l'administration
- Auprès des autres partenaires : (Clients, banquiers, fournisseurs et autres)

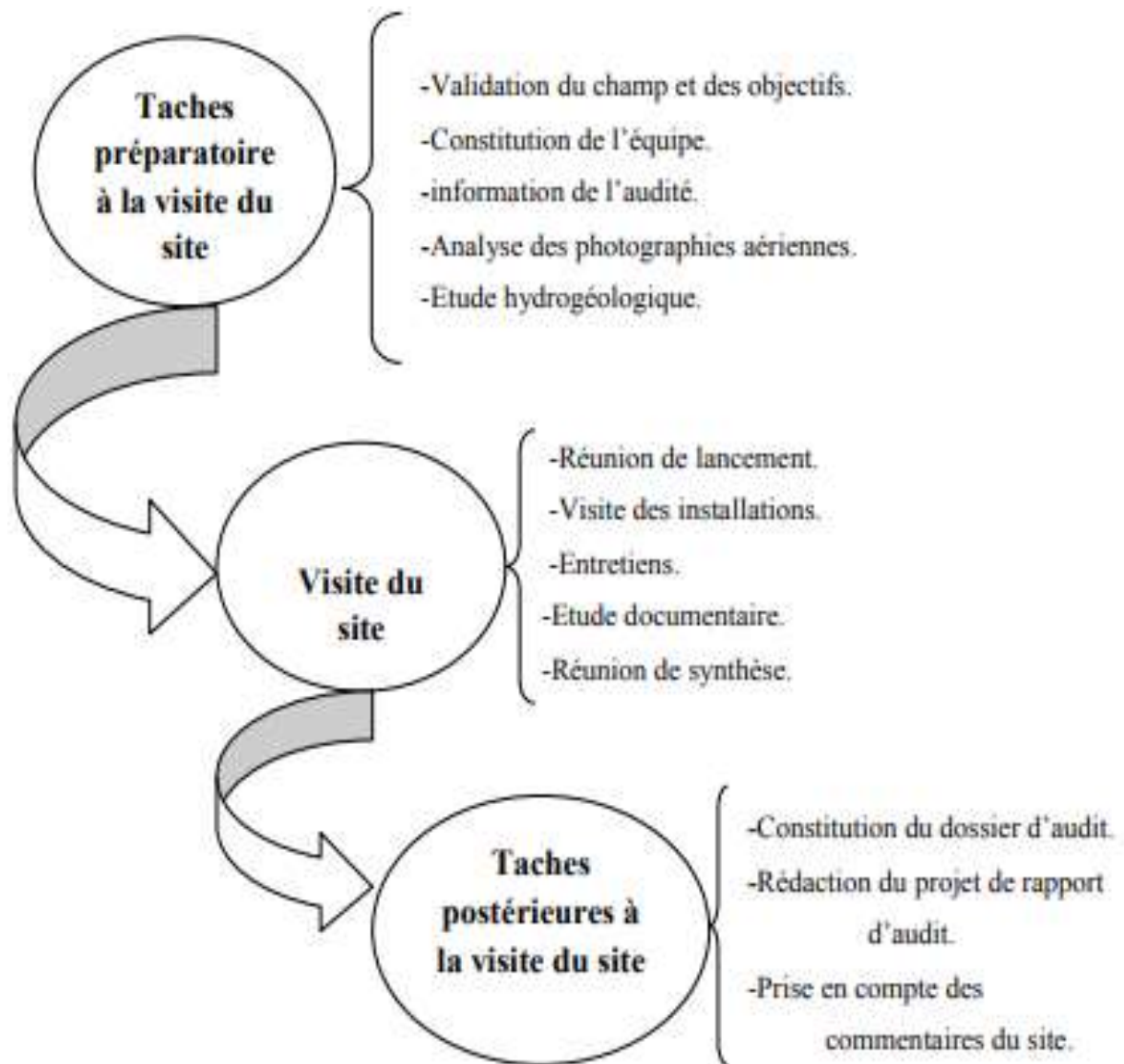


Figure 6: démarche de l'audit d'environnement (Boudeville and Jolia-Ferrier, 1999)

10 Les différents types de l'audit environnemental :

Tableau 2: principaux types d'audit environnemental(Boudeville and Jolia-Ferrier, 1999)

Type d'audit	Principaux objectifs
Audit juridique	Evaluer la conformité du site avec la réglementation en vigueur.
Audit de cession / Acquisition	Identifier les zones du site qui ont, ou qui ont pu avoir, un impact sur l'environnement et fixer les responsabilités dans le temps. Chiffrer les coûts de mise en conformité et d'amélioration de la protection de l'environnement.
Audit de cession / d'activité	Evaluer les mesures de remise en état à mettre en œuvre sur le site fermé.
L'audit de faisabilité iso14001	Identifier les non-conformités majeures du (ou des) site(s) de l'entreprise par rapport à la réglementation environnementale aux bonnes pratiques. Identifier les principaux impacts, potentiels ou avérés, du site sur l'environnement. Définir les moyens à mettre en œuvre pour mener à bien le projet ISO 14001 (organisation, procédures, moyens technique, moyens humains...).
L'audit du système de management environnemental	Déterminer si le SME du site est conforme aux exigences de la norme ISO 14001. Vérifier si la société est conforme aux dispositions réglementaires, à la politique environnementale et aux directives de la société.
Audit de sécurité OHSAS 180015(SST)	Permet un examen approfondi de certaines installations classées en vue de la prévention des risques pour la population et l'environnement. L'audit peut concerner certains aspects partiels et peut être effectué à chaque stade de la vie d'une installation.

Chapitre 02 : Carrières

1 CLARIFICATIONS CONCEPTUELLES :

-Carreau mine : terrain sur lequel est regroupé l'ensemble des installations de surface d'une exploitation minière comprenant notamment les installations d'extraction et de valorisation des minerais, ateliers, parcs à matériel, services généraux et administratifs, aires de dépôts. ("Algérie - Loi n° 14-05 du 24 février 2014 portant loi minière.," 2014)

- étude d'impact sur l'environnement : document élaboré dans les conditions prévues par les dispositions législatives relatives à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. ("Algérie - Loi n° 14-05 du 24 février 2014 portant loi minière.," 2014)

-Evaluation environnemental : ensemble de procédures, règles et technique visant à intégrer les préoccupations de protection de l'environnement dans les actions de développement. Elle comprend l'évaluation stratégique, l'étude d'impact sur l'environnement, l'audit environnemental, l'audience publique, l'évaluation des risques, etc.(Lagnika, 2004)

- Exploitation minière : signifie soit l'exploitation de mines soit l'exploitation de carrières soit l'exploitation minière artisanale, et est un ensemble constitué par les réserves géologiques extraites et préparées et les substances minérales ou fossiles abattues, les infrastructures au sol et dans le sous-sol, les ouvrages ainsi que les installations au sol et dans le sous-sol, les bâtiments, les équipements, les outils et les

stocks, ainsi que tous les éléments incorporels qui s'y rattachent. (“Algérie - Loi n° 14-05 du 24 février 2014 portant loi minière.” 2014)

- Gestion de l’après-mine : actions et responsabilités pour la restauration et la remise en état des sites miniers après la fin du permis minier, tenant compte de la santé des populations riveraines et de la sécurité du public, du respect de l’intégrité écologique et des principes du développement durable.

-Gisement : gîte ou partie de gîte qui peut être mis en valeur par une exploitation.

-Gîte : toute concentration géologique de substances minérales ou fossiles.

-Indice : tout renseignement certain, contrôlé directement, de l'existence en un point donné d'une minéralisation.

-Inventeur : titulaire d'un permis d'exploration minière qui a fait la découverte et l'évaluation d'un gîte relevant du régime des mines et dont la faisabilité technico-économique, prenant en compte les principes du développement durable, est assurée.

-Permis minier : document délivré par l’autorité administrative compétente, conférant des droits d'exercer des activités de recherche ou d’exploitation minière sur un périmètre délimité par des coordonnées UTM (Universal Transversal Mercator).

- Fin du permis minier : le permis minier prend fin à l'expiration de la période pour laquelle il avait été octroyé, y compris ses renouvellements éventuels, ainsi que par renonciation ou par retrait.

-Risque minier : tout événement susceptible de survenir du fait des activités minières et risquant de faire courir des dangers à la sécurité tant publique qu’industrielle, non limités au périmètre du permis minier, ni à la validité de ce permis.

-Site minier : périmètre d’un terrain susceptible de renfermer des minéralisations, des occurrences minéralisées, des concentrations géologiques de substances minérales ou fossiles, d’un gisement de substances minérales ou fossiles à exploiter, en exploitation ou déjà exploité partiellement ou totalement, ou d’une exploitation orpheline ou abandonnée.

-Impact environnemental : ils peuvent être définis comme la conséquence positive ou négative pendant un temps donné d'une action anthropique sur un espace y compris ses composantes (biologique, physique, humaine) au sens large. L'impact environnemental est donc la modification d'un élément ou d'un aspect du système biophysique et/ou social, résultant directement ou indirectement d'une action humaine. On distingue plusieurs types d'impacts environnementaux :

- **Impact direct :** c'est l'expression ou la matérialisation de la relation de cause à effet direct d'une action humaine sur une composante du milieu.
- **Impact indirect :** c'est un impact qui ne découle pas directement d'une action première mais qui est éloigné d'elle d'au moins un impact direct ; il est souvent du type socio-économique ou culturel ou sanitaire.
- **Impact cumulatif :** c'est l'effet collectif ou additif de plusieurs projets se déroulant de façon simultanée, successive ou différée.
- **Impact résiduel :** c'est un impact qui persiste après l'application des mesures d'atténuation.
- **Impact social :** c'est l'effet de l'exécution du projet sur l'état psychologique, le comportement et l'évolution des groupes humains.
- **Impact économique :** c'est l'influence d'une activité sur le plan économique au sein de la société.
- **Impact sanitaire :** il s'agit de l'influence qu'aurait sur la santé d'un individu ou d'une population en un temps donné l'exécution d'un projet ou d'une activité.

-Importance d'un impact : échelle de criticité d'un impact en raison de son caractère, son intensité ou ampleur, son étendue dans l'espace et sa durée.

2 Aperçu historique des carrières :

De point de vue historique, l'homme a toujours puisé dans la nature pour faire face à ses besoins. Pour la construction, il a prélevé directement et dans son environnement

immédiat les matériaux dont il avait besoins. Au fur et à mesure de l'accroissement de ses besoins et l'épuisement des premières sources, il a recherché des sources plus lointaines. Ensuite, ses besoins se faisant plus importants et les sources naturelles se tarissant, il a été obligé d'intervenir artificiellement dans le processus d'élaboration des matériaux de construction de base. C'est pour satisfaire sa voracité toujours croissante que l'homme a eu recours au concassage de roches massives. Au début de ce siècle, le concassage était encore effectué dans chaque carrière par des centaines d'homme et femme armés de massettes c'est-à-dire renforcés par des marteaux. Ce travail était l'un des plus pénibles qui soit. Des casseurs de cailloux de la fin du XIX^{ème} siècle, à l'industrie des carrières de granulats que nous connaissons aujourd'hui, il s'agit bien d'une même activité pérenne et transformée au cours d'un siècle d'histoire industrielle, qui vit les carrières passer l'artisanat à l'exploitation industrielle.(Bizriche and Benkerrou, 2012)

3 Le secteur minier en Algérie :

Disposant d'un vaste territoire d'environ 2,4 millions de km², l'Algérie qui est située dans la partie nord de l'Afrique compte des potentialités importantes dans le domaine minier, lequel joue un rôle important dans le développement économique du pays.(Azzeddine, 2015)

Dans un contexte de crise économique qui s'installe, le gouvernement qui cherche désespérément des ressources financières, autres que celles générées par la seule rente pétrolière, semble peu enclin à exploiter les ressources minières dont regorge le pays. Malgré un contexte législatif favorable, notamment après la promulgation de la loi de mars 2014 sur les mines, la prospection et l'exploitation des ressources minière et son encouragement peine à démarrer. Ainsi la part du secteur des mines dans le produit intérieur brut est insignifiante, elle est moins de 1%.

Selon les données que nous a fournies le service de communication au sein du ministère de l'Industrie, le nombre de sociétés exerçant dans le secteur des mines est de l'ordre de 1 350 sociétés toutes catégories confondues. Le nombre de mines et carrières en activités et les projets en cours de réalisation s'élève à 1 380 exploitations minières (mines et carrières) en activité, et 450 projets d'exploitation de carrières et de mines (en cours de

réalisation) et 100 projets pour la recherche minière. Le secteur des mines est régi par la nouvelle loi minière promulguée en 2014 (loi n°14-05 du 24 février 2014). (Mehenni, 2017)

3.1 Règlementation algérienne en matière d'exploitation des carrières et préservation de l'environnement :

A. Aperçu sur la loi minière algérienne

La loi minière promulguée en Algérie (Journal officiel N° 35 du 4 juillet 2001) intervient dans un contexte de libéralisation de l'ensemble des activités économiques et industrielles dans un secteur où le monopole de l'État à travers les entreprises à capitaux publics a prévalu depuis 1966, date de la nationalisation des entreprises minières françaises et institution du monopole étatique dans le domaine minier. Il convient de préciser que cette loi ne s'applique pas aux eaux, aux gisements d'hydrocarbures liquides ou gazeux et aux schistes combustibles pétrolifères pour lesquels une législation particulière est applicable.

B. Analyse des principaux aspects de la loi

B. 1. Accès à l'investissement dans le domaine minier

➤ Postulation aux titres miniers

Le principe est l'accès universel : tout opérateur est éligible à l'exercice des activités minières qu'il soit national ou étranger, personne morale ou physique. Toutefois, des interdictions d'exercice d'activités minières durant l'exercice de leurs fonctions frappent fonctionnaires, élus et agents publics.

➤ Critères juridiques et économiques

Le postulant à un titre minier doit remplir l'une des conditions suivantes :

- être une société commerciale de droit algérien ou de nationalité étrangère enregistrée dans le pays d'origine s'il s'agit d'une demande d'autorisation de prospection ou de permis d'exploration ;
- être une société commerciale de droit algérien enregistrée s'il s'agit d'une demande de concession minière ou d'un permis d'exploration de petite ou moyenne exploitation ;
- être inscrit au registre de commerce s'il s'agit d'une autorisation minière.

➤ Délivrance des titres et autorisations miniers

Les titres miniers sont délivrés par l'Agence Nationale du Patrimoine Minier (ANPM) après avis motivé du Wali territorialement compétent.

B. 2. Titres miniers et la mutation des droits miniers

Les titres miniers sont de deux types : ceux délivrés pour la recherche minière et ceux autorisant l'exploitation minière.

➤ Permission de recherche minière

- L'autorisation de prospection dont la durée est limitée à une année renouvelable pour 2 périodes de 6 mois au maximum est accordée moyennant le paiement d'une redevance appelée droit d'établissement d'acte.

- Le permis d'exploration minière est accordé à toute personne morale justifiant de capacités techniques et financières appropriées moyennant le paiement d'une redevance appelée droit d'établissement d'acte et d'une taxe superficielle.

La durée du permis d'exploration est de 3 années. Elle peut être renouvelée pour deux périodes de deux (2) années.

➤ Concession, permis et autorisation d'exploitation minière

- La concession minière : est accordée par décret gouvernemental au titulaire d'un permis d'exploration qui fait une découverte ou à l'adjudicataire sur appel d'offres si la découverte du gisement a été le fait d'un organisme au moyen de fonds publics. Elle est accordée pour 30 années et peut être renouvelée autant de fois que les réserves exploitables le permettent.

- Le permis d'exploitation de petite ou moyenne exploitation minière : Ce permis est délivré au découvreur du gisement pour 10 années et renouvelable autant de fois que les réserves à exploiter le permettent.

- L'autorisation d'exploitation artisanale : Elle est accordée au premier demandeur personne physique ou morale, prioritairement au titulaire d'un permis d'exploration.

➤ Le régime financier : taxes, droits et redevances

Les entreprises minières sont soumises au paiement de certaines taxes et redevances et doivent constituer une provision pour remise en état des lieux. Les entreprises minières sont tenues de constituer une provision de 0,50 % de leur chiffre d'affaires annuel hors taxes au titre de la remise en état des lieux d'exploitation.

B. 3. Obligations des opérateurs

Les titulaires des titres miniers ou autorisations sont soumis à certaines obligations écologiques, de prévention des risques et d'information.

➤ Obligations liées à la protection de l'environnement

La loi minière prévoit que tout postulant à l'obtention d'un titre minier doit présenter à l'appui de sa demande une étude d'impact sur l'environnement de l'activité minière projetée. L'étude d'impact doit être accompagnée d'un plan de gestion environnementale.

➤ Obligations liées à la prévention des risques

L'opérateur est tenu de mettre en place un système de prévention des risques majeurs que peut entraîner son activité.

➤ Devoir d'information : le dépôt légal

La loi minière soumet tout opérateur, chercheur ou producteur de données géologiques d'en faire déclaration à l'ANGCM chargée du dépôt légal de l'information géologique. Tout titulaire d'un titre minier est soumis à la même

obligation pour tout document, carotte et renseignement d'ordre géologique, géophysique et géochimique portant sur le périmètre qui lui a été octroyé.

B. 4. Activité minière en mer

La loi minière s'applique aux activités de recherche et d'exploitation effectuées dans les zones maritimes relevant de la souveraineté de l'Algérie. Au plan fiscal, les produits extraits sont considérés comme extraits du territoire national et sont soumis au même régime. (Sid Ahmed and Abdelhak, 2014)

3.2 Quelles étapes à suivre pour l'obtention de l'autorisation d'exploitation :

Nous mettons, ici, la lumière sur les étapes à suivre pour l'attribution des autorisations d'exploitation, laquelle passe par la présentation d'un dossier administratif et technique et ce conformément au décret exécutif n° 08-188 du 1er juillet 2008 fixant les modalités d'octroi, de suspension et de retrait de l'autorisation d'exploitation de carrières et sablières. Ainsi l'attribution passe par voie d'adjudication. L'article 16 (Décret exécutif, 2008) prévoit la présentation au service concerné d'un dossier en 4 exemplaires comprenant le programme des travaux envisagés, une carte (1/25.000 ou 1/50.000) précisant les limites du périmètre et le plan d'exploitation du gisement à une échelle appropriée (1/1000 ou 1/5000). Il est également exigé une notice ou une étude d'impact de l'activité sur l'environnement et ce conformément à la réglementation en vigueur ainsi qu'une étude présentant les dangers que peut présenter l'installation de l'activité projetée. Selon le même article de ce décret, il est également question d'introduire dans le dossier un engagement d'approvisionner en quantité et dans les délais en priorité les programmes de développement réalisés dans la région de la localisation de l'exploitation. L'autorisation d'exploitation des carrières et sablières est délivrée pour une durée maximale de 4 ans, celle-ci peut être prorogée une seule fois par le wali

territorialement compétant. Quant à la superficie du périmètre octroyé, cette dernière ne peut pas accéder 5 hectares. Il apparait, selon ces dispositions, la nécessité de présentation de deux études ayant une relation avec la protection de l'environnement ; l'une sous genre de notice ou d'étude d'impact sur l'environnement ; et l'autre permettant de faire ressortir les dangers pouvant survenir lors de l'exploitation de l'activité.(Azzeddine, 2015)

4 Type d'exploitation minière :

4.1 Exploitation en carrière :

Les mines à ciel ouvert sont des carrières ou des fosses d'exploitation de gisements de minéraux dont la plupart sont des matériaux de construction l'exploitation nécessite des opérations de décapage et d'abattage. Les particules en suspension dans l'air émises par la circulation routière, le travail aux explosifs et activités de transport, les émissions, les bruits engendrés, les vibrations des engins, les rejets d'eau polluée qui sortent des mines, la perturbation des nappes souterraines, l'extraction du sol et de la végétation ainsi que les effets d'ordre esthétique constituent autant de problèmes que représentent l'exploitation minière à ciel ouvert sur l'environnement. La stabilité des banquettes et des pentes est un problème fondamental lorsqu'il s'agit de l'exploitation minière à ciel ouvert.(Lagnika, 2004)

4.2 Exploitation souterraine :

Les méthodes d'exploitation minière souterraine comprennent divers types d'abattage, créant de larges cavités dans les sous-sols et des tas de stériles en surface. Si la plupart des travaux d'excavation s'effectuent en sous-sol et nécessitent l'emploi d'un équipement de tir, il n'en demeure pas moins que des activités de surface seront entreprises. L'exploitation minière en sous-sol peut avoir de nombreuses conséquences sur tous les plans.(Lagnika, 2004)

5 Carrières :

5.1 Définition :

Les carrières sont des zones d'extraction de la ressource naturelle (sol ou roche) dont la grande majorité est dédiée à la production de granulats pour les travaux publics ou le bâtiment.

D'autres sont dédiées aux cimenteries, aux exploitations de pierre à chaux ou de pierre de taille, aux exploitations de minéraux ou de métaux. Ces exploitations peuvent être souterraines ou à ciel ouvert.(Aliouche, 2008)

L'exploitation des carrières permet d'obtenir les matériaux bruts requis pour la construction des infrastructures nécessaires à la croissance économique. Généralement, le dynamitage et le traitement des matériaux sont des activités effectuées dans les carrières.(ministère des transports du nouveau-brunswick, 2010)

Une carrière à ciel ouvert est exploitée à l'air libre, soit à flanc de colline, soit dans une fosse qui va en s'approfondissant et en s'élargissant. Le profil d'une telle carrière montre des gradins constituant le front de taille et progressant horizontalement dans le matériau. La hauteur moyenne des gradins va de 10m à 20m. Entre chaque gradin, il existe des banquettes horizontales réunies entre elles par des rampes, assurant ainsi la circulation des camions qui évacuent les matériaux. De plus, ce type de carrière montre quelques avantages par rapport à l'exploitation souterraine : le gisement peut être exploité à son maximum, il n'y a pas d'espaces semi-abandonnés, comme pour les exploitations souterraines, à la fin de l'extraction.(Aliouche, 2008)

5.2 Différents types de carrières :

5.2.1 Carrières de matière première industrielle :

La matière première exploitée dans les carrières est du calcaire, ce dernier constitue les roches sédimentaires, il est reconnaissable par sa teinte blanche et généralement par la présence des fossiles. Il est la base de nombreux matériaux. À cause des usages dans le bâtiment et les travaux publics, les caractéristiques mécaniques des calcaires sont importantes, d'autant que très variables. Les calcaires peuvent être soit très adaptés, soit

inutilisables, dans les divers usages auxquels ils sont destinés, il est utiles pour les cimenteries, pour la production de chaux qui sert dans l'agriculture, ainsi que pour le traitement de l'eau et des déchets.

Ils utilisent aussi de l'argile comme matière première pour produits de terre cuite. C'est un complexe des formations plio-quadernaires, caractérisé par une alternance de niveaux sableux (plus ou moins grossiers, parfois caillouteux), siliceux et argileux inter stratifiés. Les niveaux argileux ont une épaisseur variable mais jamais importante (inférieur à 10 m). Ces couches sont peu perméables, jouant le rôle d'écrans dans l'ensemble sablo-argileux aquifère.

Etat hydrique de ces carrière est variable selon la position topographique et la géométrie de cette dernière, c'est-à-dire les possibilités de drainage naturel, l'exposition aux ruissellements sur les parois et la faculté de rétention de l'eau.(Bizriche and Benkerrou, 2012)

5.2.2 Carrières de roche ornementale (carrières de pierre de taille) :

Les extractions de roches issues de formation magmatique (volcanique ou plutonique) ou métamorphique, traditionnellement appelées extractions de roches « dures » dans le domaine des granulats, permettant également d'obtenir des pierres ornementales utilisée pour les plaques de marbre, granit pour les constructions, pierres tombales, etc.(Bizriche and Benkerrou, 2012)

5.2.3 Carrières du granulat :

Les « granulats » sont des éléments minéraux destinés à la création de ciment, de bétons, d'enrobés, de couches de chaussées...etc. Ils sont obtenus par traitement dans des installations de concassage, broyage, criblage et lavage des matériaux. Leurs origines alluvionnaire, calcaire, éruptive, recyclage, confèrent aux granulats des caractéristiques différentes qui les destinent à des utilisations bien précises. Ils représentent la majeure partie des matériaux extraits. Les graviers et sables arrivent en tête des minéraux extraits dans les carrières, ils servent à la fabrication de béton pour la construction des bâtiments et sont également utilisé sur les chantiers routiers et pour les travaux publics.(Bizriche and Benkerrou, 2012)

5.2.4 Carrières de roche massive :

Les roches massives susceptibles de fournir des granulats viennent surtout des gisements épais de roches dures. Il s'agit surtout de calcaires de formations géologiques plus anciennes (ou plutôt du tertiaire), ou de roches qui peut être à l'origine d'un refroidissement de magmas issus de roches internes de globe (granites, basaltes,...), que l'on nomme roches éruptives, ou de la transformation dans les profondeurs de la croûte terrestre de roches d'origine plus superficielles. Si ces dernières sont plutôt propres, les calcaires peuvent contenir de limons ou d'argiles indésirables. Ce qui influe sur le procédé de production des granulats.

Ces roches sont des assemblages des minéraux, elles ont en général, des propriétés en partie liées à celles des minéraux. Mais l'assemblage est rarement parfait du fait de la présence des vides. Ces vides sont parfois grossièrement sphériques (pores) et dus au dégazage des roches magmatiques ou à une cimentation ou renforcement incomplète des roches sédimentaires (grés, calcaires poreux).

Ils se présentent parfois sous forme des fissures très fines dues à des contraintes d'origine thermique ou mécanique et peuvent, dans ce cas affecter toute la roche et conduisent ainsi à des diminutions de la résistance de la roche lors du forage et le tir.

L'extraction d'une couche géologique de roche plutôt homogène et compacte par abattage à l'explosif, plus rarement par ripage.

6 Méthodes d'exploitation :

6.1 Généralité :

La méthode d'exploitation est une succession de réalisation des travaux qui assurent la couverture et l'extraction en quantité et en qualité planifié dans les conditions de sûreté absolue, autrement dit un système d'exploitation caractérisé par le développement des travaux préparatoires, de découverte et d'extraction dans le temps et dans l'espace. Les déplacements des chantiers et des fronts de travail définissent le système d'exploitation. En bref, la méthode d'exploitation doit tenir compte d'une part, des

conditions géologique et minières du gisement et d'autre part, des paramètres techniques des engins miniers utilisés.

6.2 Choix de la méthode d'exploitation :

La méthode d'exploitation doit tenir compte de la relation étroite qui existe entre les différents facteurs suivants :

- ✓ Caractéristiques géologiques du gisement ;
- ✓ Dimensions du gite ;
- ✓ Puissance du stérile ;
- ✓ Propriétés physico-mécaniques du minerai et du stérile ;
- ✓ Production planifiée de la mine ;
- ✓ Mode d'ouverture du gisement ;
- ✓ Nombre d'engins miniers prévus.

6.3 Méthodes d'exploitation à ciel ouvert :

Il existe trois méthodes d'extraction ou d'abattage à ciel ouvert :

6.3.1 Méthode à l'explosif :

C'est la méthode la plus utilisée. L'abattage en masse de bloc à l'explosif concerne essentiellement les roches dures, elle se fait dans des gradins prédécoupés par des forages. Dans les trous de forages, on place les explosifs, qui sont caractérisés par une forte puissance.

Lors de l'explosion des charges, les fissures créées par la multiplication des forages se rejoignent facilement et rapidement, induisant ainsi à un basculement des blocs. En fait, l'explosif ne fait que révéler les fissures naturelles de massif (s'il est très fissuré, on obtiendra de petits blocs). (Aliouche, 2008)

6.3.2 Méthode de sciage par le câble diamanté :

La méthode est utilisée pour le découpage des blocs de forme bien définis dans un matériau non fissuré tel que le marbre ou le calcaire dur. Ce découpage est réalisé à l'aide d'un fil, d'un câble très rouillé utilisé comme support d'abrasif (sable).

Le câble peut être remplacé par un toron (assemblage de plusieurs gros fils arrondis ensembles) et chaque câble constitutif peut en permanence être rempli de sable par envoi d'eau, le maintenant dans les trous de câble. Par contre, si le matériau est fissuré, l'eau et le sable entrent dans les fractures et la méthode devient alors inefficace. (Aliouche, 2008)

6.3.3 Méthode de ripage :

Cette méthode consiste à déplacer, à enlever ce qui gêne à l'aide d'une ripe (griffe ou engin plus puissant), à travailler sur les blocs résistants, notamment en agrandissant les fissures ;(cette méthode peut également être utilisée lors de la remise en place des terres pendant le réaménagement : la ripe décompacte les terrains tassés par le passage des engins). (Aliouche, 2008)

6.4 Exploitation à ciel ouvert :

L'exploitation d'une mine à ciel ouvert (MCO) consiste à exploiter le minerai depuis une excavation créée en surface après avoir enlevé les matériaux stériles qui le surmontent. Les MCO concernent l'exploitation de parties de gisement situées proche de la surface topographique (typiquement entre 0 et 400 m de profondeur).

On distingue classiquement, selon la disposition des zones minéralisées :

- Exploitations en découverte (lorsque le gisement est stratiforme, peu profond et s'étend sur une grande surface horizontale)
- Exploitations en fosse (lorsque le gisement s'enfonce dans le sous-sol avec une extension latérale réduite).

Les exploitations à ciel ouvert requièrent généralement des engins de chantier aux gabarits imposants et peu communs aux autres secteurs de l'industrie (pelles, roues pelles, draglines, tombereaux, foreuses).

Toute exploitation en MCO comprend les étapes de travail suivantes ;

- **Décapage** : il s'agit de retirer les terrains situés en surface pour mettre à nu les niveaux à exploiter. On retire ainsi la terre végétale, les roches plus ou moins altérées et les niveaux stériles ;
- **Abattage** :
 - abattage à l'explosif et se compose dans ce cas :
 - d'une phase de foration : à l'aide de sondeuses à percussion, marteau fond de trou, sondeuses rotatives. Le matériel est choisi en fonction de la nature du minerai à extraire, ainsi que de la vitesse et de la profondeur de foration nécessaires pour atteindre la production quotidienne visée. Cette opération doit se faire suffisamment à l'avance pour permettre la préparation du chantier en vue de l'évacuation des produits abattus ;
 - d'une phase de tir de mine : l'explosif le plus utilisé est le nitrate-fuel (ANFO) mais l'utilisation d'unités mobiles de fabrication d'explosif (UMFE) se développent, ces dernières peuvent éventuellement constituer une alternative à la manipulation de cartouches d'explosifs et à leur transport depuis le lieu de fabrication au site de tir (figure 07). Sont distingués les tirs d'abattage (pour disloquer le massif rocheux) des tirs de découpage (pour dessiner les gradins) ;
 - abattage mécanique : dans le cas de massif «tendres», des pelles spécifiques extraient de manière continue les roches (pelles à câbles, pelles hydrauliques, pelles en butte, décapeuses ou «scrapers», roues pelles, etc.) ;
- **purge** : il s'agit de sécuriser le site après les tirs afin de faciliter les étapes suivantes (via des pinces à purger notamment) ;

- **chargement** (simple ou avec transport combiné) : il s'agit de déblayer la zone de tir des roches abattues. Dans le cas d'un tir à l'explosif, le chargement est dit simple et il est effectué par pelles sur chenilles (en butte ou en rétro) ou par chargeuses frontales sur pneumatiques (dit loader). Dans le cas d'un abattage continu, le chargement est combiné à la phase d'abattage puisque les pelles utilisées déblaient directement les roches.
- **Transport** : il s'agit de transporter les diverses roches déblayées vers la zone de traitement (primaire ou secondaire). Dans certains cas, ce transport peut se faire directement par les pelles (distance de transport très faible). Le plus souvent il est effectué essentiellement par tombereaux (rigides ou articulés) ou par bandes transporteuses. Sur de très longues distances, des voies de chemins de fer peuvent être construites.(Poulard et al., 2017)



Figure 7: unité mobile de fabrication d'explosif (Poulard et al., 2017)

Exploitation en découverte :

La découverte commence par une tranchée ouverte dans le recouvrement stérile sur toute la largeur du panneau à exploiter jusqu'au toit de la minéralisation puis elle est

élargie progressivement vers les extrémités du panneau (front de découverte, figure 2).

L'exploitation du minerai se fait de la même façon, à partir d'une tranche initiale qui progresse parallèlement à la découverte (front d'exploitation), les stériles étant généralement remis en place au fur et à mesure pour combler l'excavation (front de remblayage).(Poulard et al., 2017)

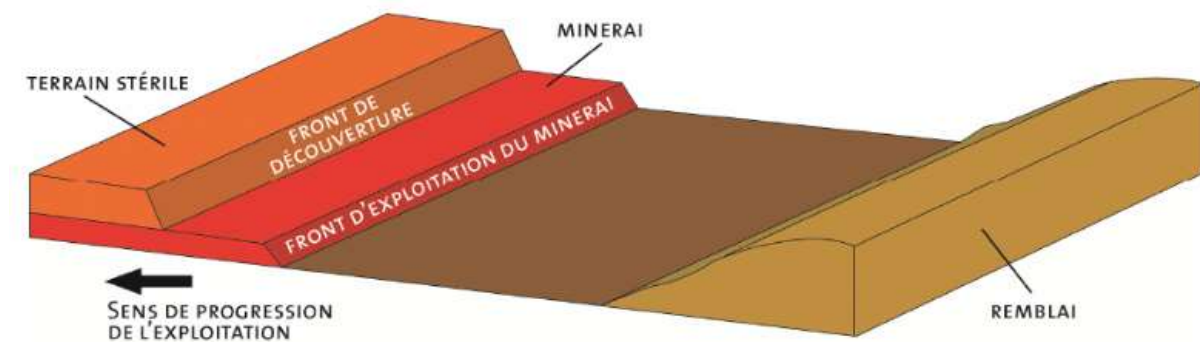


Figure 8: schéma d'une exploitation à ciel ouvert en découverte (Poulard et al., 2017)

Exploitation en fosse :

La découverte porte alors sur tout le volume du cône qui constitue la fosse. Tous les matériaux stériles sont évacués hors de la fosse et stockés (pour remblayage éventuel du trou, figure 3). Cette méthode est réservée aux filons, aux couches fortement pentées et aux amas. Le taux de découverte s'accroît très vite avec la profondeur, ce qui limite l'intérêt économique de la méthode.

En zone plane, cette fosse correspond à une excavation fermée plus ou moins évasée vers le haut dont les dimensions peuvent être importantes (hectométriques à kilométriques). En zone montagneuse, la fosse est généralement creusée à flanc de coteau et ouverte sur une de ses faces.

La fosse s'étage selon une succession de gradins et de banquettes dont la pente assure la stabilité locale et globale de l'excavation (30° à 75°, selon la nature des roches). Le

maintien d'une pente régulière demeure complexe puisque les massifs rocheux traversés sont souvent hétérogènes et fracturés.

Le choix de la méthode à ciel ouvert porte sur :

- L'extension de la fosse (hauteur ou profondeur, longueur et largeur) ;
- La géométrie des flancs en gradins plus ou moins hauts et pentés et banquettes plus ou moins larges, afin de limiter le volume de stériles et d'assurer la stabilité des pentes (éviter les flancs trop pentus favorables aux ruptures).

Généralement on différencie les fosses creusées au sein de massif de roches dures de celles creusées au sein de massif de roche tendres ou de terrains meubles. Les pentes de ces fosses ne sont pas les mêmes, le maintien d'une pente régulière dans un massif rocheux demeure complexe compte tenu de leur hétérogénéité et de leur fracturation, les massifs meubles sont relativement plus sensibles à une mauvaise gestion des eaux.(Poulard et al., 2017)

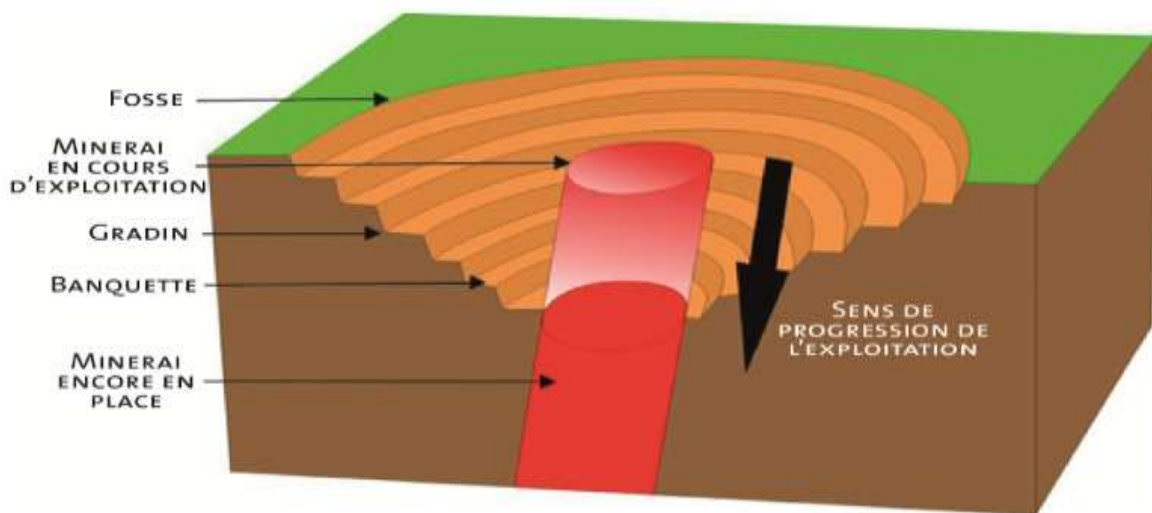


Figure 9: schéma d'exploitation à ciel ouvert en fosse (Poulard et al., 2017)

7 Schéma général du processus de fabrication dans une carrière :

L'exploitation à ciel ouvert consiste à enlever les stériles de recouvrement et à accéder à la partie supérieure de gisement, cette partie est composée des roches les plus dégradées, est enlevée, on l'appelle également découvertes.

7.1 Différentes phases d'exploitation à ciel ouvert :

Le secteur d'exploitation à ciel ouvert englobe toutes les formes d'extraction de matière première à partir de gisements affleurant. Le gisement est mis à nu par l'enlèvement des roches de recouvrement. (Aliouche, 2008)

1) Extraction :

Il s'agit de l'enlèvement du produit de la découverte, première source de sous-produit de carrière. De même, dans ce que l'on qualifie la découverte, peuvent se trouver des niveaux de roches de mauvaises qualité pour l'exploitant principal, mais pouvant être exploités pour des utilisations différentes. L'extraction du gisement, se fait parfois par pelle mécanique (déroctage), pour les gisements les plus tendres, surtout si l'épaisseur exploitée est faible, mais le plus souvent elle se fait par minage. (Michel and Claude, 2010)

Les étapes de l'extraction sont :

- **Forage**

Percement de trous verticaux d'environ 10 cm de diamètre dans la roche selon un écartement (la "maille") bien déterminé. Le gisement est d'abord foré régulièrement, les

trous de forage sont alors chargés d'explosifs avec une quantité qui variés selon le type de la roche.

- **Minage**

Après forage de trous, ils seront remplis d'explosif. Les tirs successifs des trous provoquent l'abattage d'une grande quantité de matériaux éclatés. Les éclats de roches sont ensuite chargés et transporté vers le centre de traitement.

Le tir est placé sous la responsabilité d'un professionnel spécialisé : il prépare le plan de tir, et programme notamment un léger décalage entre les explosions afin de réduire les nuisances du bruit et des vibrations pour les habitants vivant à proximité de la carrière. De plus, l'ensemble des paramètres de tir va ou non être à l'origine de nuisance de nature différentes : nuisances sonores, vibrations ou projections. L'exploitant se doit configurer ces tirs d'abattage de façon à diminuer autant que faire se peut ces contraintes.

- **Reprise**

Une pelle hydraulique ou un chargeur à pneu récupère la roche abattue et la charge dans un engin de transport. Le produit de l'extraction est scalpé (si forte teneur en limon et argile), c'est, avant le concassage, l'élimination par criblage, des fractions les plus fines (moins de 40 mm par exemple) et les plus argileuses. Le produit scalpé est concassé la première fois, pour passer de l'état de blocs à l'état de pierres, puis le gisement issu sera concassé pour une ou deux nouvelles fois, pour en réduire encore la taille, il est ensuite criblé pour obtenir les granulats de granulométries voulues.

- 1) Transport :**

Le transport de la roche brute se fait grâce à des camions, pour la majorité à benne carrière, et cela après avoir été chargé par un engin de travaux publics. Il se fait de site d'extraction vers la station de traitement qui est situés dans le même périmètre.

- 2) Traitement :**

C'est l'étape la plus importante dans une carrière de granulats car elle consiste à donner à la roche les dimensions voulues pour son utilisation et cela par :

- Le concassage (fragmentation)
- Le classement (criblage) des matériaux
- Des dispositifs des manutentions (engins sur pneu et bandes transporteuses).

Ces installations de traitement sont le plus souvent situées sur le site de la carrière. Il arrive cependant qu'elles se trouvent ailleurs que sur le site d'extraction des granulats.

- **Concassage**

Le concassage est une opération essentielle de traitement de la roche extraite pour la production des granulats, elle consiste à fragmenter ou à réduire la taille de la roche jusqu'à quelques millimètres. Le rôle de concassage est de réduire les dimensions des éléments pour obtenir la granulométrie souhaitée et, accessoirement, pour améliorer leur forme. Les concasseurs sont basés sur trois principes :

- Rupture par écrasement entre deux pièces métalliques, dont l'une est mobile par translation (mâchoires) ou par rotation (giratoires).
- Rupture par chocs entre pièces mobiles en rotation (marteaux, percussions).
- Rupture sous l'action des charges libres.

C'est l'une des étapes dans le traitement minéralogique de minerais, les matériaux grossiers sont cassés par une action mécanique directe, par exemple la fermeture de deux mâchoires verticales ou la projection violente sur un écran métallique.

On cherche généralement à obtenir des matériaux allant de 0 à 250 mm. Dans un processus de traitement, la matière peut être concassée plusieurs fois de suite, on parle alors de concassage primaire, secondaire, tertiaire, ces différentes catégories sont décrites dans le tableau suivant :

Tableau 3: différentes catégorie de concassage

Nature de concassage	Dimension donnée à la roche (mm)
Primaire	Jusqu'à 100-150 mm
Secondaire	Jusqu'à 25-50 mm
Tertiaire	Jusqu'à 5-10 mm

- **Criblage**

Le criblage (ou tamisage) est l'opération qui permet de sélectionner les grains et de séparer un ensemble de grains en au moins deux sous-ensemble de granulométries différentes, le crible ne laissant passer dans ses mailles que les éléments inférieurs à une certaine taille.

A l'issue de concassage les matériaux sont envoyés par des convoyeurs à bandes sur une série de grilles vibrantes qu'on appelle les cribles.

Les cribles peuvent être constitués par une seule grille permettant le classement en deux sous-ensembles ou de plusieurs grilles permettant le tri en plusieurs ensembles de matériaux aux dimensions recherchées. Ces grilles sont perforées avec des ouvertures de tailles déterminées en fonction de la dimension des grains recherchées. (Bizriche et al., 2012)

Il existe plusieurs types de grille (métalliques, caoutchouc, tissu synthétiques) dont l'utilisation dépend essentiellement de leur résistance à l'abrasion ou l'usure des matériaux.

Il existe trois sortes de criblage :

- **Criblage primaire** : à l'issue du concassage primaire les matériaux sont envoyés par des convoyeurs à bande sur une série de grilles vibrantes. La taille des trous dans les grilles permet de trier les matériaux. Ceux suffisamment petits pour être commercialisés sont mis en stock, les autres partent pour le broyage secondaire.

- **Criblage secondaire** : même principe que précédemment, mais les matériaux trop gros repassent dans le broyeur secondaire, les autres partent soit vers le broyage tertiaire, soit par les stocks commercialisables.

- **Criblage tertiaire** : plusieurs cibles en séries finissent de séparer les granulats en « coupures » de plus en plus fines.

- **Broyage**

Le broyage est une opération consistant à diviser un solide, pour augmenter sa surface spécifique (surface développée de la poudre par unité de masse) et donc sa réactivité. En minéralogie le broyage se fait jusqu'à la maille de libération, c'est la taille d'un minéral au-dessous de laquelle une particule de minerai est parfaitement libérée, c'est-à-dire uniquement de minéral à valoriser. (Bizriche and Benkerrou, 2012)

On parle aussi de comminution ou d'attrition selon l'intensité de l'opération. Nous avons deux sortes de broyage (secondaire et tertiaire):

- **Broyage secondaire** : les matériaux trop gros sont cassés par une action mécanique indirecte en utilisant l'attrition. Les broyeurs coniques verticaux giratoires sont courants. On cherche alors à réduire la taille des plus gros à 50 mm.

- **Broyage tertiaire** : dans ce cas on cherche à obtenir des matériaux inférieurs à 14 mm de diamètre.

- **Scalpage**

Durant cette opération les matériaux avancent sur des convois écartés d'environ 200 mm. Les plus petits passent à travers, les matériaux fins sont souvent impropres aux usages nobles des granulats, c'est à travers cette opération qu'on les élimine.

3) **Lavage**

Le lavage a pour but d'éliminer les fines polluantes agglomérées entre elles ou collées à la surface des produits finis. Cette opération est utilisée dans le traitement de tous les gisements (roches massives, roches meubles...) destinés à la production de granulats dits « propres » en particulier pour la fabrication de béton. D'après Archambaud. C, et

Berthali. J, le terme lavage désigne les actions permettant de détacher, grâce à des moyens mécaniques, hydrauliques ou vibratoires, les éléments fins agglomérés entre eux ou collés à la surface des granulats afin de les éliminer avec l'eau et dans le but de récupérer les granulats égouttés et exempts des éléments nuisibles.(Benyessad, 2006)

On lave ou on dépoussière pour obtenir des granulats « propres » cette propreté est une nécessité industrielle car la présence de boues d'argiles ou de poussières mélangées aux matériaux ou enrobant les grains empêche leurs adhérences avec les liants (ciment, chaux...). On détache grâce à des moyens mécaniques, hydrauliques ou vibratoires. On fonction de l'importance ou de la nature des particules fines indésirables les actions de lavage sont incorporées à différents niveaux du traitement des matériaux :

- **Simple** : rinçage succinct sur crible dans le cas d'un matériau faiblement argileux ;
- **Complexe** : plusieurs opérations de traitement réalisées par des appareils tel que la roues laveuses et cyclons dans le cas des matériaux très argileux. Le lavage est une opération qui peut se réaliser aux différents stades des chaines de traitement du niveau primaire jusqu'au niveau de classification des granulats.

4) **Pesage**

C'est l'opération qui consiste à peser les différentes masses de granulats destinés à la vente.

5) **Stockage et la vente**

En fin de traitement, on obtient des produits de qualités qui répondent à des critères de qualités bien précis. Une fois réduits, traités et classés, les granulats sont acheminés vers les airs de stockages, ces granulats sont considérés comme étant le produit fini de la carrière, ils sont stockés à l'air libre et puis vendus ou conduits vers les stations d'enrobages.

8 **Carrière et environnement :**

Les granulats sont des matériaux dont on ne saurait se passer et cette notion est trop souvent oubliée du grand public, qui ne ressent l'impact des carrières qu'à travers les atteintes qu'elles apportent à l'environnement.

Les granulats sont des matériaux bon marché, et le développement des contraintes au niveau de leur production ne peut qu'entraîner une augmentation des produits.

L'exploitation des carrières ne conduit pas à terme, comme beaucoup de gens semblent le croire, à une stérilisation d'une surface qui peut être considérable. Ce n'est qu'un épisode de l'occupation du sol qui se conclut, à plus ou moins long terme, par une nouvelle affectation dont bénéficie la collectivité.

Citant à titre d'exemple : base de loisirs, espace sportifs, bassins de pêche, terre agricoles, opérations d'urbanisme, bassin d'alimentation en eau, aménagement paysager, stockage contrôle des déchets. Les actions envisageables sur la réduction des nuisances, associées aux multiples possibilités de réaménagement, montre que la carrière n'a qu'un effet nuisible temporaire et réductible qui, à moyen terme et long termes, sera toujours bénéfique pour la collectivité.(Benyessad, 2006)

Chapitre 03 : Présentation de la zone d'étude

1 Situation géographique :

La zone d'étude se localise au sud de Sidi Bel Abbès, dans la partie Ouest de l'Algérie, à 470 km à l'Ouest d'Alger.

La région de Sidi Ali Ben youb se situe dans le grand bassin de la Macta, greffé dans la partie sud de Sidi Bel Abbès sur la feuille topographique (nouvelle version) de Telagh _1- Est, à l'échelle 1/50000.

D'une superficie de 133km², la commune de Sidi Ali Ben youb est entourée au nord par les communes de Tabia et Boukhanéfis, au sud par les communes de Mezaourou et MoulaySlissen, à l'Est par la commune de Benachiba chelia et à l'Ouest par la commune de Chetouane Belaila.

Traversé par l'oued Makerra dont le réseau hydrographique est développé surtout dans la partie montagneuse. Ce réseau est relativement dense, se caractérisant par une densité de drainage de 3,7 km /km². (Lakehal, 2019)

Les carrières de Sidi Ali ben youb sont situés au lieu-dit Djebel Kraoula, Elle est située dans une zone boisée dégradée, à 3km à l'ouest de la commune de Sidi Ali Ben youb soit à 30 Km de la wilaya de Sidi Bel Abbès.

La zone d'étude est limitée au Nord par les wilayas d'Oran et de Temouchent, à l'Est par les wilayas de Saida et Mascara, au Sud par la wilaya de Naama et enfin à l'Ouest par la wilaya de Tlemcen.(Bey, 2010)



Figure 10: situation géographique de la région

2 Géologie régionale :

2.1 Cadre géologique régionale :

Sur le plan structural le territoire de la Wilaya embrasse la zone de plissements telliens (Nord) et la partie stable de la plate-forme épi hercynienne. On y distingue trois étages structuraux :

Paléozoïque supérieur, anti Oligocène et Oligocène - quaternaire. L'existence du socle paléozoïques ne peut être confirmée qu'indirectement par la présence de blocs et des fragments de roches métamorphiques (versants des Monts de Tessala, Arbal,... etc...).

L'étage anti-oligocène (Trias Paléogène) se caractérise par un plissement tellien, manifestations de diapirisme qu'on observe dans des blocs soulevés,

Le complexe oligocène - Quaternaire surmonte en forte discordance angulaire les formations plissées du deuxième (moyen) étage structural.

Les éléments tectoniques structuraux sont orientés du SW au NE, sont représentés du Nord au Sud par la dépression de Chleff, le Horst de Tessala, la dépression tellienne de l'Ouest, la dépression de Tessala, le soulèvement de Mécetaôranaise. Dans la région affleurent les roches du Trias, Pliocène du quaternaire souvent des dépôts du jurassique supérieur et du Crétacé inférieur, rarement les roches du Crétacé supérieur.

Trias : affleure seulement au Nord de la Wilaya, représenté par des brèches argilotogréseuses, des marnes, des dépôts bariolés gypso-salifères et argilo-carbonatés.

Jurassique : se développe au Sud, représenté par un faisceau puissant monotone de calcaires massifs, marnes, dolomies, grès.

Crétacé : représenté par les trois étages. Les dépôts sont représentés par des faciès continentaux ou lagunaires qui à partir de la surface supérieure de l'étage inférieur se substituent par des faciès marins. Ce sont des argilites, des schistes, des grès, des marnes, des calcaires.

Paléogène : représenté par des faciès marins de l'Eocène et de l'Oligocène se développant dans la partie centrale, Nord et NE du territoire, C'est l'Alternance des argiles et des marnes avec des passées de calcaire organogènes, et de grès.

Néogène : représenté par la partie supérieure du Miocène et par le Pliocène LeMiocène est constitué par l'Alternance d'argiles de marnes et- de grès calcaires organogènes, des sables et des argiles localement de roches gypso-salifères et de passées de kieselguhrs (diatomites). Le pliocène est constitué de grès marins argileux, de marnes et de sables : la partie supérieure renferme des grès argileux continentaux bariolés, des grès avec des galets de gravelites et des conglomérats.

Quaternaire : représenté par des alluvions, sables et des limons sableux, des limons, des argiles, des gravelites argilo-sableuses, de cailloutis, des tufs.(Rezoug, 2017)

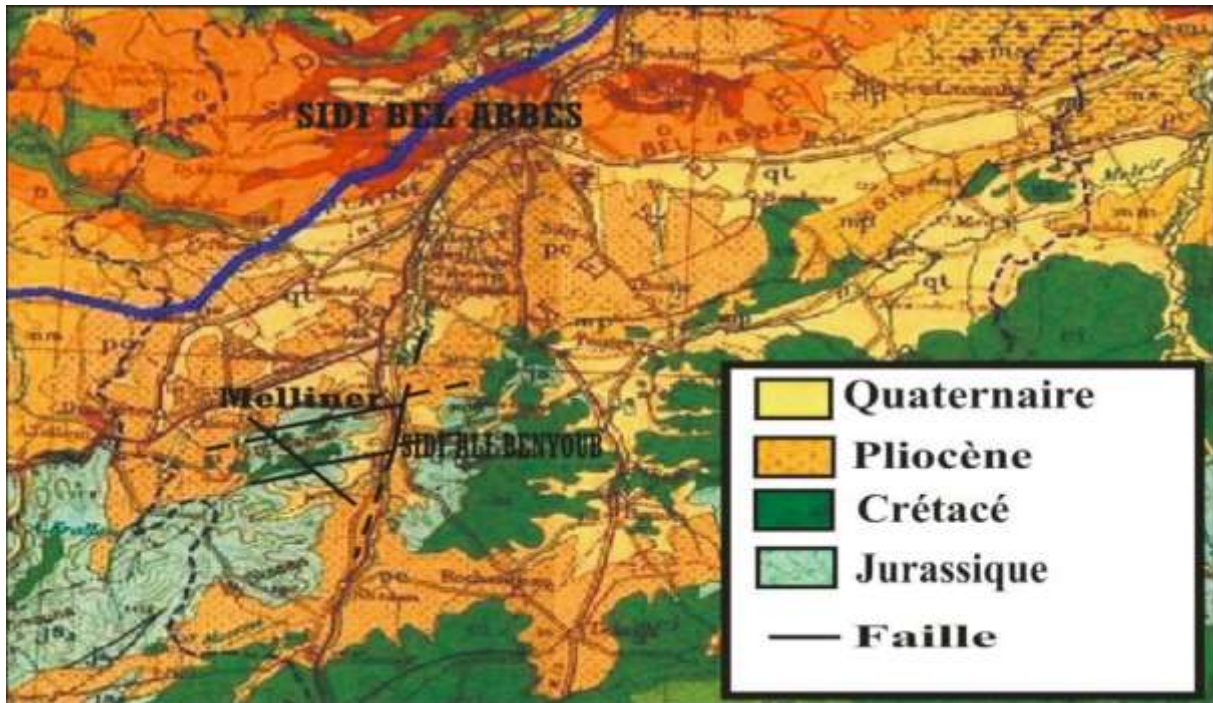


Figure 11: carte géologique de Sidi Ali Benyoub

2.2 Stratigraphie :

D'après les données recueillies à l'ENG de Sidi Bel Abbès au 1/50000 c'est qu'entre la chaîne de Tessala, segment occidental de l'atlas Tellien au Nord et le massif secondaire de Sidi Ali Ben youb au Sud s'étend une région faiblement mamelonnée, déprimée dans sa partie centrale, ou se trouve la ville de Sidi Bel Abbès dans la vallée de la Makkera.

Une autre plaine quaternaire, celle de l'Oued Sarno sépare les premiers monts de Tessala des coteaux tertiaires qui s'alignent de l'Est à l'Ouest entre Sidi Bel Abbès et Parmentier. Si l'oued ne conserve guère qu'un mince filet d'eau en été, sa pente trop faible vers la Mekkerà laisse subsister après les pluies, des mares stagnantes.

Les collines qui constituent la partie Nord sont uniformément gréseuses, mais l'érosion a atteint le substratum argileux qui affleure souvent par endroits.

La Mekkerà creuse son lit dans un vaste dépôt lacustre du pliocène largement étalé surtout au Sud de la rivière qui est encore une intéressante région agricole.

Vers le Sud –Est on aborde le flanc très adouci d'une notable ondulation Est-Ouest qui atteint 940m au Sud de Boutin et dont l'autre versant s'abaisse beaucoup plus

brusquement vers Tenira. Ces grès de pliocène ancien fortement dissèques par l'érosion sont parcourus par un réseau serré de ravins qui se ramifient autour de quelques dépressions profondes.(Abdelmalek et al., 2017)

2.3 Litho stratigraphie :

La série stratigraphique de la région comprend les formations du quaternaires, pliocène, crétacé et jurassique.(Rezoug, 2017)

Sur le plan litho stratigraphique, les séries sont généralement des formations du Quaternaire, du Pliocène et du Jurassique. Les formations du Jurassique affleurent au centre et à l'ouest du Djebel Sandel et Djebel Kraula (AUCLAIR et BIEHLER).

Ces formations sont qualifiées de marno-calcaires avec une puissance variant de 250 à 300 mètres. Le gisement de Chanzy (actuellement Sidi Ali Ben youb) est attribué au paquet supérieur de l'assise marno-calcaire représentée par les calcaires gris foncé et gris verdâtres.

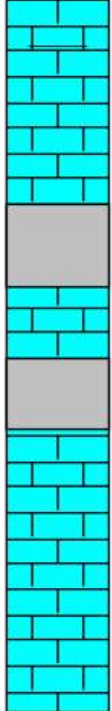
Age	EP	Colonne Lithologique	Description des faciès
SO-KOUBRIP - SO-DJAL-ETROP	7 m		Calcaires gris foncé admettant parfois des passées gréseuses à grains grossiers
	3.2 m		Marnes tendres par endroits
	1.2 m		Calcaires
	1.2 m		Marnes
	10 m		Calcaire gris-verdâtre, fissures avec des filonnets de calcite

Figure 12: colonne litho-stratigraphique du membre B, djebel El kraloua (d'après le sondage mécanique)

2.4 Cadre structural :

Structurellement la région se caractérise par une structure plus au moins tabulaire (pendage faible et parfois divergent), affectée par une tectonique de type cassante. On note, des accidents de directions Est-Ouest (failles bordières), NNW-SSE NW-SE et enfin WSW-ENE. Ce style tectonique permet la mise en évidence d'une structure ayant subi une distension qui s'exprime par un découpage en (Horst) et (graben). (Rezoug, 2017)

2.5 Tectonique :

Sur le plan tectonique, la région se situe dans le sud de l'Atlas tellien avec de grands systèmes de plissements alpins tels que les Monts de Tessala et les Monts de Dhaya. Les formations du Mésozoïque sont plissées en grands anticlinaux de direction généralement est et nord-est (Djebel Sandel et Djebel Seghir). Ces anticlinaux constituent les contreforts des Monts de Sidi Bel Abbès, dont le plus grand (Djebel Sandel) s'étend d'ouest-sud-ouest à nord-est, sur une dizaine de kilomètres.

Le pendage de ces plis est assez calme, de direction est-nord et sud-est, variant de 1° à 3° dans le noyau et de 13° à 27° sur les flancs des anticlinaux avec, parfois, des rejets verticaux atteignant 250 mètres.

2.6 Géomorphologie :

Sur le plan géomorphologique, ces dépressions sont remplies de sédiments légèrement disloqués du Pliocène et de sédiments actuels.

3 DESCRIPTION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT, GEOMORPHOLOGIE :

Du point de vue relief et d'après les études faites la wilaya de Sidi Bel-Abbès se subdivise en trois parties distinctes :

- Une première partie représentée par des zones montagneuses couvrant une superficie de 2250 Km², soit le quart de la superficie de la wilaya. Il s'agit des monts de Tessala et de Beni Chougrane au Nord avec une superficie de 860 Km² et les monts de Dhaya dans la partie centrale avec une superficie de l'ordre de 1386 Km².
- Une deuxième partie représentée par des plaines couvrant une superficie de 3240 Km² avec les plaines de Sidi Bel-Abbès et les hautes plaines de Telagh.
- La troisième partie est représentée par les zones septiques avec une superficie de 3660 Km² soit presque les 40 % du territoire de la wilaya. (Rezoug, 2017)

3.1 Données climatiques :

Influencé d'une part par la mer, d'autre part par le Sahara, la région de Sidi Ali Ben youb comme celle de Sidi Bel Abbès, est caractérisée par un climat semi-continentale

avec des étés très chauds et des hivers froids, le printemps et l'automne ayant une durée courte. La plaine de Sidi Bel Abbés ou se situé le gisement objet de l'étude est caractérisé par des hivers frais et des été chauds.(Kahene et al., 2015)

Nom de station	Code	Coordonnées Lambert			période
		Z (m)	X (m)	Y (m)	
Sidi Ali ben youb	110201	635	1865000	192200	1968-2001

3.1.1 Températures et la précipitation :

Les températures moyennes (année 2001) varient de 10° en hiver et de 25° en été. Concernant les précipitations, celles-ci varient entre 200 mm/an pour les zones steppiques de sud, et de 400 mm/an pour les autres régions.(Kahene et al., 2015)

Tableau 4: évolution des températures et des précipitation mensuelle pendant l'année 2001 Station Météorologique de Sidi Bel Abbès).

	janv	fevr	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	dec
Moyenne temp (°C)	5°	8°	12°	14°	17°	21°	28°	30°	27°	24°	18°	9°
Moyenne precip(mm)	30	38	46	48	38	13	3	5	10	33	38	46

3.1.2 Vents :

Les données du vent enregistrées à la station météorologique de Sidi Bel Abbès indiquent que les directions dominantes des vents applicables au site sont de Nord-Ouest. L'hiver est caractérisé par des vents du Nord-Est, et l'été par des vents du Sud-Ouest.(Kahene et al., 2015)

Tableau 5: évolution des vents mensuels pendant l'année 2000(Station Météorologique de Sidi Bel Abbès).

	jan	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	dec
Moyenne vent (m/s)	0.7	0.7	1.2	3.1	1.5	1.9	1.6	1.6	1.7	1.7	2.2	2.8

3.1.3 Humidité :

La région est connue par une humidité moyenne annuelle de l'ordre de 80% en début de matinée. Elle diminue en début d'après-midi pour remonter en fin de la journée (65%).(Abdelmalek et al., 2017)

3.2 Réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique est constitué par de nombreux cours d'eau à l'écoulement vers le Nord. Les plus importants Oueds Mekerra, Sarno, Louza et Sefioun qui coulent en permanence. Les autres affluents sont pratiquement secs en été.

- A l'échelle du périmètre le réseau hydrographique est quasiment absent.(Abdelmalek et al., 2017)

3.3 Hydrogéologie :

Concernant l'hydrogéologie, la région de Sidi Bel Abbés est défavorisée en eau. La pluviométrie est médiocre et la précipitation ne dépasse pas les 400 mm/an, celle-ci est absorbée par les terrains perméable Oligocènes et pliocènes. La présence des chlorures en beaucoup points dans les marnes, causer l'abondement de la nappe qu'existe en dessous. Le réseau hydrographique est représenté par deux oueds principaux l'oued Sarno au nord et la Mekerra, les eaux de ce dernier sont dirigés essentiellement pour l'irrigation, leurs débit est faible et il est renforcé par l'apport d'une série des sources qui jaillissent le long des berges, à la base des grès oligocènes et des conglomérats.(Bey, 2010)

- Les eaux de la Mekerra sont dérivées sur tout son parcours par l'irrigation, le débit de la rivière étant faible, il est renforcé par l'apport d'une série de sources qui jaillissent le long des berges, à la base des grès Oligocènes et des conglomérats.
- Dans le pliocène récent, les puits rencontrent l'eau habituellement potable, dans les lentilles de poudingues qui s'intercalent au milieu des limons.
- Dans les limites du gisement à exploiter et au vu de la nature des roches qui le composent aucune manifestation hydrogéologique n'a été décelée au niveau du périmètre.(Abdelmalek et al., 2017)

Le massif rocheux dans le gisement sidi Ali Ben Youb est présenté sous forme de couches stratifiées les uns sur les autres, avec une certaine inclinaison remarqué surtout dans les plus hauts niveaux d'exploitation.

Le pli est légèrement asymétrique, son flanc Nord étant moins accentué que le flanc Sud.(Bey, 2010)

4 zone peuple et environnante :(Lakehal, 2019)

A. Population :

Avec une population globale de 10580 habitants dont le chef-lieu comprend 5365, la commune de sidi Ali ben youb jouit d'une situation géographique très enviable, entre

autres, des caractéristiques favorables dans le domaine hydraulique et pédologiques (sol de lecture sableuse avec un faible taux en matière organique et une capacité de retentions en eau limitée). Ces paramètres peuvent apporter des améliorations sensibles dans la vie de la population par le développement de l'agriculture et de l'agro-alimentaire. Concernant l'emploi, l'agriculture représente 67 %, du totale de l'emploi, l'industrie 18%, et les secteurs tertiaires 14%.

B. Agriculture :

L'agriculture et l'exploitation des carrières constituent les principaux pôles économiques de la commune. En ce qui concerne le domaine agricole, on note principalement :

Les cultures irriguées sont pratiquées sur les deux rives de l'Oued Mekerra et notamment pour la commune de Sidi Ali Benyoub, en discontinu le long des terrasses alluvionnaires.

L'irrigation se fait par pompage dans l'oued et puisage dans la nappe phréatique ce qui dans ce cas se traduit par des rabattements de niveau. Par ailleurs les zones cultivées sont exposées aux risques d'inondation qui causent périodiquement des dégâts aux cultures.

L'élevage en 2000 était pratiqué par 232 éleveurs d'ovins pour 7834 têtes et 114 éleveurs de bovins pour 996 têtes. Dans cet effectif concernant tout le groupement des communes signalées celle de Tabia entrait pour 60 éleveurs de 2350 têtes d'ovins et 21 éleveurs de 206 têtes de bovins. Là encore la sécheresse du climat réduit les possibilités de développement par la réduction des rendements fourragers et ceci malgré les encouragements de stimulation associés au plan national de développement rural et agricole.

Au plan des statut des terres à l'échelle du groupement, la propriété privée entre pour 954 hectares sur un total de 18452 soit 5.2% correspondant à 260 exploitations sur un total de 669 ce qui donne des tailles moyennes de 3.67 ha pour le privé et 42.78 ha pour les exploitations issus du domaines de l'état (EAC et EAI notamment). Dans ces

chiffres, la commune de Tabia compte 118 exploitations totalisant 5525 ha dont 8 privées.

C. Aspect biologique :

Le territoire de la zone d'étude comporte trois grandes zones agro-pastorales. La première zone correspond en grande partie sud du bassin versant steppique à alfa et armoise blanche, son couvert végétale est très dégradé suite à une surexploitation fourragère. Cette zone est exploitée actuellement en agriculture extensive qui est la céréaliculture.

La deuxième zone est à vocation agrosylvo-pastorale et est caractérisée par des massifs forestiers, des parcelles exploitées en arboriculture. C'est une zone où les espèces forestiers ont connus une dégradation suite aux incendies et aux pâturages.

La troisième zone est formée par la zone montagneuse occupée par le maquis.

La partie montagneuse, qui représente la majeure partie du territoire de l'étude, appartient à l'étage bioclimatique semi arde. Le couvert végétal est constitué de forêts et de maquis où le pin Alep est l'espace dominante, accompagnés de certaines espèces forestières :

- **Chêne vert**

Le chêne vert occupait dans la wilaya une plus vaste aire d'expansion. Il recouvrait des surfaces importantes qui ont été réduites par suite de l'extension des activités agricoles. Les peuplements actuels sont mélangés au pin et au genévrier.

- **Pin d'Alep**

C'est l'association la plus importante. De par son adaptation et sa bonne régénération, après incendies, le pin d'Alep a pu s'imposer au sein du groupement des végétaux existants. Le pin d'Alep est une espèce rustique xérophile et calcaire à tempérament envahissant. Il se développe sur les marnes qu'elle soit agrile usées, de calcaires tendres ou schisteuses. Les peuplements les plus étendus se trouvent dans la partie sud du bassin versant de l'oued Mekerra (forêt de Taouzizéne).

- **Thuya**

Il occupe des parties surfaces et dans quelques cas il est dans des conditions de dégradation importante copte tenu de surpâturage. L'importance de thuya réside dans le fait que cette essence est caractérisée par une très grande rusticité. On la retrouve sur tous les sols et s'adapte aux stations aux faibles pluviométries. Le thuya est plus souvent mélangé au pin d'Alep et au chêne vert. La production de graines par le thuya se fait à un âge bien plus avancé que pour le pin d'Alep : ce fait explique que dans le secteur soumis à la plus forte pression (action anthropique), ou dans un stade de dégradation plus avancé, le pin d'Alep tend à prendre le dessus.

- **Cyprès**

Il s'agit d'une essence de montagne et de plaine qu'on trouve même à presque 1000m d'altitude. En principe, il pousse sur des sols rocheux et fissurés est utilisé comme brise vent. On trouve aussi au niveau du site au futur barrage Tabia mélangé à l'acacia.

Dans la région en question, la diversité biologique (faune et flore) reste assez stable et ne semble souffrir d'aucun impact des carrières. Il est à noter aussi que la région ne renferme pas de paysages végétaux rares ou d'espèces animales protégées.

Tableau 6: résumé l'ensemble de la flore et de la faune caractérisant cette zone d'étude

Flore	Faune
<p>Pin d'Alep (pin us halerpensis Mill, Thuya (Tétralines articulata), Chénée kermes (Quervus coccifera), lentisque (Pistacia lentiscus), Filaire (phillyrea angustifolia), doum (chamaerops humilis), genêt (calycotome spinosa), alfa (stipa tenacissima), Romarin (rosmarinus toumefrtii)</p>	<p>Mammifères (sanglier, lièvre brum, lapin garenne, pors-épics, hérisso, chacal, ren genette et mangouste). Oiseaux (perdrix, carapace, moineau, hirondelle, mésange, lin corbeau, verdier et pigeon). Reptiles (lézard vipère et caméléon)</p>

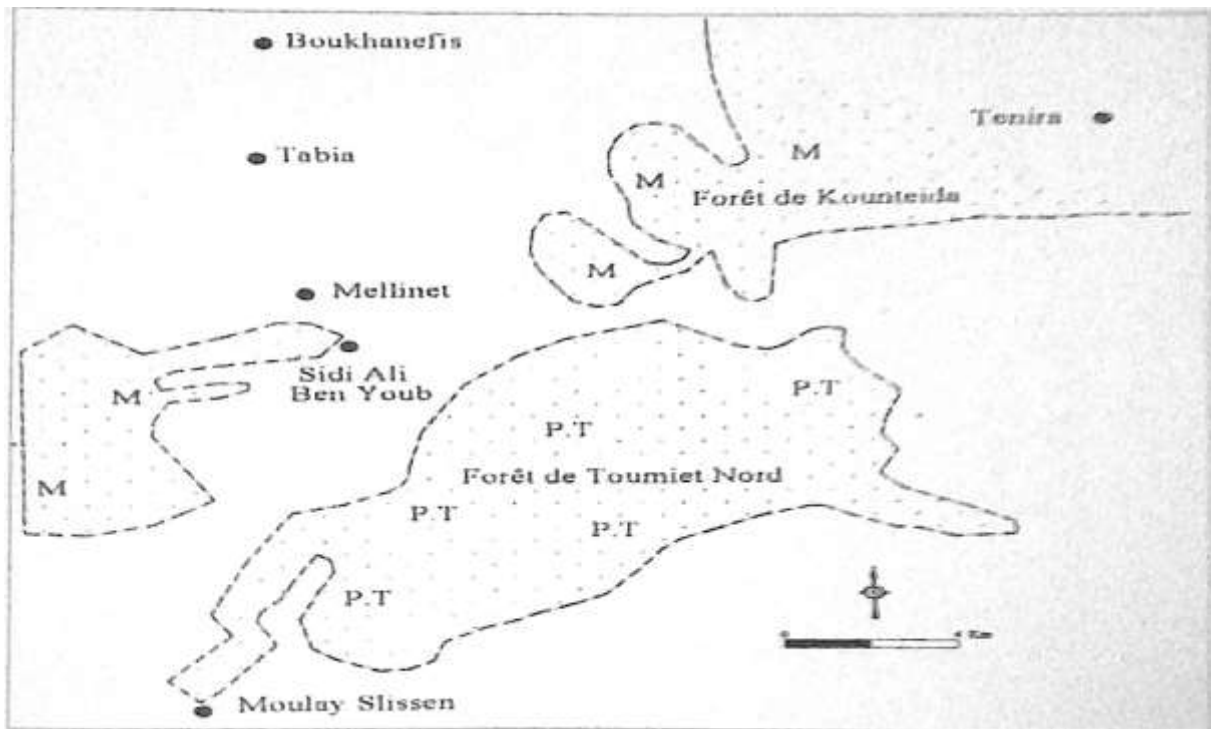


Figure 13: carte végétale de la région d'étude

D. Tourisme :

Avec l'absence de vestiges historique et de lieux de loisirs aucune activité touristique n'est enregistrée dans la commune de Sidi Ali Benyoub.

E. Paysage :

Le paysage est occupé principalement par l'agriculture et les forêts à plus d'un tiers de la superficie constituée de pins d'Alep. L'exploitation de la présente carrière ne modifie pas cet ensemble.

F. Transport et circulation :

Le chef-lieu de Wilaya de Sidi Bel Abbes, se situe pratiquement à égale distance d'au moins (05) Wilayas limitrophes, Ain T'émouchent- Oran- Saida- Mascara et Tlemcen et occupe une position centrale et constitue de ce fait un passage obligé pour plusieurs directions.(Rezoug, 2017)

La commune est traversée par les routes nationales RN 95, RN13 et chemins de wilaya C.W 48, C.W16 A et C.W 57 avec la présence d'une voie ferrée de transport de marchandise et de voyageurs.



Figure 14: infrastructures routières et ferroviaires de Sidi Ali Benyoub la wilaya de sidi bel Abbes (Rezoug, 2017)

G. Industrie :

L'exploitation d'agrégats partagée entre plusieurs carrières constitue le seul secteur industriel existant dans la commune. Ce secteur emploie plus de 500 travailleurs.

1 Description de processus de fabrication dans les carrières de Sidi Ali

Benyoub :

Les carrières objet de notre étude sont d'une exploitation à ciel ouvert :

Tableau 7: les carrières et la surface

La carrière	La surface (m ²)
UMABT	350000
ENG	675800
SOMC	105190
ALGERIA 2000	110836
ETPS	260000

1.1 Présentation de l'exploitation :

Une carrière à ciel ouvert est exploitée à l'air libre, elle consiste à décaper les couches superficielles de terrain pour dégager le gisement. Ces terres de découverte forment alors des talus qui demeurent en place et servent d'écran visuel ou anti- bruit, la pente de talus limitant un gradin à une pente de 60 à 80° dépendante de la tenue des terrains. Les carrières sont donc formées de gradins (de 10 à 20 m de hauteur au maximum).

Une carrière est une unité de production de granulats (graviers et sables) à partir d'un gisement de roches présentant des caractéristiques données, et est classée dans l'activité industrielle d'extraction minière.

De par sa nature (exploitation industrielle des ressources du sous-sol), elle constitue une activité agressive vis-à-vis de la nature dans toutes ses composantes (sols, sous-sol, eaux, air, faune et flore), et vis-à-vis des concentrations humaines (zones d'habitat urbaines et rurales).

Le processus de production de granulats passe par deux étapes principales qui ont des

effets directs sur l'environnement :

- Extraction du tout-venant (carrière proprement dite) : mode d'exploitation à ciel ouvert par gradins d'abattage.
- Valorisation du tout venant en granulats à travers un processus mécanique de broyage (concassage et tri)

Ces activités nécessitent la mise en place d'ouvrages et infrastructures qui vont inévitablement se répercuter sur l'environnement par des impacts négatifs dont l'ampleur est modulable en fonction de la taille de la carrière et des moyens techniques utilisés pour l'exploitation.

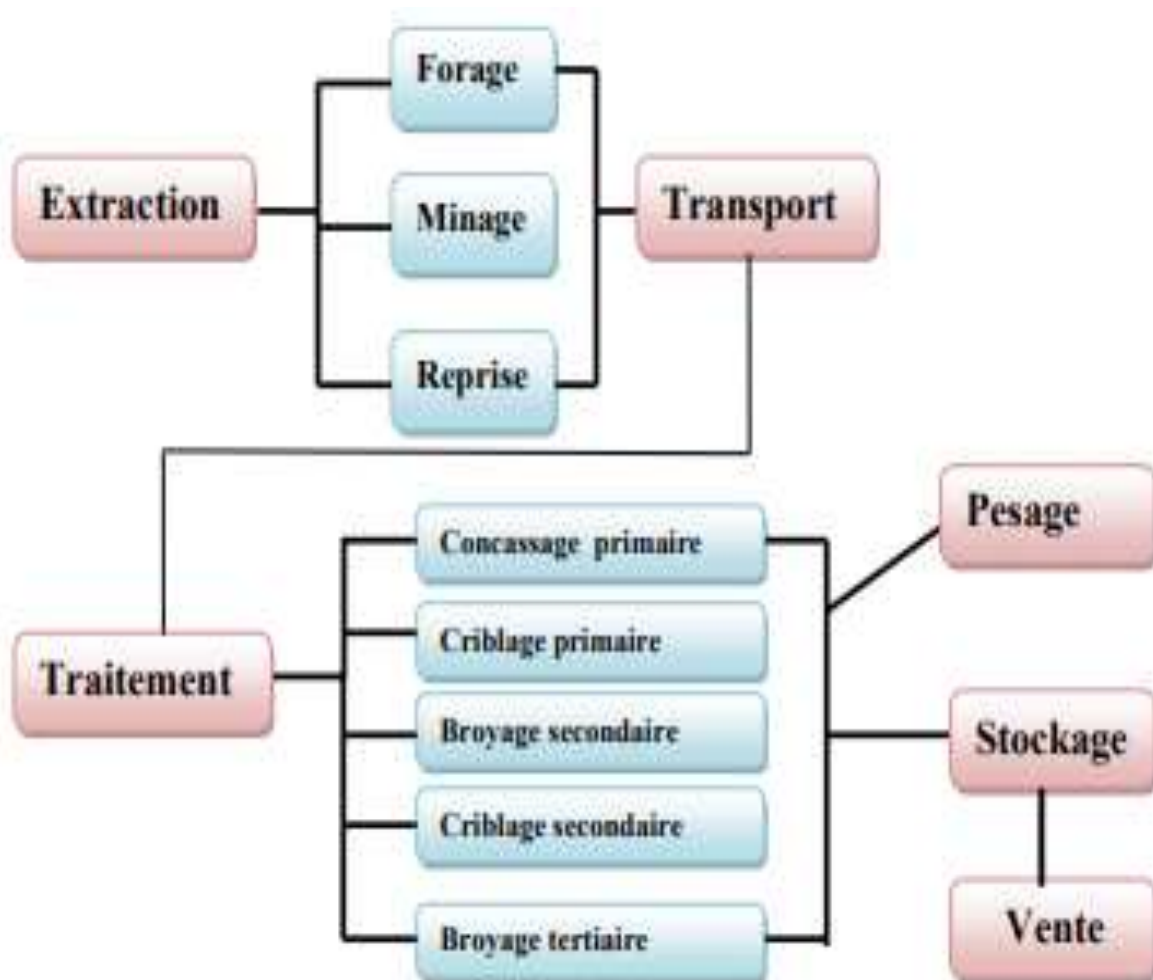


Figure 15: schéma générale de processus de fabrication dans les carrières

1.2 Phase d'exploitation des carrières :

1.2.1 Matériaux extraits :

Les roches sont extraites d'un gisement de calcaire dolomitique gris clair datant du Jurassique supérieur dont les caractéristiques physico-chimiques, déterminées par des analyses, répondent aux normes de qualité exigée par les entreprises des BTPH.

Les granulats de cette carrière sont de la meilleure qualité dans toute la région ouest Algérienne.

- **Résultats d'analyse chimique :**

Oxyde	Teneur en %
SiO ₂	0,90 à 10,94
Al ₂ O ₃	0,40 à 06,24
Fe ₂ O ₃	0,20 à 01,79
MgO	40,09 à 54,12
CaO	0,20 à 01,79
SO ₃	0,20 à 01,58
K ₂ O	0,90 à 10,94
Na ₂	0,90 à 10,94
Cl-	0,90 à 10,94
F	0,90 à 10,94
Ff	0,90 à 10,94

- **Résultats d'analyse physico-chimique :**

Poids volumique	> 2,60 gr/cm ³
-----------------	---------------------------

Taux d'absorption d'eau	entre 0,2 à 1,52
Coefficient de Los Angeles	entre 11,5 et 20,2

1.2.2 Système d'exploitation des carrières :

La taille optimale de l'exploitation est déterminée par la combinaison des éléments suivants :

- Le volume des réserves exploitables.
- La disponibilité des moyens d'abattage.
- La fiabilité et la capacité des installations de traitement.
- Les ressources humaines et financières de l'exploitant.
- La demande du marché des agrégats.

Les activités de production d'agrégats sont scindées en deux phases principales :

- L'extraction du TV calcaire s'opère par abattage, à l'aide d'explosifs et accessoires, de gradins du massif inscrit dans le périmètre de la concession.
- La valorisation consistant à transformer le TV en fractions de granulats normalisées dites PF.

A. Extraction :

- Découverte de la couche superficielle argileuse (d'une puissance de 0,15 mètres en moyenne) à l'aide de bulldozer et déblayage à l'aide de pelle mécanique. Le produit du décapage est considéré comme impureté et est évacué vers les terrils.
- Forage, suivant un schéma étudié, des trous de mine à l'aide du marteau fond de trous actionné par une foreuse sophistiquée, entièrement automatique, pilotée par ordinateur à bord de la machine.
- Soufflage de trous de mine à l'air comprimé.

- Chargement des trous de mines d'explosifs suivants caractéristiques.
- Connexion des trous de mines suivant système utilisé (DMR).
- Contrôle du circuit.
- Bourrage des trous de mines à l'aide d'argile.
- 2^{ème} contrôle du circuit.
- Signal de tir.
- Tir à l'aide d'un explodeur.

Le volume de gaz créé sous pression provoque la détonation due à l'énergie libérée qui disloque la structure du massif, lieu de tir, et fait ainsi abattre le volume de roches appelé TV qui ira alimenter la station de concassage après chargement sur camion bennes (type dumper) à l'aide de la pelle mécanique. Les moyens mécaniques utilisés par cette carrière (brise-roche, pelle mécanique sur chenilles, chargeuse sur pneus, dumpers de transport) sont très performant et fiable (marque CATERPILLAR).

B. Valorisation :

La valorisation va consister à transformer le TV par concassage primaire en fraction 0-300 puis par concassage secondaire en fractions normalisées : 0-3, 3-8, 8-15, 15-25, 25-40 dites produits finis (PF) constituant les produits de base pour les chantiers des BTPH.

- Déchargement du TV dans la trémie de réception à partir des dumpers arrivant du front d'abattage.
- Alimentation par gravité du concasseur primaire.
- Les gros blocs de roche refusés sont traités sur place par un brise-roche intégré au concasseur primaire.
- Concassage primaire à l'aide de concasseurs à mâchoires.
- Transport du 0-300 par bande transporteuse (tapis roulant) jusqu'à la trémie de réception du concasseur secondaire.
- Broyage à l'aide de concasseurs à balourds (concassage secondaire ou moyen).

- Criblage à l'aide de cribles.
- Réception des produits finis dans les aires de stockage spécialisées par fractions.
- Livraison chargement des camions des clients.

2 Planning et ordre d'exploitation des carrières :

L'exploitation du gisement est prévue en plusieurs phases successives suivant l'avancement, à défaut d'un ordre résultant d'une investigation géologique précise préalable.

▪ Travaux de découverte :

La couverture du gisement est constituée d'une couche de terre végétale et d'impuretés d'une puissance de 0,15 mètres en moyenne. Cette couverture stérile est gerbée par bulldozer et évacuée par camions vers les zones affectées aux terrils.

3 Identification des différentes sources de pollution :

Le diagnostic de l'état actuel des carrières et des installations de concassage a permis d'identifier les sources de pollution qui sont :

- Le gisement de calcaire au niveau du front d'abattage.
- La station de concassage primaire et secondaire.
- Le tri et la mise en tas par fractions
- Les engins de travaux
- les moyens de chargement
- les camions de transport.

4 Impact de l'exploitation à ciel ouvert sur l'environnement :

4.1 Principaux impacts d'exploitation des carrières sur l'environnement :

L'impact d'une carrière sur l'environnement avoisinant peut être direct ou indirect. Il est très variable en fonction du type de matériau, du type d'exploitation et de

l'environnement du site.

4.1.1 Impact socio-économique :

Les activités d'exploitation des carrières ont un impact social tel que les répercussions sur la santé des personnes employées et des habitants au voisinage, des modifications induites dans l'environnement et dans les conditions de vie des populations locales. Un impact économique tel que ; l'aménagement de nouvelles voies de transport et de communication, l'occupation des sols, notamment lorsque le site fait déjà l'objet d'une mise en valeur agricole ou forestière.

4.1.2 Impact hydrogéologique :

Du fait de l'excavation engendrée, une carrière peut avoir un impact direct non négligeable sur l'écoulement souterrain des eaux. Ainsi, si l'exploitation se poursuit dans une nappe phréatique ou à proximité de celle-ci, le rabattement engendré pourrait, selon les cas, provoquer l'assèchement des puits ou cours d'eaux environnants, donc il peut résulter une modification de la piézométrie et un abaissement du niveau de la nappe phréatique, ainsi qu'une altération de la qualité des eaux souterraines.

4.1.3 Impact hydrologique :

Il est très fréquent qu'une carrière engendre des rejets d'eau au milieu naturel. On distingue deux origines à ces eaux :

- L'eau d'exhaure qui n'est présente que si l'excavation a rencontré un réservoir souterrain.
- L'eau météorique qui peut s'accumuler en fond de fouille après avoir ruisselé sur les pistes, les fronts de taille ou les stocks de matériaux.

L'impact produit est :

- La déviation des cours d'eaux,
- La modification des éléments constitutifs,
- La pollution par des eaux usées contaminées et la pollution due au renforcement de l'érosion.

4.1.4 Impact biologique :

Le développement de l'activité d'extraction des matériaux dans une région est de nature à détruire la flore et écarter (faire migrer) la faune.

4.1.5 Impact sur l'atmosphère :

La composition de l'atmosphère est stable, l'ajout de certain élément peut engendrer un déséquilibre dans ce système. Les activités humaines sont les facteurs essentiels pour son exhortation.

Dans le cas des carrières à ciel ouvert, la précarité de l'atmosphère est due aux :

- Dégagements de poussières par les tirs à l'explosif et le trafic routier,
- Dégagements des gaz nocifs et des effluents gazeux suite à l'ignition spontanée de terrils et les échappements des engins et des automoteurs.

4.1.6 Impact sur le paysage :

Il est évident que l'extraction de la carrière entraînerait une transformation du paysage et un impact négatif de la surélévation naturelle des reliefs (altération de la morphologie et l'apparition des surfaces dévastées), produisant des impacts visuels tel que :

- La forme de l'excavation,
- L'aspect des fronts de taille,
- Le stockage des remblais en particulier laisse des cicatrices dans le paysage,
- Les contrastes de forme et de couleur,
- La position de l'installation de traitement,
- Le déboisement.

4.1.7 Impact sur les infrastructures :

L'exploitation de la carrière entraîne à long terme l'effet d'usure permanent des infrastructures routières par l'usage des convois et le risque de dégâts aux constructions voisines par les vibrations introduites.

Le transport des matériaux endommage les voiries. La circulation des engins entraîne la dégradation des chaussées et aggrave les risques de dérapage sur les routes par suite

de l'épandage des boues.

4.2 Nuisances dues à l'exploitation des carrières :

Les nuisances qui peuvent être occasionnées au cours des opérations de l'exploitation sont dues essentiellement aux polluants atmosphériques (poussières et affluents gazeux), aux bruits, aux vibrations, aux rejets liquides et aux solides divers.

4.2.1 Polluants atmosphériques :

Ces polluants concernent ; les poussières, les oxydes de carbone (CO, CO₂) et les oxydes de l'azote (NO, NO₂). Ce sont généralement des produits des tirs de mines, des échappements des moteurs diesels et des opérations d'extraction de la matière.

4.2.2 Matériaux divers :

Ces matériaux concernent généralement les produits accidentellement introduits lors de l'excavation ou à l'occasion de l'entretien et la réparation des engins de la carrière.

On peut citer à titre d'exemple :

Les rejets de l'exploitation, les huiles et les huiles de vidange et même pour la ferraille provenant des réparations. Les conséquences de ce type de polluants sur les aquifères et sur le paysage sont très importantes.

4.2.3 Nuisances sonores et les vibrations :

Il s'agit, avec les vibrations liées aux tirs de mines, de la nuisance la plus fortement ressentie par les riverains.

On peut distinguer trois sources de bruits :

- Les bruits liés aux tirs de mines,
- Les installations de traitement,
- Les moteurs des engins en circulation et les avertisseurs de recul des engins qui sont indispensables à la sécurité du personnel.

L'impact sonore d'une exploitation dépend également fortement du sens du vent et du relief du terrain. Le bruit est d'autant plus ressenti par les riverains que les carrières se trouvent bien souvent dans des zones rurales relativement calmes.

Chapitre 05 : Emissions et nuisances générées par l'exploitation

1 Différentes sources d'émission :

Les nuisances qui peuvent être occasionnés au cours des opérations de l'exploitation : le forage des trous de mine, l'abattage de la roche et par le transport et le traitement des matériaux, elles sont essentiellement des polluants atmosphériques (poussières et effluents gazeux), de bruit, des vibrations, des projections...etc. Cette étape permet d'identifier les agents, les produits ou les nuisances ayant des effets néfastes voire dangereux sur la sécurité publique, la santé des personnes, les paysages, les monuments, la faune et la flore, lors de différentes phases de l'exploitation.

1.1 Emission de poussières liées à l'exploitation :

1.1.1 Sources principales de poussières :

Toutes substances rejetée dans l'environnement, qu'elle soit d'origine naturelle ou anthropique, se répartit entre les différents réservoirs : air, sol et eau.

Les poussières constituent la principale source de pollution de l'air lors de l'exploitation des carrières. L'émission de poussières caractérise toute exploitation à ciel ouvert, cependant leur dispersion et intensité sont tributaires des facteurs physiques propres à la zone et des conditions d'exploitation. Sur un site d'extraction et de traitement de la roche, les sources d'émission de poussières sont nombreuses et généralisées en tout point d'exploitation de la carrière :

- Poussières dues aux procédés d'extraction proprement dit (forage des trous de la mine, explosion, abattage, reprises au pied des fronts de taille)
- Poussières provenant de procédés de convoyage et de traitement dans le site (criblage, concassage, broyage...)
- Poussières dues à la circulation des engins et des camions sur le site ou sur les voies extérieur (pelle, dumper, camions à bennes sur le réseau de piste...)
- Poussières provenant de site de stockage des produits à livrer ou des stériles
- Poussières résultant lors de la fragmentation importante de la roche au moment de l'explosion

Les particules dont le diamètre est inférieur à 10 μm sont suffisamment fines pour rester en suspension dans l'atmosphère et qui sont générés par les opérations de forage, et d'autre dont le diamètre est supérieur à 10 μm et qui sont susceptibles d'engendrer des nuisances et gênes même si le vent est faible.

1.1.2 Potentiels dangereux des poussières :

En général, quel que soit leurs origines, les poussières sont susceptibles de provoquer des irritations des yeux et de la peau et aussi les voies respiratoires, la voie essentielle de sa pénétration dans l'organisme est la voie pulmonaire (Xavier. 2000). Cette nuisance peut concerner non seulement les employés de la carrière mais aussi les habitants situés à proximité de site.

Les populations sensibles sont celles qui présentent des fragilités pulmonaires et notamment les enfants et les personnes âgées, ainsi que les fumeurs et autres populations en déficience respiratoires.

Ces émissions de poussière peuvent aussi affecter la croissance des plantes en bloquant leurs systèmes biologiques en superposant sur les feuilles et faire écarter (faire migrer) la faune. Le dépôt des poussières peut se faire sentir de façon plus importante par les agricultures aux voisinages du site, et cela en provoquant la diminution de la qualité et/ou de la quantité de certaines récoltes.



Figure 16: potentiels dangereux des poussières

1.2 Emission de bruit :

1.2.1 Définition :

Selon AFNOR, le bruit est considéré comme tout son qui dérange. Le bruit présent des effets sur l'environnement, pour cela, avant toute étude d'impact (pour les installations classées) doit comporter une partie sur le bruit, indiquant notamment le niveau acoustique qui sera émis par les appareils de cette installation.(Lambert, 1994)

Le bruit peut être décrit à l'aide de plusieurs paramètres simple qui sont basée sur le contenu en fréquences, exprimé en hertz (Hz), le niveau de la pression acoustique, exprimé en décibel (dB) et la variation de ce niveau dans le temps, exprimé en seconde minute ou en heures.(Bizriche and Benkerrou, 2012)

Les niveaux de pression acoustique sont assurés sur une échelle logarithmique en utilisant le dB comme unité, car l'oreille humaine peut percevoir une large gamme de pression acoustique. Par ailleurs, l'oreille n'est pas également sensible à toutes les fréquences contenues dans le bruit. C'est pourquoi on utilise la pondération « A » (dB) lorsqu'on s'intéresse aux effets de bruit sur l'être humain.

Donc le danger d'une exposition au bruit dépend de deux facteurs : le niveau sonore et la durée d'exposition.(Michel and Claude, 2010)

Dans la législation algérienne le décret exécutif n° 93-184 du 27 juillet 1993 (réglementant l'émission des bruits) les niveaux sonores sont jugés en fonction de l'environnement, de la source et la période de l'émission ; les niveaux sonores maximums admis dans les zones d'habitation et dans les voies et lieux publics ou privés sont de 70 dB en période diurne (de 06heures à 22 heures) et de 45 dB en période nocturne (22 heures à 06 heures). Et au voisinage immédiat des établissements hospitaliers ou d'enseignements et dans les aires de repos et de détente ainsi que dans leur enceinte sont de 45dB en période diurne et 40 dB en période nocturne. Toutes émissions supérieures aux valeurs limites indiquées sont considérées comme une nuisance à la santé, une gêne excessive, une quiétude du voisinage et une compromission de la tranquillité de la population.(Bizriche and Benkerrou, 2012)

1.2.2 Sources principales du bruit :

Dans une carrière d'extraction les sources de bruit sont très nombreuses mais constituent une nuisance que l'on peut estimer et mesurer. Le bruit des tirs des carrières est important mais ponctuel. Plus gênants sont les bruit qui peuvent être perçue en provenance des installations de concassage et de criblage, d'un éventuel brise-roche, les bandes transporteuses, les chutes de matériaux.

Les appareils de broyage sont particulièrement bruyants, tout comme le bruit de la roche tombant dans la benne d'un camion vide et le bruit des avertisseurs sonores de recul des engins. Il convient toutefois de faire un distingué entre :

- Les bruits impulsionnels générés par les tirs d'explosifs.
- Les bruits plus chroniques dans la durée et due aux activités de l'exploitation.

Il est possible d'inventorier les sources, qui sont en général les suivantes :

- L'abattage à l'explosif (deux tirs en moyenne par mois) ;
- Les installations de traitement (broyeur, concasseur, cribles,...) ;
- Les moteurs à l'explosion (engins, poids lourds, groupes électrogènes) ;
- Les sirènes de mise en marche des installations ;
- Foration des trous de mines ;
- Fonctionnement des compresseurs d'air ;
- Circulation des différents engins de transport.

1.2.3 Potentiel dangereux du bruit :

Le bruit a des effets sur le système cardio-respiratoire (troubles du rythme respiratoire et cardiaque) et sur le système neuromusculaire (crampes).

On observe aussi d'autres conséquences tel que les comportements agressifs et des atteintes de champ visuel, il est aussi un gêne pour la communication et la prise d'information.

1.3 Emission de la vibration :

Seules les carrières utilisant des explosifs sont concernées par l'émission de vibration dans leur voisinage, elle est susceptible d'engendrer les mouvements vibratoires dans le sol. Ces mouvements dépendent essentiellement de la nature géologique de la roche. L'explosion peut générer des vibrations qui se déplacent à une vitesse sismique et qui peuvent être à l'origine de nuisances, allant d'un simple gêne pour les riverains jusqu'à l'apparition de dommages importants. En fait les effets induits par les vibrations sont fonction de leur vitesse particulière et de leur fréquence. Certaines études montrent que

l'homme est sensible à des vitesses particulières de l'ordre de 0,1 mm/s, valeur qui est bien inférieure à celle qui est susceptibles de provoquer des dégâts.

Elles peuvent causer des dégradations aux constructions et provoquer des fissures, des dé- jointements ou des bris de glace.

Les effets de vibrations émises par les machines ou des engins concernent essentiellement les travailleurs du site. Il s'agit de vibrations d'origine mécanique et qui se répercutent sur l'ensemble du corps.

Enfin et surtout, l'importance de la vibration est liés à la charge instantanés insérée entre deux relais de détonation, est qui ne doit pas dépasser 64kg, et à l'usage de retardateur, ce qui réduit considérablement les effets du tir. C'est la charge par laquelle la vitesse d'oscillation de l'onde vibratoire dans le sol est inférieure à 50 mm/s et donc non dommageable pour les habitations.(Michel and Claude, 2010)

1.4 Stabilité des fronts de taille :

Des statistiques indiquent que près de 20 % des accidents recensés dans les carrières sont dus aux effondrements ou éboulements inopinés de terrains ainsi qu'aux chutes de blocs rocheux, à partir des fronts de taille.(Bizriche and Benkerrou, 2012)

1.5 Déchets solide :

Les résidus des opérations de broyage sont disséminés sur les aires de manœuvre par le mouvement des engins et camions et ne contiennent pas de substances dangereuses ou nocives.

Toutefois des déchets divers constitués de pneumatiques usés, de pièces mécaniques usagées, de débris de bois et déchets de toute nature jonchent aux alentours de la station et nécessitent une prise en charge adéquate (stockage et transport vers la décharge).

1.6 Sites contaminés :

Aucun site contaminé n'a été décelé sur les carrières pendant les travaux de diagnostic des activités de la concession.

2 Pollution actuelle :

La pollution est un phénomène d'altération artificielle ou naturelle d'un milieu qui subit une perturbation partielle ou totale de ses composantes d'une part et du fonctionnement des écosystèmes en question, d'autre part.

2.1 Pollution d'origine urbaine :

L'agglomération de Sidi Ali Benyoub et les habitations éparses représentent une source non négligeable de pollution. Les hommes déversent toutes sortes de déchets dans la nature, rejettent leurs eaux usées dans les eaux naturelles, sans se préoccuper de leurs devenir, ni des conséquences des dommages causés à la nature.

Les eaux domestiques provenant des habitations se subdivisent en eaux-vannes qui comprennent les eaux des diverses toilettes, et en eaux ménagères qui englobent les autres eaux, notamment celles qui résultent des lavages.

Ce sont les eaux ménagères qui constituent environ les 2/3 des eaux usées domestiques, elles renferment des matières en suspension et des matières dissoutes organiques et minérales caractérisées par l'apport de produit chimiques (détergents surtout).

Les déchets solides urbains sont constitués surtout des ordures ménagères qui ne suivent pas toujours le cheminement normal à travers les circuits de ramassage, de collecte et de traitement des ordures ménagères. Les déchets de toutes sortes s'accumulent surtout autour des zones de forte pression urbaine.

Avant la révolution industrielle, les déchets étaient surtout d'origine organique, donc biodégradable. La production industrielle a induit la propagation de produits plus résistants à leur élimination biologique, aggravant les altérations des milieux naturels.

2.2 Pollution d'origine agricole :

Le sol et l'eau constituent deux des plus importantes ressources naturelles de notre environnement physique indispensable aux activités humaines, en particulier agricoles.

L'activité agricole, pour être plus performante, a recours systématiquement à l'usage de fertilisants d'origine chimique et de produits phytosanitaires qui contaminent la nappe par infiltration de produits chimiques dissous dans les eaux d'irrigation ou de

ruissellement. L'activité agricole et les élevages animaux participent à la pollution d'origine agricole surtout par le nitrate. La concentration de nitrate (NO_3^+) est importante à la sortie de Sidi Ali Benyoub Nitrates : 98 mg/l, > à la norme de 50 mg/l. Ces nitrates ont pour origine le lessivage des terres agricoles avoisinantes.

2.3 Pollution d'origine industrielle :

Les activités d'extraction de plusieurs unités d'extraction et de concassage déjà implantées dans cette région représentent, de loin, la principale source de pollution caractérisée par : les détonations des tirs pratiqués, le bruit des engins et camions de transport et la propagation dans l'atmosphère de poussières émanant des stations de concassage.

3 Conclusion de l'analyse de l'état du site et de la zone environnante :

Le diagnostic des principales altérations de l'environnement et des effets négatifs les plus significatifs de l'état actuel du site et de sa zone d'influence environnante peuvent se résumer comme suit :

3.1 Causés par les zones urbanisées et les activités agricoles :

- Déversements des eaux usées polluées, sans traitement préalable et contamination des eaux souterraines par les rejets d'effluents urbains et par les activités agricoles.
- Amoncellement de déchets domestiques en décomposition.

3.2 Causées par les zones d'extraction d'agrégats :

- Propagation de poussière dans l'air (émanant des stations de concassage).
- Émission de bruits et de nuisances sonores (détonations dues aux tirs d'explosifs et bruits d'engins de travaux et de transport).

4 Matrice synthèse des impacts de l'exploitation des carrières :

Tableau 8: matrice synthèse des impacts de l'exploitation des carrières

Paramètres de l'environnement	Impact négatif court terme	Impact négatif long terme	Impact négatif réversible	Impact négatif irréversible	Impact négatif local	Impact négatif vaste	Impact négatif nul	Impact positif court terme	Impact positif long terme	Impact positif Significatif	Impact positif nul
Qualité de l'air	✓		✓		✓						
Qualité de l'eau							✓				
Qualité du sol							✓				
Faune/Végétation/Biotopes							✓				
Aspects esthétiques	✓		✓		✓						
Aspects Socio-économiques								✓	✓	✓	
Conditions de trafic		✓	✓								
Les habitants	✓		✓		✓						
Personnels d'exploitation	✓		✓		✓						

5 Matrice d'identification des impacts :

La matrice d'identification des impacts consiste à croiser les lignes et les colonnes de la matrice qui représentent respectivement, les composantes de l'environnement.

Tableau 9: matrice d'identification des impacts

	Extraction des roches	Production de granulats	Transport et circulation des engins
Eau	-	-	-
Air	+	+++	++
Sol	+	+	+
Flore	+	-	+
Faune	+	+	+
Agriculture	+	+	-
Habitat	+	++	++

Impact négatif (+), Impact moyen (++), Impact fort (+++), Impact négligeable (-)

D'après l'analyse des données et les relations entre les différentes activités et les paramètres de l'environnement dans la zone d'étude, on peut estimer que :

- ✓ **pour le degré d'altération** : L'altération du milieu est limitée par la zone des travaux.

- ✓ **pour le degré de perturbation** : le projet peut apporter de modifications sur les composantes environnementales.

6 Mesure d'atténuation des altérations de l'environnement :

Tableau 10: matrice des mesures proposées pour la réduction des effets négatifs

COMPO-SANTE	IMPACTS	SOURCES D'IMPACT	VALEUR	MESURES PROPOSEES
EAU	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pollution des eaux ▪ Modification de l'écoulement des eaux 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Production de particules fines mises en suspension dans les rejets ▪ Rejet de polluants comme les lubrifiants et carburants 	Faible	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les polluants doivent être isolés dans des bacs de rétention. ▪ Des procédures d'urgence doivent être prévues pour les cas de déversements accidentels. ▪ Des mesures de limitation de la consommation d'eau de puits, pour éviter le gaspillage et les effluents pollués, doivent être mises en place en cas de contamination. ▪ Sensibilisation du personnel au sujet de la pollution et du gaspillage de l'eau (Interdire le déversement volontaire dans le milieu des lubrifiants, carburants et autres produits toxiques).
AIR	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pollution par les poussières 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Décapage, abatage et excavation des terrains ▪ Concassage ▪ Transport et circulation 	Moyenne Forte Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Des systèmes d'aspiration ou de captage à la source pour les rejets atmosphériques. Filets anti-poussière sur les concasseurs ▪ Humidification des poussières par pulvérisation et aspersion d'eau pour minimiser la mise en suspension dans l'air. ▪ Plantation en masse d'arbres à haute tige constituant un rideau vert entre

				l'agglomération et Djebel Kraula.
SOL	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pollution du sol ▪ Erosion 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déversement des lubrifiants et carburants ▪ Transport des déchets ▪ Travaux d'excavation 	Faible	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sensibilisation du personnel sur la pollution des sols. ▪ Collecte régulière des déchets produits durant les travaux et transports vers les décharges en accord avec la commune,
FAUNE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Destruction des habitats 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Décapage, abatage et excavation des terrains ▪ Concassage ▪ Transport et circulation 	Faible	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Replacer l'habitat détruit des animaux.

6.1 Maîtrise des nuisances et pollutions :

6.1.1 Maîtrise des produits et procédés susceptibles de polluer l'eau du site :

- Les procédés susceptibles de polluer l'eau doivent être remplacés par des procédés non polluants.
- Les polluants doivent être isolés, par des systèmes appropriés à la nature des polluants.
- Des procédures d'urgence doivent être mises en œuvre pour parer aux déversements accidentels.

- Une sensibilisation du personnel de chantier et des clients doit être faite au sujet de la pollution et du gaspillage de l'eau (Interdire le rejet volontaire dans le milieu des polluants comme les huiles de vidange et autres produits toxiques).

6.1.2 Maîtrise de produits et procédés susceptibles de provoquer des rejets atmosphériques :

- Prévoir des systèmes d'aspiration ou de captage à la source pour les rejets atmosphériques.
- Placer des filets anti-poussière sur les concasseurs.
- Réduire les émissions de poussière par l'arrosage par aspersion ou nébulisation autour des concasseurs
- Contrôler régulièrement les moteurs des engins et véhicules des chantiers ;
- Eviter l'incinération des déchets.
- Pour éviter les mauvaises odeurs, ne pas stocker les eaux trop longtemps dans des bassins de rétention.

6.1.3 Maîtrise du bruit :

- Choisir les engins de chantier les moins bruyants possibles.
- Ne pas utiliser les engins trop bruyants.
- Optimiser les chargements des engins de chantier pour limiter la circulation de ces derniers.
- Donner des consignes aux conducteurs pour limiter au maximum l'usage de l'avertisseur sonore et arrêter le moteur des véhicules lorsque cela n'est plus nécessaire.

6.1.4 Maîtrise des impacts sur le sol et le sous-sol :

- Sensibilisation du personnel au sujet de la pollution des sols (Interdiction de rejet volontaire dans le milieu des lubrifiants, carburants et autres produits toxiques).
- Se limiter à utiliser la superficie strictement nécessaire aux travaux,

- Protéger et imperméabiliser, au besoin, les excavations à forte pente selon la nature du terrain,
- Eviter d'effectuer les travaux pendant les périodes de pluies.

6.1.5 Limitation des nuisances sur l'écosystème (faune et flore) et sur le paysage :

- Pour ce qui est de la maîtrise des effets sur la faune, la flore et le paysage, la plantation de végétation est préconisée en remplacement de celle arrachée et tout autour de la concession : arbres à haute tige.
- Replacer l'habitat détruit des animaux.

6.2 Gestion des déchets :

Pour une meilleure maîtrise de la gestion des déchets solides :

- Les déchets solides, produits durant les travaux, doivent être collectés à intervalles réguliers et transportés vers les décharges en accord avec la commune.
- Tous les déchets solides, liquides et spéciaux doivent être triés de façon appropriée en vue de leur élimination.
- Les déchets ménagers doivent être éliminés sur les décharges communales.
- Les déchets autres que les déchets ménagers doivent être triés et stocker dans un centre de stockage temporaire de déchets avant leur élimination.

Conclusion :

Face aux besoins sociétaux en matière de granulats et des impacts associés à l'activité extractive qui en déroule, différentes questions peuvent être soulevées. En matière de l'environnement et selon le type d'exploitation, une carrière peut engendrer divers impacts liés aux consommations de matières premières, d'électricité, espace et rejets vers l'air, l'eau ainsi qu'à la production de déchets. Une carrière peut être également à l'origine d'une atteinte aux paysages et engendrer des modifications de la biodiversité du site au cours de l'exploitation et après son réaménagement. Enfin, on ne peut écarter les impacts potentiels locaux sur les personnes au travers de nuisances sonores, de vibrations, de poussières ou bien encore de nuisances visuelles.

En l'état actuel des choses, le diagnostic des altérations de l'environnement et des effets négatifs de la mise en exploitation des carrières a mis en évidence l'existence de problème de gravité relative :

- La propagation de substances poussiéreuses gênantes.
- L'exposition aux nuisances sonores.
- La rupture du paysage et de la qualité de vie du cadre urbain.

Les impacts négatifs de la situation actuelle (les rejets de poussière dans l'atmosphère et les nuisances sonores) devront être atténués, pour réconcilier cette activité économique vitale et la quiétude des habitants.

Le rétablissement d'une situation acceptable sur le plan environnemental est possible par la combinaison de trois solutions qui doivent être « mises en synergie » pour atténuer les problèmes d'environnement liés à l'absence de prise en charge et de gestion :

- Suppression du maximum possible de rejets de poussière dans l'air par la mise en place de systèmes de dépoussiérage, et l'installation de filets anti-poussière.
- L'atténuation des poussières émises par nébulisation ou aspersion d'eau autour des concasseurs et des aires de stockage des PF.
- La plantation d'un rideau vert (arbres à haute tige) par le reboisement en masse d'une zone tampon entre l'agglomération de Sidi Ali Benyoub et Djebel Kraula.

Au terme de cette étude, l'exploitation de la carrière, nonobstant ses innombrables effets bénéfiques notamment sur le plan économique, risque de présenter certains impacts négatifs sur l'environnement, mais de portée limitée.

Référence :

CHAPITRE 01 :

André, P., Delisle, C.-E., Revéret, J.-P., 2003. L'évaluation des impacts sur l'environnement: Processus, acteurs et pratique pour un développement durable. Presses Polytechnique de Montréal.

Boudeville, N., Jolia-Ferrier, L., 1999. Guide pratique de l'audit d'environnement. Tec & Doc Lavoisier, Paris; Londres; New York.

Ferhat, L., Khenane, A., 2016. Audit environnemental de la filiale PHARMAL (Dar El Beida-Alger) du groupe SAIDAL (Thesis). Université Mouloud Mammeri.

Hocine, L., Ameur, L., 2016. Audit environnemental au sein de l'entreprise national de l'industrie d'électroménager (ENIEM) de Tizi-Ouzou (Thesis). Université Mouloud Mammeri.

Kagermann, H., Kinney, W., Küting, K., Weber, C.-P., 2007. Internal Audit Handbook: Management with the SAP®-Audit Roadmap. Springer Science & Business Media.

Leduc, G.A., Raymond, M., 2000. L'évaluation des impacts environnementaux: un outil d'aide à la décision. Éditions MultiMondes.

Prieur, M., 1994. Evaluation des impacts sur l'environnement pour un développement rural durable: étude juridique. Food & Agriculture Org.

Subilia-Rouge, L., 2000. Aspects juridiques de l'audit environnemental: à la lumière des droits suisse et européen. Librairie Droz.

Walter, C., Rémy, J.-C., Berthelin, J., Morel, J.-L., Girard, M.-C., 2004. Sols et environnement. Dunod, Paris.

CHAPITE 02 :

Algérie - Loi n° 14-05 du 24 février 2014 portant loi minière., 2014.

- Aliouche, mohamed, 2008. Exploitation des substances utiles à ciel ouvert et impact sur l'environnement ; étude de cas dans l'Est algérien (Les gisements de Djebel Salah, région de Constantine). mentouri de costantine.
- Azzeddine, M., 2015. L'Acceptabilite Sociale Des Projets Miniers en Algerie: Cas De Ain Defla et Bejaia. Eur. Sci. J.
- Benyessad, D., 2006. Valorisation des matériaux granulaires issues des gisements de la region de bejai. Béjaia-Abderrahmane Mira.
- Bizriche, S., Benkerrou, N., 2012. audit environnemental de la carrière d'agrégat SOMACOB-AKbou wilaya de Bejaia.
- Bizriche, S., Benkerrou, N., Ahmim, M. (Promoteur), 2012. Audit environnemental de la carrière d'agrégat SOMACOB-Akbou Wilaya de Bejaia.
- Lagnika, M., 2004. Contribution à l'élaboration d'une base de données informatisée pour l'analyse et la gestion environnementale (GE) des exploitations minières au Bénin : Cas du Mono et du Couffo. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4093.7842>
- Mehenni, O., 2017. Le secteur est en stagnation : Le gouvernement peu enclin à exploiter les ressources minières. *Algerie Eco*. URL <https://www.algerie-eco.com/2017/10/06/secteur-stagnation-gouvernement-enclin-a-exploiter-ressources-minieres/> (accessed 4.6.20).
- Michel, calozet, Claude, puts, 2010. les carrières en wallonie un monde à redécouvrir.
- ministère des transports du nouveau-brunswick, 2010. Manuel de gestion de l'environnement.
- Poulard, F., Daupley, X., Didier, C., Pokryszka, Z., d'Hugues, P., CHARLES, N., Dupuy, J.-J., Save, M., 2017. Tome 6 - Exploitation minière et traitement des minerais.
- Sid Ahmed, H., Abdelhak, M., 2014. CONTRIBUTION A L'ETUDE DES RESSOURCES MINERALES DANS LES MONTS DES TRARAS (CALCAIRE, SABLE ET ARGILE) ETAT ACTUEL, PERSPECTIVES ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT (Thesis).

CHAPITRE 03 :

- Abdelmalek, K., Triki, A., Guelmami, A., promoteur, 2017. analyse et optimisation des travaux d'abattage au niveau de l'entreprise nationale des granulats (ENG) ; sidi ali ben youb, sidi bel abbes (Thesis). Université Abderrahmane Mira.
- Bey, A., 2010. "Rapport géologique du gisement de Kraoula" Bureau d'étude géologique et minière.

- Kahene, S., Sebaa, S., promoteur, 2015. Projet d'extension de la carrière UMABT Sidi Ali Benyoub « Sidi Bel Abbès » (Thesis). Université Abderrahmane Mira.
- Lakehal, A., 2019. vulnérabilité et risque de pollution des eaux souterraines de la région de Sidi ali ben youb (wilaya de Sidi bel abbes).
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4093.7842>
- Rezoug, M., 2017. Document entreprise national des granulats ENG, SIDI ALI BEN YOUNB. SIDI BEL ABBES, 2016-2017.

CHAPITRE 05 :

- Bizriche, S., Benkerrou, N., 2012. audit environnemental de la carrière d'agrégat SOMACOB-AKbou wilaya de Bejaia.
- Lambert, S., 1994. manuel environnement à l'usage des industries, AFNOR.
- Michel, Calozet, Claude, puts, 2010. les carrières en wallonie un monde à redécouvrir.