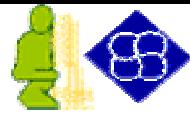




Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie



Groupe Chimique Tunisien - GCT

N° Doc. I 2E

RPT_EIE_AF02-09_rev3

Rév. : 3

Nbre Page : 158

Date : 14/07/2010

REALISATION D'UNE USINE DE PRODUCTION DE TSP A M'DHILLA – TUNISIE

ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

3	14/07/2010	Rapport final	FD	SA	WNC
2	12/10/2009	Rapport final	MBA	SA	WNC
1	10/09/2009	Rapport pré-final	MBA	SA	WNC
0	17/07/2009	Rapport préliminaire	MBA	SA	WNC
REV	DATE	Désignation	Emetteur	Vérificateur	Approbateur

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 2/158
---	--	---

RESUME ET BILAN ENVIRONNEMENTAL

La présente étude d'impact sur l'environnement est relative au projet de réalisation d'une nouvelle usine de production de l'acide phosphorique concentré à 54% P₂O₅, projetée par le Groupe Chimique Tunisien (GCT) à M'Dhilla à Gafsa, en vue de produire 250 000 à 500 000T /an de TSP à l'usine de M'dhilla 1. Le projet comportera les principales composantes suivantes :

- une unité d'acide sulfurique de capacité journalière de 1800T (compté en 100% H₂SO₄), et fonctionnant en double absorption munie d'un système de récupération de la chaleur d'absorption sous forme de vapeur MP (de 8 à 10 bars et à une température de 200 à 250°C). L'acide sulfurique produit à une concentration de 98 ,5% est obtenu par la combustion de soufre liquide ;
- une unité d'acide phosphorique dilué à 25% P₂O₅ selon le procédé SIAPE / GCT d'une capacité journalière de 600 tonnes de P₂O₅ munie d'un flash cooler ;
- trois boucles de concentration de capacité journalière chacune de 300 tonnes de P₂O₅ en acide phosphorique 54% P₂O₅, dotée chacune d'un système de récupération de fluor sous forme d'acide fluosilicique à 15% ;
- une boucle fermée d'eau industrielle qui lie le « flash cooler », les trois boucles de concentration, les tours de refroidissement et le bassin de récupération des eaux.
- une logistique de stockage et de mise en pulpe de phosphate humide.

Le projet sera réalisé dans une zone située en dehors de toute agglomération urbaine ou de périmètres agricoles. Le site d'implantation de la nouvelle usine de production d'acide phosphorique se trouve aux environs de 13 km de la ville de Gafsa et de 5 km de M'Dhilla ville. L'usine M'Dhilla 2 sera limitée à l'ouest de l'usine existante M'Dhilla 1 et par Oued ELMALAH au Nord. La zone du projet est caractérisée par des sols essentiellement gypseux. Le sol ne présente aucun intérêt agricole. Il s'agit d'un site naturellement protégé contre le ruissellement des eaux de drainage du terril.

En comparaison avec la technologie actuellement utilisée dans le monde, les procédés adopté par le GCT dans le cadre du projet de M'dhilla 2 présentent l'optimum qui assure une rentabilité financière tout en respectant les exigences environnementales.

Bilan des impacts négatifs résiduels : Les principaux impacts négatifs potentiels se présentent comme suit :

1. Phase de construction

Les principaux impacts négatifs sur l'environnement durant la phase de réalisation du projet qui est environ 29 mois sont :

- **Transport des matériaux** : Le transport des matériaux de construction (remblai, gravier, sable, etc.) à travers les voies existantes à l'intérieur des zones rurales et urbaines engendrera quelques perturbations du trafic routier, des émissions de gaz d'échappement des camions transporteurs, des dégagements de poussières ayant pour origine la circulation des camions et la décharge des matériaux transportés. Ceci peut générer éventuellement des nuisances aux riverains, à la végétation et à la faune tout au long de la trajectoire du parcours des camions ;
- **Construction de l'usine** : Les impacts liés à ce type de travaux sont relatifs à une éventuelle pollution hydrique générées par les rejets d'eaux de lavages des centrales de bétons et des bétonnières, une pollution atmosphérique par les gaz d'échappement des véhicules et moteurs, une émission de bruits et de vibrations, etc.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 3/158
---	--	---

2. Phase d'exploitation

Les principaux impacts négatifs sur l'environnement durant la phase exploitation sont :

- **Les émissions atmosphériques** : il a été montré par simulation de la dispersion des gaz fluorés et des composés soufrés dans la zone d'étude du projet ainsi que dans les villes avoisinantes que les rejets atmosphériques présentent des concentrations résiduaires très faibles. Cela est expliqué par les choix techniques adoptés par le GCT dès la phase de conception du projet en faisant appel à des technologies propres. En effet, le lavage des gaz par les colonnes d'absorption, l'application de la technique du Flash Cooler et du double contact et double absorption (DCDA) et le dimensionnement adéquat des cheminées ont permis d'éliminer la quasi-totalité des effluents gazeux.
- **Déchets solides** : le principal polluant solide généré par ces installations sera le phosphogypse. Ce polluant sera confiné et maîtrisé sur une surface d'environ 35 hectares. Le choix de cette solution pour le phosphogypse est le fruit de plusieurs études multidisciplinaires conduites par le GCT.
- **Les rejets hydriques** : la technologie adoptée par le GCT ne présente pratiquement pas de rejets hydriques. L'eau accompagnant le phosphogypse humide ainsi que l'eau de drainage du site de mise en terril seront collectées et recyclées dans le procédé.
- **Le terril de phosphogypse** : Afin de ne pas contaminer la nappe d'eau souterraine, le fond du terril est imperméabilisé au moyen d'une membrane composite comprenant une couche d'argile de 0,5 m d'épaisseur et une géomembrane en polyéthylène de haute densité (HDPE) de 1,5 mm d'épaisseur. Cette membrane composite se prolonge sous la digue d'amorce et sous le fossé périphérique. Le terril sera exploité aussi bien pour les besoins de M'dhila 1 et 2, ce qui entraîne la mise à niveau de M'dhila 1.

Mesures d'atténuation : pour améliorer les impacts positifs et éliminer, réduire ou compenser les effets indésirables du projet sur l'environnement, les mesures suivantes ont été identifiées et proposées :

1. Phase de construction :

- Aménagement d'une fosse septique étanche pour la collecte des eaux usées du chantier ;
- Vidange périodique de la fosse et transport vers station d'épuration des eaux usées urbaines la plus proche ;
- Collecte et évacuation des huiles usagées des engins vers le dépôt de collecte des huiles de SOTULUB ;
- Les Déblais excédentaires seront utilisés en remblais (exceptés ceux qui seront jugés inutilisables par l'Ingénieur) dans la mesure où cette disposition engendrera une économie par rapport à l'utilisation de matériaux d'emprunts ;
- Les restes de sable et les pertes de béton seront collectés dans un dépôt réservé au chantier pour être transportées à la fin des travaux à la décharge contrôlée la plus proche ;
- Collecte et entreposage des pièces de rechange des camions et engins dans un conteneur réservé à cette opération. La majorité de ces déchets est recyclable ;
- Eviter l'incinération des déchets en plein air en vue de leur utilisation comme combustible par les ouvriers ;
- Collecte et transport à la décharge contrôlée la plus proche des ordures ménagères et assimilées.
- Arrosage des pistes et des matériaux transportés (sable, remblais, etc.) pour minimiser le dégagement des poussières ;

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 4/158
---	--	---

2. Phase d'exploitation :

En vue de limiter les impacts cumulés des deux usines (M'dhilla 1 et M'dhilla 2) sur l'environnement, le GCT a déjà engagé un programme de mise à niveau environnementale des installations existantes de l'usine M'Dhilla 1. Ce programme comporte notamment, les actions suivantes :

-Unité Sulfurique :

- Adoption du système double absorption, double contact au lieu du système actuel simple absorption selon le procédé « MECS » pour la réduction des émissions de SO₂.
- Récupération de la chaleur d'absorption selon le procédé MECS « heat recovery system ».

-Unité Phosphorique :

- Ajout du Flash cooler « Low Level Flash Cooler » au niveau du réacteur principal.

-Unité TSP :

- Assainissement des stations de criblage broyage moyennant la récupération de la poussière par un système de lavage.
- Substitution du fuel lourd par du gaz naturel.
- Utilisation de l'acide phosphorique à 40% P₂O₅ ce qui engendre une diminution de l'émanation de fluor.
- Augmentation de la capacité de l'atelier TSP de M'Dhilla de 500 000 T TSP/an au 750 000 T TSP/an.

Pour le présent projet M'dhilla 2, les principales mesures d'atténuation sont proposées ci après :

Mesures pour atténuer la pollution de l'air ambiant :

- Le lavage des gaz du réacteur d'acide phosphorique et Installation du système de Flash Cooler permettant de réduire et minimiser les émissions ;
- Mettre en place un système de surveillance en continu des émissions à la source et de la qualité de l'air ambiant.
- Un programme de mise à niveau environnemental pour Mdhilla 1.

Mesures pour atténuer la pollution par les rejets hydriques :

- Installation d'un circuit de collecte de toutes les eaux industrielles de l'usine ;
- Recyclage des eaux industrielles collectées vers les unités de production ;
- Installation d'une station de traitement des eaux usées en provenance des bâtiments de l'usine. L'eau traitée sera conforme à la norme tunisienne et sera utilisée à l'intérieur de l'usine ;
- Mise en place un système de surveillance de la pollution des eaux souterraines.

Gestion des déchets solides de procédé : Phosphogypse & déchet de catalyseur (V₂O₅):

- Décharge sur un terrain aménagé de façon à éviter toute infiltration dans le sous sol ;
- Installation des bassins de récupération de lixiviat ;
- Réalisation d'une digue d'isolement ;
- Recyclage des eaux de lixiviat dans le procédé ;
- Mettre en place un système de surveillance de la pollution des eaux souterraines ;
- Stockage des déchets de Pentoxyde de Vanadium et expédition au centre de traitement des déchets spéciaux de Jradou.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 5/158
---	--	---

Mesures d'atténuation des impacts dus aux déchets solides :

- Stockage approprié et recyclage des déchets d'électroménager, d'électrique et des batteries usées dans un local aménagé ;
- Stockage sélectif et valorisation des déchets mécaniques, de ferraille, de caoutchouc et de boiserie dans un local aménagé ;
- Collecte et évacuation des déchets solides ménagers ou assimilés vers la décharge contrôlée la plus proche.

Gestion des déchets d'emballage

- Collecte sélective des déchets
- Acquisition d'une presse à balle
- Valorisation des déchets recyclables
- Évacuation des déchets non recyclables vers la décharge contrôlée la plus proche.

Mesures de lutte contre les nuisances sonores

- Équipements à installer conformément aux règles de sécurité les plus strictes
- Mettre à disposition du personnel des protecteurs individuels.
- Signaler les lieux, réglementer l'accès.

Mesures de lutte contre les nuisances olfactives

- Renforcer les actions engagées par le GCT dans le domaine de la recherche pour l'abattement des gaz malodorant (H2S, Mercaptans).

Mesures à entreprendre en cas d'accidents

- La mise en place des procédures et des plans d'urgence en cas d'accident
- La réalisation des campagnes d'information et de sensibilisation des ouvriers et des riverains
- Le renforcement de la signalisation au niveau de la route d'accès au site de M'Dhilla (panneaux de passage à niveau, passage d'animaux).

Bilan des impacts positifs : la réalisation d'une nouvelle usine de production d'acide phosphorique à M'Dhilla aura plusieurs retombées positives à l'échelle régionale et à l'échelle nationale. En effet, ce présent projet qui vise à concilier le développement et l'environnement permet entre- autres :

- Un développement économique remarquable pour la région de Gafsa;
- Une évolution du produit national brut ;
- Crédit de nouveaux emplois.

Dans tous les cas, il apparaît clairement que malgré tous les impacts potentiels négatifs identifiés, ceux positifs attendus sont beaucoup plus importants et porteurs de développement durable. Les mesures d'atténuation introduites vont permettre de réduire et d'éviter plusieurs impacts négatifs.

Globalement, la réalisation de ce projet sera sans effet nuisible particulier sur l'environnement. Les choix technologiques des équipements et des procédés comportent un ensemble de caractéristiques visant à améliorer la sécurité des installations et éviter la plupart des effets négatifs potentiels.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 6/158
---	--	---

C'est un projet qui va permettre l'exploitation et la valorisation des ressources minières du pays. Le GCT s'engage à veiller à faire respecter toutes les procédures et recommandations de protection de l'environnement prévues dans la présente étude par les diverses entreprises de travaux qui seront engagées pour la réalisation du projet. En effet, le GCT a mis en place un plan de gestion environnementale (PGE) d'envergure visant à assurer un suivi environnemental et social performant des différentes composantes du milieu naturel et social concernées par le projet.

Coût de la mise en place du PGE : des estimations des dépenses correspondantes à la mise en place d'un PGE sont présentées dans le tableau qui suit :

Action	Coût (DT)
Atténuation	129 975 000
Suivi	123 000
Institutionnelle	100 000
Total	130 198 000

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 7/158
---	--	---

TABLE DES MATIERES

1 INTRODUCTION	12
2 CADRE REGLEMENTAIRE	14
3 PRESENTATION DU GROUPE CHIMIQUE	15
3.1 PRESENTATION GENERALE DU GCT	15
3.2 HISTORIQUE CHRONOLOGIQUE	15
3.3 LE GCT EN CHIFFRES	16
3.4 POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE DU GCT	16
4 PRESENTATION DU BUREAU D'ETUDE I2E.....	18
4.1 PRESENTATION GENERALE	18
4.2 REFERENCES DE I2E (EX DHV TUNISIE)	18
5 SITE D'IMPLANTATION, PERIMETRE DU PROJET ET HORIZON TEMPOREL	19
5.1 SITE D'IMPLANTATION	19
5.2 PERIMETRE DU PROJET	21
5.3 HORIZONS TEMPORELS	23
6 DESCRIPTION DETAILLEE DU PROJET.....	26
6.1 INTRODUCTION.....	26
6.2 DESCRIPTION DES DIFFERENTES COMPOSANTES DU PROJET.....	28
6.2.1 <i>Introduction</i>	28
6.2.2 <i>Unité d'acide sulfurique</i>	29
6.2.3 <i>Unité d'acide phosphorique</i>	34
6.2.4 <i>Traitement de l'Acide Fluosilicique</i>	38
6.2.5 <i>Phosphogypse</i>	39
6.2.6 <i>Osmose</i>	43
6.2.7 <i>Ressources utilisées</i>	43
6.3 SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES PRODUITS	45
6.3.1 <i>Spécifications techniques des produits intermédiaires</i>	45
6.3.2 <i>Spécifications techniques des produits finaux</i>	47
6.4 BILAN MATIERE DU PROJET : INTRANTS, EXTRANTS, EFFLUENTS ET REJETS, NORMES APPLICABLES AU PROJET 48	
6.4.1 <i>Bilan matière des intrants et extrants du projet</i>	49
6.4.2 <i>Bilan d'eau</i>	49
6.4.3 <i>Bilan de rejets durant la phase de construction</i>	49
6.4.4 <i>Bilan des rejets durant la phase d'exploitation</i>	49
7 ETUDE DES REJETS HYDRIQUE, ATMOSPHERIQUE & ACOUSTIQUE.....	53
7.1 INTRODUCTION.....	53
7.2 ÉTUDE DES EMISSIONS ATMOSPHERIQUES	53
7.2.1 <i>Evolution d'un panache d'une cheminée</i>	53
7.2.2 <i>Paramètres météorologiques</i>	53
7.3 CALCUL DE LA SURELEVATION DU PANACHE	54
7.4 METHODES D'ETUDE DE LA DISPERSION DES GAZ DANS L'ATMOSPHERE	55
7.4.1 <i>Introduction</i>	55
7.4.2 <i>Les différentes approches conventionnelles</i>	55
7.4.3 <i>Présentation du modèle : POLAIR</i>	57
7.4.4 <i>Aspect normatif</i>	59
7.4.5 <i>Présentation des résultats de simulation</i>	60
7.5 ETUDE DE BRUIT.....	70
7.5.1 <i>Réglementation en vigueur</i>	70
7.5.2 <i>Etude de bruit en phase d'exploitation</i>	70
7.6 REJET DES EAUX USEES A PARTIR DE L'USINE M'DHILLA 2	73
7.6.1 <i>Quantification de la charge hydraulique et polluante à traiter</i>	73

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 8/158
---	--	---

7.6.2 <i>Choix du type de traitement</i>	73
7.6.3 <i>Description des installations de la STEP.....</i>	73
8 JUSTIFICATION DU PROJET - ANALYSE DES ALTERNATIVES ET CHOIX DU SITE	76
8.1 <i>JUSTIFICATION DU PROJET.....</i>	76
8.2 <i>JUSTIFICATION DU CHOIX DU SITE.....</i>	76
8.2.1 <i>Introduction.....</i>	76
8.2.2 <i>Analyse comparative du choix du site</i>	79
8.2.3 <i>Récapitulatif de la justification du choix de site.....</i>	81
9 ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT	82
9.1 <i>INTRODUCTION.....</i>	82
9.2 <i>DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL.....</i>	82
9.2.1 <i>Localisation géographique de la zone d'étude.....</i>	82
9.2.2 <i>Climatologie.....</i>	83
9.2.3 <i>Cadre physique.....</i>	86
9.2.4 <i>Milieu biologique</i>	107
9.2.5 <i>Cadre socio-économique.....</i>	109
9.3 <i>IDENTIFICATION DES ATTEINTES EXISTANTES A L'ENVIRONNEMENT.....</i>	111
9.3.1 <i>Pollution atmosphérique</i>	111
9.3.2 <i>Phosphogypse.....</i>	114
9.3.3 <i>Pollution hydrique.....</i>	114
9.3.4 <i>Radioactivité</i>	114
9.3.5 <i>Analyse de l'état initial du bruit.....</i>	114
10 ANALYSE ET EVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT	116
10.1 <i>INTRODUCTION.....</i>	116
10.2 <i>RAYON D'IMPACT</i>	116
10.3 <i>IMPACTS DURANT LA PERIODE DE CONSTRUCTION</i>	118
10.3.1 <i>Impacts potentiels du transport des équipements et des matériaux de construction.....</i>	118
10.3.2 <i>Impacts potentiels de la construction de l'usine M'Dhilla 2</i>	118
10.3.3 <i>Mise en terril.....</i>	119
10.3.4 <i>Pose des pipes.....</i>	120
10.3.5 <i>Impacts dus aux rejets générés par le chantier.....</i>	121
10.3.6 <i>Impacts socioéconomiques durant la phase de construction.....</i>	122
10.3.7 <i>Impacts des accidents durant la phase de construction.....</i>	123
10.3.8 <i>Matrice d'évaluation des impacts de la phase de construction</i>	123
10.4 <i>IMPACTS POTENTIELS GENERES EN PHASE D'EXPLOITATION</i>	124
10.4.1 <i>La nouvelle usine de M'Dhilla 2.....</i>	124
10.4.2 <i>Impacts sur les ressources en eau souterraine « la nappe profonde Complexe Terminal de Djerid »</i>	126
10.4.3 <i>Impacts liés au stockage de phosphogypse</i>	129
10.4.4 <i>Impacts socio-économiques</i>	129
10.4.5 <i>Matrice d'évaluation des impacts de la phase d'exploitation.....</i>	130
11 MESURES D'ATTENUATION	131
11.1 <i>MESURES PREVUES DURANT LA PERIODE DE CONSTRUCTION</i>	131
11.1.1 <i>Mesures relatives au transport des équipements</i>	131
11.1.2 <i>Mesures relatives à la construction de la nouvelle usine M'Dhilla 2.....</i>	131
11.1.3 <i>Mesures relatives à la pose des pipes</i>	132
11.1.4 <i>Mesures en Fin du chantier</i>	132
11.2 <i>MESURES PREVUES DURANT LA PERIODE D'EXPLOITATION</i>	133
11.2.1 <i>La nouvelle usine de M'Dhilla 2.....</i>	133
11.2.2 <i>Mesures relatives à la mise en terril de phosphogypse.....</i>	136
11.2.3 <i>Risques accidentels</i>	138
11.3 <i>MESURES D'ATTENUATION EN PHASE DE POST-ATTENUATION</i>	138
12 PLAN DE FERMETURE.....	142
12.1 <i>PLAN D'ACTION DE REHABILITATION</i>	142

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 9/158
---	--	---

12.1.1	<i>Réalisation d'une étude de caractérisation environnementale</i>	142
12.1.2	<i>Isolement et aménagement des dépôts de phosphogypse</i>	143
12.2	<i>EXCAVATION DU SOL POLLUE.....</i>	145
13	PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE.....	146
13.1	<i>MESURES D'ATTENUATION</i>	146
13.2	<i>PLAN DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL</i>	150
13.2.1	<i>Plan de suivi environnemental.....</i>	150
13.2.2	<i>Plan de suivi social.....</i>	150
13.2.3	<i>Tableau récapitulatif.....</i>	151
13.3	<i>LE RENFORCEMENT INSTITUTIONNEL – EFFECTIFS A MOBILISER</i>	153
13.4	<i>COUT TOTAL DU PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE</i>	154
14	CONCLUSION GENERALE	155
15	LISTE BIBLIOGRAPHIQUE	158

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 10/158
---	--	--

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude.....	20
Figure 2 : Réseau routier du gouvernorat de Gafsa.....	21
Figure 3 : Planning de réalisation du projet	25
Figure 4 : Plan masse de l'usine M'Dhilla 2.....	27
Figure 5 : Stockage de Soufre Liquide	33
Figure 6 : Présentation des variantes à moyen et long terme des sites de terril du phosphogypse	42
Figure 7 : Principe du modèle POLAIR : Modèle Gaussien	58
Figure 8 : Concentration moyenne annuelle en gaz fluorés ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	63
Figure 9 : Concentration moyenne journalière en gaz fluorés ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	63
Figure 10 : Concentration moyenne annuelle en SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	64
Figure 11 : Concentration moyenne journalière en SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	64
Figure 12 : Concentration moyenne tri horaire en SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	65
Figure 13 : Concentration max horaire en SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	65
Figure 14 : Concentration moyenne annuelle en gaz fluorés ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	66
Figure 15 : Concentration moyenne journalière en gaz fluorés ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	67
Figure 16 : Concentration moyenne annuelle en SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	67
Figure 17 : Concentration moyenne tri horaire en SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	68
Figure 18 : Concentration max horaire en SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	68
Figure 19 : Carte de bruit à 1.5 m du sol.....	72
Figure 20 : les sites proposés	77
Figure 21: Localisation du gouvernorat de Gafsa.....	82
Figure 22: Localisation de la zone d'étude.....	83
Figure 23 : Station météorologique de Gafsa.....	83
Figure 24 : Moyenne mensuelle des températures minimales et maximales quotidiennes.....	84
Figure 25 : Moyennes annuelles des vents (direction et vitesse).....	85
Figure 26 : Moyennes saisonnières des vents (1981-1997) (direction et vitesse)	86
Figure 27: carte d'occupation de sol.....	88
Figure 28 : Assemblage des cartes géologiques de Gafsa et d'El Ayacha au 1/100000 (Edition ONM)	90
Figure 29 : stratigraphique synthétique du secteur d'étude (Edition ONM).	93
Figure 30 : Structure de Ben Younès (extrait de la carte tectonique de bassin phosphaté de Gafsa à 1/150000, CPG 1995).....	94
Figure 31 : La mégastructure anticlinale de Orbata (extrait de la carte tectonique de bassin phosphaté de Gafsa à 1/150000, CPG 1995),	95
Figure 32 : Extrait de la carte tectonique de bassin phosphaté de Gafsa à 1/150000, CPG 1995 .	96
Figure 33 : Le seuil hydraulique de Gafsa (Castany, 1950).....	97
Figure 34 : Localisation de la nappe phréatique de Gafsa Sud –El Guettar (DRE, 1998)	98
Figure 35 : Localisation des forages qui captent la nappe phréatique	100
Figure 36 : Localisation de la nappe profonde de Gafsa Sud –El Guettar (DRE, 1998).....	103
Figure 37 : Assemblage des cartes des ressources en eaux souterraines de Gafsa et d'El Ayacha à 1/200000 DRE 1985	106
Figure 38 : Végétation rencontrée au site M'Dhilla 2.	107
Figure 39 : carte de la végétation Tunisienne	108
Figure 40 : Plan d'implantation des points de mesure de la campagne de balayage	112
Figure 41 : Localisation des points de mesures acoustiques de l'environnement site.....	115
Figure 42 : Carte du rayon d'impact du projet de Mdhila2.....	117

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Présentation du Groupe Chimique Tunisien	15
Tableau 2 : Consommation spécifique en chlorures de sodium et en chaux éteinte.....	39
Tableau 3 : Composition massique du phosphate utilisé.	44
Tableau 4 : Granulométrie du phosphate utilisé.....	44
Tableau 5 : La composition chimique des eaux de la nappe Gouifla (forage Essagui)	44
Tableau 6 : Bilan énergie électrique Usine M'Dhilla.	45
Tableau 7 : Spécifications techniques d'acide sulfurique.....	46
Tableau 8 : Composition chimique d'acide moyen.	47
Tableau 9 : Composition chimique d'acide phosphorique dilué produit (25% P2O5).....	47
Tableau 10 : Spécifications techniques d'acide Phosphorique concentré produit (54% P2O5) ...	47
Tableau 11 : Bilan total des rejets et des déchets de la phase de construction	49
Tableau 12 : Bilan total des rejets hydriques, atmosphériques et des déchets de la phase d'exploitation.....	52
Tableau 13 : Norme internationale (WHO-1999 a).....	59
Tableau 14 : Extrait Réglementation tunisienne en matière de qualité de l'air ambiant NT 106.04 (SO2).....	60
Tableau 15 : Extrait de la directive Européenne 2008/50/EC en matière de qualité de l'air ambiant (SO2).....	60
Tableau 16 : Inventaire total des émissions pour le site de M'dhilla1 (Source GEREP, rapport phase1, Octobre 2007).....	61
Tableau 17 : Inventaire total des émissions pour le site de M'dhilla 1 après revamping	62
Tableau 18 : Données d'émission utilisées dans la simulation numérique (nouvelle usine)	62
Tableau 19 : Les données utilisées dans la simulation.	71
Tableau 20 : Résultat de simulation du bruit généré par le groupe alternateur de la future usine M'Dhilla2	71
Tableau 21 : Mesure de bruit dans des différents points de l'usine.....	73
Tableau 22 : Liste des ouvrages des la station de traitement des eaux projetée.....	74
Tableau 23 : Les hauteurs des précipitations.....	84
Tableau 24 : Les analyses physico-chimique de la nappe de Sebseb (Sebseb P.Q.N°IRH 19434/5)104	104
Tableau 25 : Inventaire total des émissions dans le site de M'Dhilla 1	111
Tableau 26 : Concentrations des polluants enregistrées lors des compagnes de mesure de la qualité de l'air- site de M'dhilla	113
Tableau 27 : Résultats des mesures des niveaux acoustiques réalisés dans le site de la nouvelle usine M'Dhilla2.	115
Tableau 28 : Matrice d'évaluation des impacts pendant la phase de construction.	123
Tableau 29 : Situation actuelle des nappes de la région et possibilité d'alimentation de l'usine de Mdhiba2 (Moumni, 2008)	127
Tableau 30 : Matrice d'évaluation des impacts pendant la phase d'exploitation.....	130
Tableau 31 : Matrice des mesures pendant la phase de construction.....	132
Tableau 32 : Matrice des mesures pendant la phase de exploitation.....	140
Tableau 33 : Estimation des profondeurs d'excavation et des hauteurs de confinement	145
Tableau 34 : Estimation des dépenses correspondantes aux mesures d'atténuation	147
Tableau 35 : Plan de suivi.....	151
Tableau 36 : Renforcement institutionnel.....	153
Tableau 37 : Estimation du coût total du PGE.....	154

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 12/158
---	--	--

1 INTRODUCTION

Le gouvernement tunisien, convaincu de la compatibilité entre les impératifs du développement et les exigences de la protection de l'environnement, a adopté une stratégie reposant sur le concept du développement durable.

La présente étude d'impact sur l'environnement est relative au projet de réalisation d'une nouvelle usine de production d'acide phosphorique concentré à 54% P₂O₅ destiné à produire 250 000 à 500 000 T/an de TSP, projetée par le Groupe Chimique Tunisien (GCT) à M'Dhilla à Gafsa.

Le projet de la nouvelle usine M'Dhilla 2 comporte :

- Unité de production d'acide sulfurique de capacité journalière de 1 800 tonnes de H₂SO₄ conçue selon le principe double absorption double contact dotée d'un système de récupération de la chaleur d'absorption ;
- Unité des utilités chaudes et froides avec un groupe turboalternateur de 22 MW ;
- Une logistique de fusion et de stockage de soufre liquide, d'acide sulfurique et d'eau industrielle ;
- Unité de production d'acide phosphorique dilué d'une capacité journalière de 600 tonnes conçue selon le procédé SIAPE / GCT doté d'un flash cooler ;
- Trois boucles de concentration de capacité journalière chacune de 300 tonnes de P₂O₅ en acide phosphorique 54% P₂O₅, dotée chacune d'un système de récupération de fluor sous forme d'acide fluosilicique à 15%.
- Une boucle fermée d'eau industrielle qui lie le flash cooler, les trois boucles de concentration, les tours de refroidissement et le bassin de récupération des eaux.
- Une logistique de stockage et de mise en pulpe de phosphate humide.
- des bâtiments de service ;
- une installation de mise en terril du phosphogypse;
- forages et système d'adduction d'eau industrielle;
- poste de connexion avec le réseau national STEG.

❖ Méthodologie adoptée

La méthodologie adoptée a comporté d'abord des enquêtes et des investigations sur site et des constats in-situ, puis des simulations effectuées grâce à des calculs numériques et des modèles mathématiques. Cette démarche tient compte des préoccupations environnementales et de la réglementation tunisienne en vigueur.

Enquêtes: Des visites ont été effectuées dans les différentes zones concernées par le projet, afin d'identifier, d'une part, les caractéristiques générales des régions et des paysages (couvert végétal, morphologie, etc.) et d'autre part de déterminer la sensibilité des multiples zones, espaces et secteurs traversés par les pipelines. Une réunion de travail a été organisée au sein de l'usine M'Dhilla 1 avec une équipe de responsables et d'ingénieurs du GCT qui ont accompagné l'élaboration des études de conception se rapportant aux différentes variantes du projet et maîtrisant parfaitement les aspects techniques et environnementaux du projet.

Simulations par modèles mathématiques: Le projet prévoit l'installation d'une unité de production d'acide phosphorique et deux unités de production d'acide sulfurique qui génèrent des émissions de gaz dans l'atmosphère. Pour vérifier la conformité avec la norme des concentrations au sol de certains polluants par suite de ces émissions atmosphériques, un modèle mathématique de dispersion dans l'air des différents gaz émis a été appliqué, et ce pour toutes les sources d'émission rencontrées dans le future site de la nouvelle usine de production d'acide phosphorique (sources fixes ponctuelles et source surfacique).

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 13/158
---	--	--

❖ Contenu du rapport

Dans ce dossier seront étudiés les différentes composantes du projet, avec dans tous les cas, une analyse de conformité avec les règles générales de protection de l'environnement et les normes (tunisiennes en vigueur et internationales). Le rapport a été rédigé conformément aux termes de référence de l'ANPE et notamment au décret n° 2005-1991 du 11 juillet 2005, relatif à l'étude d'impact sur l'environnement.

Ce rapport comporte les chapitres suivants :

- Chapitre 2 : Ce chapitre comporte le cadre législatif et réglementaire du projet ;
- Chapitre 3 : Ce chapitre présente d'une manière succincte le GCT et sa politique de protection de l'environnement ;
- Chapitre 4 : Ce chapitre est consacré au bureau d'études I2E chargé de l'élaboration de la présente EIE ;
- Chapitre 5 : Ce chapitre décrit le périmètre spatial et temporel du projet ;
- Chapitre 6 : Ce chapitre est consacré à la description détaillée des différentes composantes du projet;
- Chapitre 7 : Ce chapitre présente une analyse des émissions atmosphériques, hydriques et acoustiques en provenance de la future usine M'Dhilla 2;
- Chapitre 8 : Ce chapitre présente une justification technico-économique et environnementale du projet;
- Chapitre 9 : Ce chapitre décrit l'état initial de l'environnement de la zone du projet ;
- Chapitre 10 : Ce chapitre est consacré à une présentation des impacts potentiels du projet sur l'environnement ;
- Chapitre 11 : Dans ce chapitre, nous avons présenté les mesures d'atténuation prévues par le GCT pour éviter d'éventuels impacts négatifs.
- Chapitre 12 : Ce chapitre présente sommairement les mesures à entreprendre dans le cadre d'un plan de fermeture du site M'Dhilla 2.
- Chapitre 13 : Dans ce chapitre, nous avons élaboré un plan de gestion environnemental comportant, notamment, un plan de suivi environnemental à adopter aussi bien lors de la phase des travaux que durant la période d'exploitation de la future usine de production d'acide phosphorique.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 14/158
---	--	--

2 CADRE REGLEMENTAIRE

Les impacts potentiels des activités du GCT sur l'environnement pourront provenir d'un certain nombre de facteurs identifiés dans la présente étude, et notamment des rejets hydriques, solides et atmosphériques susceptibles de générer des nuisances pour l'homme, la faune, la flore, le sol, l'eau et la qualité de l'air. De tels rejets et émissions sont réglementés par des textes spécifiques en Tunisie. Parmi ces textes et normes, on peut distinguer les normes tunisiennes et les conventions internationales :

Normes tunisiennes : Les principaux textes réglementaires régissant l'environnement et l'activité industrielle en Tunisie sont les suivants :

- Décret n° 2005-1991 du 11 juillet 2005, relatif à l'étude d'impact sur l'environnement et fixant les catégories d'unités soumises à l'étude d'impact sur l'environnement et les catégories d'unités soumises aux cahiers des charges ;
- Décret n°2005-2317 du 22 août 2005, portant création d'une Agence Nationale de Gestion des Déchets (ANGED) ; Selon article 4, l'Agence prépare les cahiers de charges et les dossiers des autorisations relatifs à la gestion des déchets prévus à la réglementation en vigueur et suit leur exécution, en outre l'agence est chargée de suivre les registres et les carnets que doivent tenir les établissements et les entreprises, qui procèdent à titre professionnel, à la collecte, au transport, élimination et valorisation des déchets pour leur compte ou pour celui d'autrui ;
- Décret n° 68 -88 du 28 mars 1986 relatif aux établissements dangereux. Il définit les conditions d'ouverture d'un établissement dangereux, insalubre ou incommoder. La liste des établissements classés est fixée par l'Arrêté du Ministre de l'Industrie, de l'Energie et des Petites et Moyennes Entreprises du 15 novembre 2005 ;
- Décret n°85-56 du 2 janvier 1985 portant organisation des rejets des déchets dans le milieu récepteur (mer, lacs, sebkhas, cours d'eau, nappes souterraines, ...). Les eaux usées ne peuvent être déversées dans le milieu récepteur qu'après avoir subi un traitement conforme aux normes régissant la matière ;
- Arrêté du Ministre de l'Economie Nationale du 20 Juillet 1989 portant homologation de la norme tunisienne NT 106.02 relative aux rejets d'effluent dans le milieu hydrique ;
- Arrêté du Ministre de l'Economie Nationale du 28 décembre 1994 portant homologation de la norme tunisienne NT 106.04, relative aux valeurs limites et valeurs guides des polluants dans l'air ambiant ;
- Loi n°2007-34 du 4 juin 2007 sur la qualité de l'air concernant les mesures de conservation de la qualité de l'air ainsi que les mesures de prévention de la pollution de l'air à partir des sources fixes et sources mobiles ;
- Loi n° 97-37 du 2 juin 1997, fixant les règles organisant le transport par route des matières dangereuses afin d'éviter les risques et les dommages susceptibles d'atteindre les personnes, les biens et l'environnement. Les matières dangereuses sont divisées en 9 classes. La liste et la définition des matières, de chaque classe, autorisées au transport par route, sont fixées par décret ;
- Décret n° 2002-693 du 1^{er} avril 2002, fixant les conditions et les modalités de reprise des huiles lubrifiants et des filtres usagés en vue de garantir leur gestion rationnelle et d'éviter leur rejet dans l'environnement.

Conventions internationales : La législation environnementale tunisienne s'étend aux conventions internationales suivantes :

- Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone, Vienne le 22 Mars 1985 (adhésion par la loi n° 89-54 du 14 mars 1989) ;
- La directive 2003/10/CE du parlement européen sur les agents physiques (bruit) concerne les prescriptions minimales de sécurité et santé relative à l'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 15/158
---	--	--

3 PRESENTATION DU GROUPE CHIMIQUE

3.1 Présentation générale du GCT

Le GCT est une entreprise publique dont l'objet est de transformer le phosphate extrait en Tunisie en produits chimiques tels que l'acide phosphorique et les engrains chimiques.

Ce groupe industriel, parmi les principaux du pays, exploite le phosphate dont la Tunisie est le 5^{ème} producteur mondial (8,5 millions de tonnes en 2008). Environ 85% sont transformés dans les 4 sites de production du GCT.

La transformation du phosphate Tunisien en engrains n'a commencé qu'en 1952 par la société SIAPE à Sfax. Depuis les années 70, le groupe a suivi un programme d'accroissement de production.

Depuis quelques années un procédé tunisien a permis la purification de l'acide phosphorique par l'élimination du fluor et du cadmium pour obtenir un produit de haute qualité répondant aux normes internationales les plus strictes.

Tableau 1 : Présentation du Groupe Chimique Tunisien

Raison sociale	Groupe Chimique Tunisien
Forme juridique	Société anonyme
Président Directeur Général	Mr Mohamed Fadhel ZERILLI
Directeur régional Gafsa :	Mr Habib BOUCHAALA
Directeur du projet « M'Dhilla 2 »:	Mr Mustapha M'RAD
Direction Environnement	Mr. Noureddine TRABELSI
Adresse du siège	7, rue Royaume d'Arabie Saoudite Tunis, Tunisie
Adresse de la direction régionale de Gafsa	ROUTE DE MDHILA KM 14 BP 215 - 2100 - GAFSA, Tunisie. Tel : 76 266 240 – Fax : 76 26 62 42

3.2 Historique chronologique

Après une longue période d'exportation du phosphate brut, la Tunisie s'est orientée vers la transformation et la valorisation de ce minéral, par l'implantation d'une industrie locale de production d'acide phosphorique et d'engrais, et ce au sein du GCT.

La Tunisie est le deuxième pays au monde à valoriser un grand pourcentage de sa production de phosphate naturel (85%).

L'industrie de transformation du phosphate naturel installée en Tunisie depuis 1947 avec la création de la SIAPE à Sfax, a connu au fil des années des mutations profondes aux plans de l'amélioration des procédés de fabrication et de la maîtrise de la technologie. Le GCT a ainsi développé ses propres technologies et réalisé une grande avancée tant sur le plan national, qu'international.

Dans ce qui suit nous donnons une idée approchée sur le développement du groupe :

- 1952 Crédit de l'usine TSP à SFAX sous le nom de la Société Industrielle d'Acide Phosphorique et d'Engrais (SIAPE).
- 1972 Crédit d'une usine d'acide phosphorique à GABES sous le nom d'Industries Chimiques Maghrébines (ICM).
- 1979 Crédit de l'usine DAP à GABES sous le nom de la Société Arabe des Engrais Phosphatés et

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 16/158
---	--	--

- Azotés (SAEPA).
- 1983 Démarrage d'une usine d'ammonitrat par la SAEPA.
- 1985 Démarrage des Industries Chimiques de GAFSA (ICG).
- 1988 Création de l'usine de SKHIRA pour la production d'acide phosphorique et superphosphorique.
- 1989 Absorption des sociétés ICM et ICG par la SIAPE.
- 1992 Fusion de la SIAPE et de la ex SAEPA et création du GCT.
- 1994 Unification de la direction générale de la CPG et du GCT par la nomination d'un seul Président Directeur Général.
- 1996 Fusion des structures commerciales de la CPG et du GCT.

3.3 Le GCT en chiffres

Le GCT a permis au secteur phosphatier d'occuper une place importante dans l'économie tunisienne en assurant l'emploi direct de plus de 4550 personnes et réalisant un chiffre d'affaires de 1 357 (MDNT) en 2007. L'emploi indirect a également bénéficié du secteur phosphatier, notamment le transport ferrovier et maritime, la sous-traitance ainsi qu'un grand nombre d'activités annexes.

Les installations industrielles contribuent d'une manière significative à la promotion et au développement des diverses régions du sud Tunisien.

Si la production est concentrée dans le bassin minier de Gafsa au niveau d'une dizaine de carrières à ciel ouvert réparties sur 4 centres miniers (Mélaoui, Mdhilla, Redeyef et Moularès), l'essentiel de sa transformation (à l'exception d'une usine à Mdhilla) est réalisée dans des usines situées dans les zones industrialo-portuaires de Sfax, Gabès et Skhira (sur le golfe de Gabès).

- ✓ Sfax possède la première usine de transformation du phosphate, la SIAPE, inaugurée en 1952. Il s'agit d'une usine produisant l'engrais TSP (triple super phosphate).
- ✓ Gabès abrite 6 unités de production d'Acide Sulfurique, 5 unités d'Acide Phosphorique, deux unités de DAP, deux unités d'Ammonitrat et deux unités de Bicalcique.
- ✓ Skhira possède une usine de production d'acide phosphorique.

3.4 Politique environnementale du GCT

L'industrie chimique basée sur la transformation de matières premières en produits intermédiaires ou finis, génère naturellement des déchets liquides et solides et des émissions de gaz qui constituent un élément de préoccupation écologique majeur.

Tout au long du développement du domaine phosphatier et depuis 1952, le GCT a toujours utilisé les technologies les plus avancées et les équipements les plus spécifiques disponibles à chaque étape dans le but de concilier au mieux l'industrie et l'environnement naturel.

Le développement du procédé tunisien d'acide phosphorique utilisant le phosphate humide a largement contribué à l'élimination des poussières générées par les anciennes unités de broyage de phosphate sec. Ainsi, la majeure partie de la production de phosphate brut de CPG est utilisée telle quelle sans aucun préjudice pour l'environnement grâce à l'absence de poussières.

Toutes les usines tunisiennes de transformation du phosphate naturel utilisent exclusivement les procédés tunisiens SIAPE de fabrication de l'acide phosphorique dilué par voie humide et de superphosphate triple granulé.

Ils présentent des avantages appréciables à savoir :

- Leur adaptabilité à toutes les qualités de phosphate.
- La simplicité d'exploitation.
- Le faible coût d'investissement et d'entretien.
- Les bonnes performances obtenues (techniques et environnementales)

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 17/158
--------------------------	---	--

Ces procédés sont utilisés dans toutes les usines tunisiennes du GCT, et dans d'autres pays, notamment, en Grèce, en Turquie, en Roumanie, en Bulgarie et en Syrie. Ils sont constamment modernisés et améliorés pour les adapter aux différentes qualités de phosphate disponibles dans le marché mondial.

Il est important enfin de signaler que le GCT a déjà engagé un vaste programme de mise à niveau environnementale d'un coût global de 301 million DT dans l'objectif d'atténuer voir éliminer toutes nuisances occasionnées à l'environnement.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 18/158
---	--	--

4 PRESENTATION DU BUREAU D'ETUDE I2E

4.1 Présentation générale

La société d'Ingénierie de l'Énergie et de l'Environnement I2E est un Bureau d'études tunisien, au capital de 164.000 DT appartient à EPPM société d'ingénierie et de réalisation dans le domaine de l'environnement.

Dans la réalisation des projets, I2E adopte une démarche globale qui s'applique à toute volonté:

- De développement de nouveaux axes stratégiques à partir d'un inventaire et d'un diagnostic de l'existant ;
- D'organisation et de mise en valeur des ressources et de l'espace et notamment les aménagements pour les activités économiques (voies routières, zones industrielles, espaces aménagés pour le tourisme..),

Dans ce cadre, I2E mobilise des équipes d'experts pour conduire des études relatives aux divers volets et composantes des études d'impacts, comportant les aspects bionomiques des milieux d'accueil, les aspects techniques de l'aménagement programmé, les aspects sociaux directs et indirects, ainsi que le poids économique de l'ensemble des mesures arrêtées (coût environnemental).

Cette approche globale de la gestion des milieux et des ensembles doit aider à prendre en compte l'environnement dans les choix techniques et économiques lors de l'élaboration du nouveau projet, tant en terme de réaménagement des espaces qu'en terme de protection et de valorisation de milieux sensibles et vulnérables.

Un travail interactif avec les principaux partenaires permet d'élaborer un diagnostic complet, afin de définir et hiérarchiser les actions à mettre en oeuvre, et vérifier leur cohérence et leur incidence sur l'environnement. Ainsi, l'aide socio-économique et juridique à la décision doit permettre:

- de mettre en évidence les avantages et les coûts que la collectivité et/ou le secteur privé peut retirer d'un projet, de la lutte contre une pollution ou une nuisance, d'une action environnementale;
- de faire s'exprimer les préférences selon un langage commun;
- d'analyser le contexte et la conformité juridique du projet ou de l'action politique.

4.2 Références de I2E (ex DHV Tunisie)

I2E (ex DHV Tunisie) intervient depuis plusieurs années dans le secteur de l'environnement en Tunisie. La qualité des travaux réalisés et des spécialistes qu'elle mobilise pour les études qui lui sont confiées en font un interlocuteur de plus en plus connu sur la place. I2E a capitalisé un savoir faire dans les études de dépollution (hydrique, atmosphérique et solide). I2E a eu l'occasion d'élaborer de grands projets pluridisciplinaires d'envergure, pour plusieurs partenaires publics et privés (ANPE, DGRE, DGEQV, GCT, des pétroliers...) en Tunisie et à l'étranger, se rapportant au domaine de la protection de l'environnement. Parmi les principales études élaborées pour le compte du GCT, on peut citer :

- Etude de dispersion des gaz émis par les cheminées TSP et les unités sulfuriques de l'usine du GCT de Sfax (1996) ;
- Etude phytoécologique des effets des gaz émis par l'usine du GCT de Sfax sur la végétation avoisinante (mars – avril 1996) ;
- Projet de mise en terril du phosphogypse à Gabès – Evaluation de l'état biologique initial autour du site situé au sud de sebkha d'El Maleh (Juin 1999) ;
- Etude d'avant projet d'un émissaire en mer pour le rejet des eaux fluorées qui proviennent de la production de l'acide phosphorique des usines du GCT – Gabès (juillet 2005) ;
- Etude d'impact sur l'environnement du projet de l'usine d'acide phosphorique au site d'ELMKHACHERMA à GABES (2007).

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 19/158
---	--	--

5 SITE D'IMPLANTATION, PERIMETRE DU PROJET ET HORIZON TEMPOREL

5.1 Site d'implantation

La zone d'étude est située à 13 km de la ville de Gafsa et à 5 km de M'Dhilla ville. L'usine M'Dhilla 2 sera limitée à l'ouest de l'usine existante M'Dhilla 1 et par Oued ELMALAH au Nord. Le schéma ci-dessous montre l'implantation générale de la zone.



Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude

5.2 Périmètre du projet

Le périmètre de l'étude couvre l'ensemble des zones et endroits susceptibles de connaître des changements directs et indirects par suite du projet de la réalisation d'une nouvelle usine de production de Triple Super Phosphate M'Dhilla 2. Parmi ces zones, on distingue celles qui seront concernées par l'implantation de la nouvelle usine. Ces zones sont :

- * Le site d'implantation de l'usine ;
- * Le site de la mise en terril ;
- * Les zones qui seront utilisées pour l'emprunt des matériaux nécessaires ;
- * Les zones traversées par le tracé des pipes d'eau ;
- * Les zones qui seront susceptibles de subir des nuisances durant la phase de transport des équipements et des matériaux nécessaires (les voies de circulation routière permettant l'accès à la zone de M'Dhilla (notamment la C123).

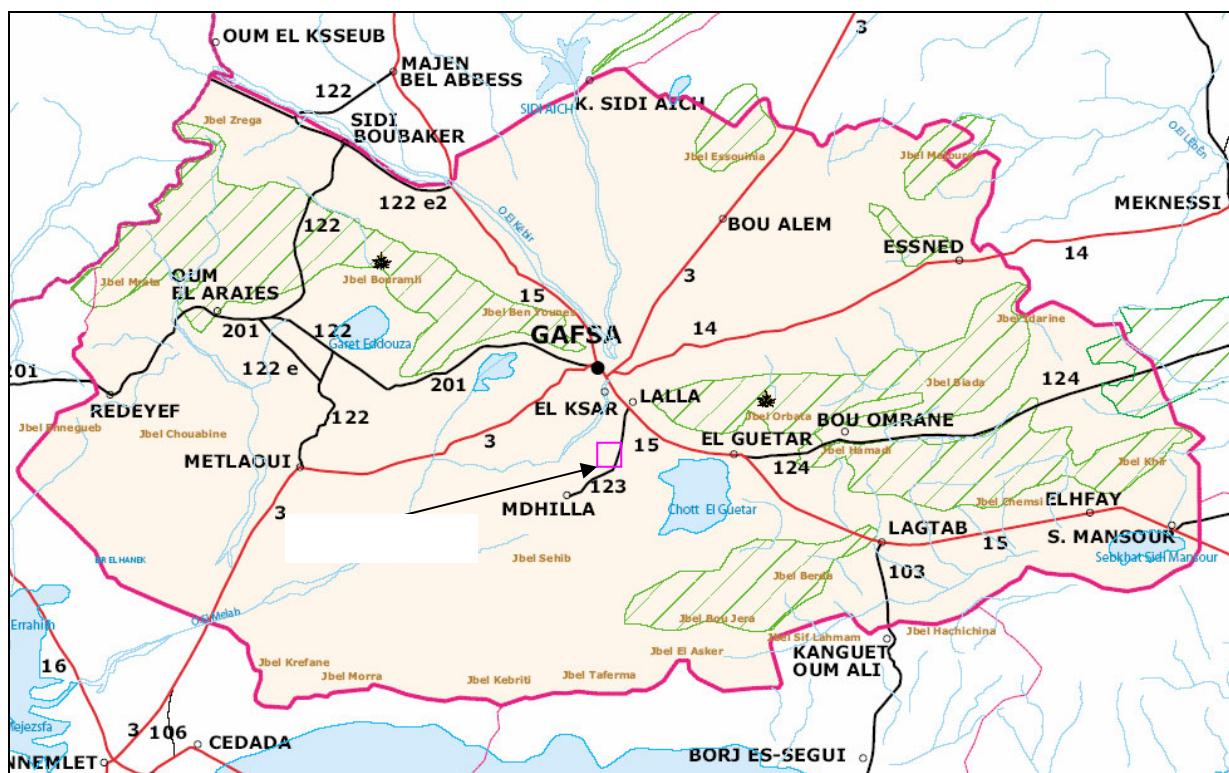
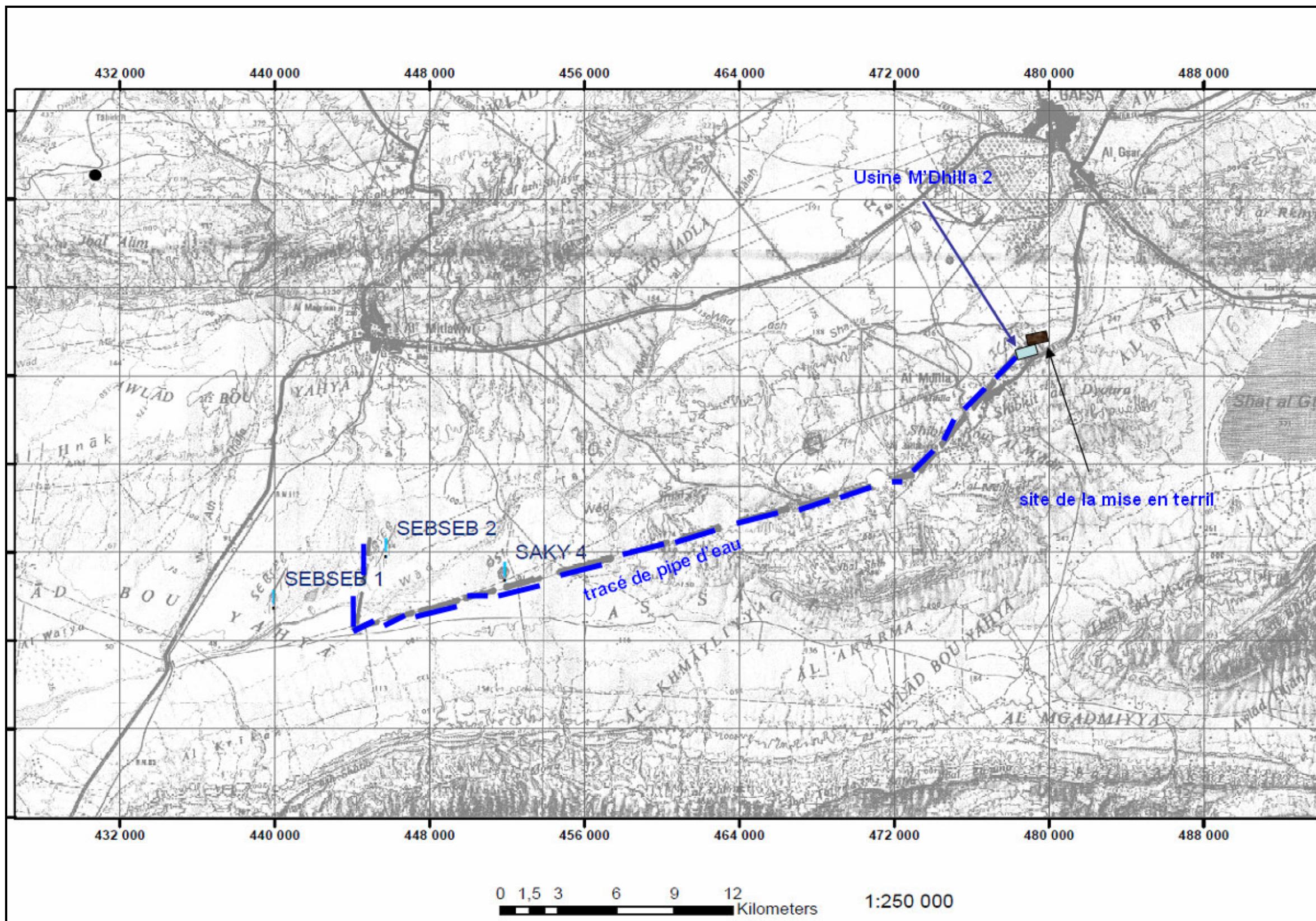


Figure 2 : Réseau routier du gouvernorat de Gafsa.



	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 23/158
---	--	--

5.3 Horizons temporels

Les études de préfaisabilité de ce projet concerné par cette EIE ont débuté depuis la fin 2008. Le démarrage est prévu début 2013 selon le planning ci après. Les principales phases de réalisation se présentent comme suit :

Le projet sera exécuté en trois lots:

- Lot N°1 : réalisation de l'unité d'acide sulfurique
- Lot N° 2 : réalisation de l'unité d'acide phosphorique dilué et 3 boucles de concentration,
- Lot N°3 : réalisation du reste des composantes du projet à savoir :
 - Fusion et Filtration soufre ;
 - Alimentation usine en phosphate humide ;
 - Stockage et clarification d'acide phosphorique dilué et concentré ;
 - Off Sites, bâtiments et VRD ;
 - Interconnexions et réseaux communs ;
 - Raccordement voies ferrées ;
 - Décharge du phosphogypse ;
 - Forages, adduction d'eau et station de reprise.

ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT
DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2

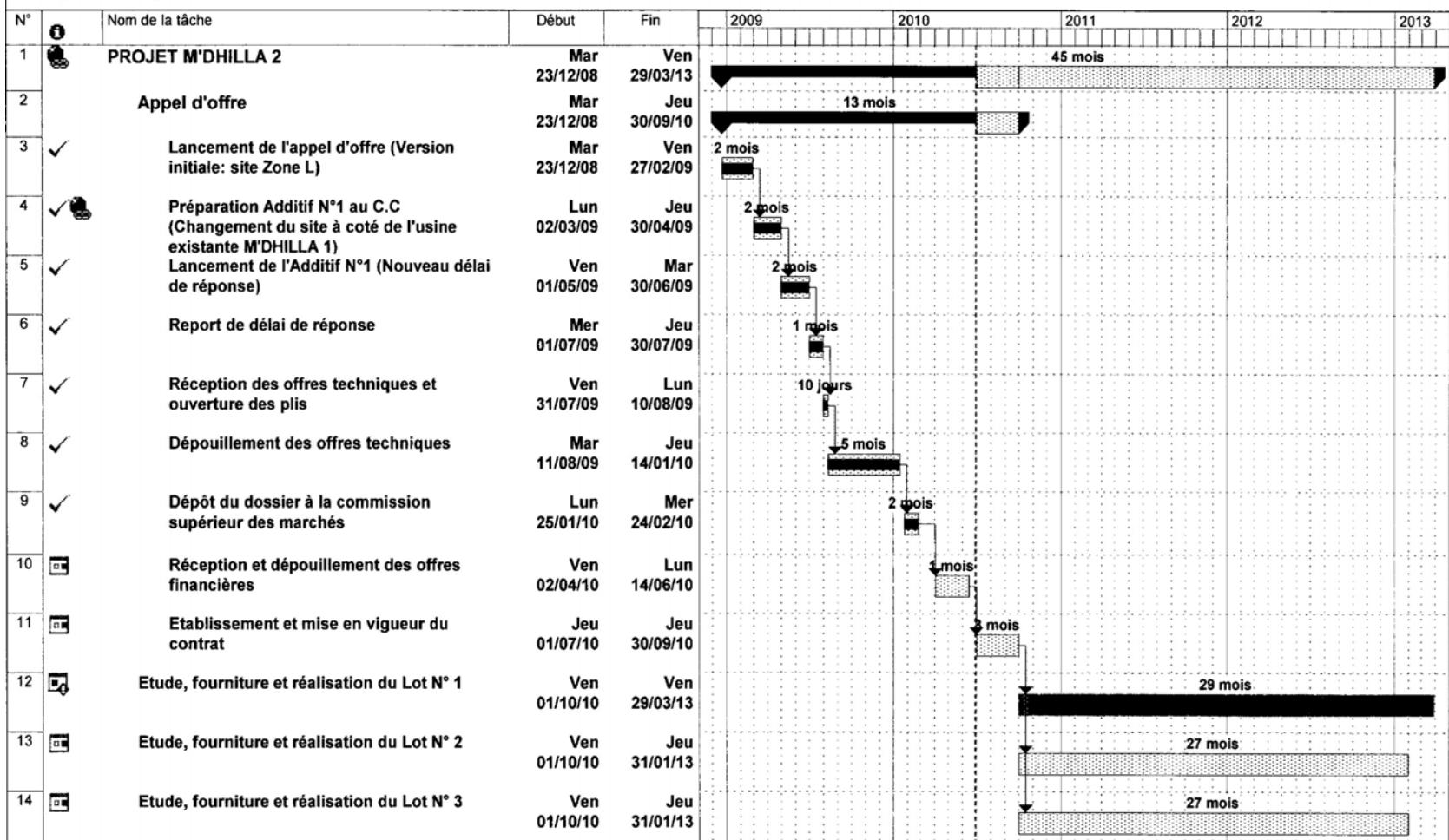
Ref. : AF02/09

Rev. : 3

Page : 24/158

Groupe Chimique Tunisien

PROJET M'DHILLA 2



Directeur de Proj. : MRAD Mustapha
Date : 14/06/2010
Fait par : Hadhri valid

Tâche
Fractionnement
Avancement

Jalon
Récapitulative
Récapitulatif du projet

Tâches externes
Jalons externes
Échéance



Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie

Date : 14/07/10

ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT
DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2

Ref. : AF02/09

Rev. : 3

Page : 25/158

Groupe Chimique Tunisien

PROJET M'DHILLA 2

N°		Nom de la tâche	Début	Fin	2009	2010	2011	2012	2013
15		Etude d'impact	Lun 21/09/09	Mer 30/06/10					
16	✓	Etude	Lun 21/09/09	Jeu 17/12/09					
17	✓	Présentation du rapport au GCT pour commentaire	Ven 18/12/09	Lun 28/12/09					
18	✓	Dépôt du dossier à l' ANPE	Mar 29/12/09	Mar 23/03/10					
19	✓	Approbation du dossier par l' ANPE	Mar 01/06/10	Mer 30/06/10					
20	✓	Etude de danger	Jeu 01/07/10	Sam 31/07/10					

Figure 3 : Planning de réalisation du projet

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 26/158
---	--	--

6 DESCRIPTION DETAILLEE DU PROJET

6.1 Introduction

L'usine projetée M'Dhilla 2 sera composée de :

- Unité de production d'acide sulfurique de capacité journalière de 1 800 tonnes de H₂SO₄ conçue selon le principe double absorption double contact dotée d'un système de récupération de la chaleur d'absorption ;
- Unité des utilités chaudes et froides avec un groupe turboalternateur de 22 MW ;
- Une logistique de stockage de soufre liquide, d'acide sulfurique et d'eau industrielle ;
- Unité de production d'acide phosphorique dilué d'une capacité journalière de 600 tonnes conçue selon le procédé SIAPE / GCT doté d'un flash cooler ;
- Trois boucles de concentration de capacité journalière chacune de 300 tonnes de P₂O₅ en acide phosphorique 54% P₂O₅, dotée chacune d'un système de récupération de fluor sous forme d'acide fluosilicique à 15%.
- Une boucle fermée d'eau industrielle qui lie le flash cooler, les trois boucles de concentration, les tours de refroidissement et le bassin de récupération des eaux.
- Une logistique de stockage et de mise en pulpe de phosphate humide.

Le reste des composantes de l'usine comprend essentiellement:

- 1- Fusion et Filtration soufre.
- 2- Alimentation usine en phosphate humide.
- 3- Stockage et clarification d'acide phosphorique dilué et concentré.
- 4- Off Sites, bâtiments et VRD.
- 5- Interconnexions et réseaux communs.
- 6- Raccordement voies ferrées.
- 7- Décharge du phosphogypse.
- 8- Forages, adduction d'eau et station de reprise.

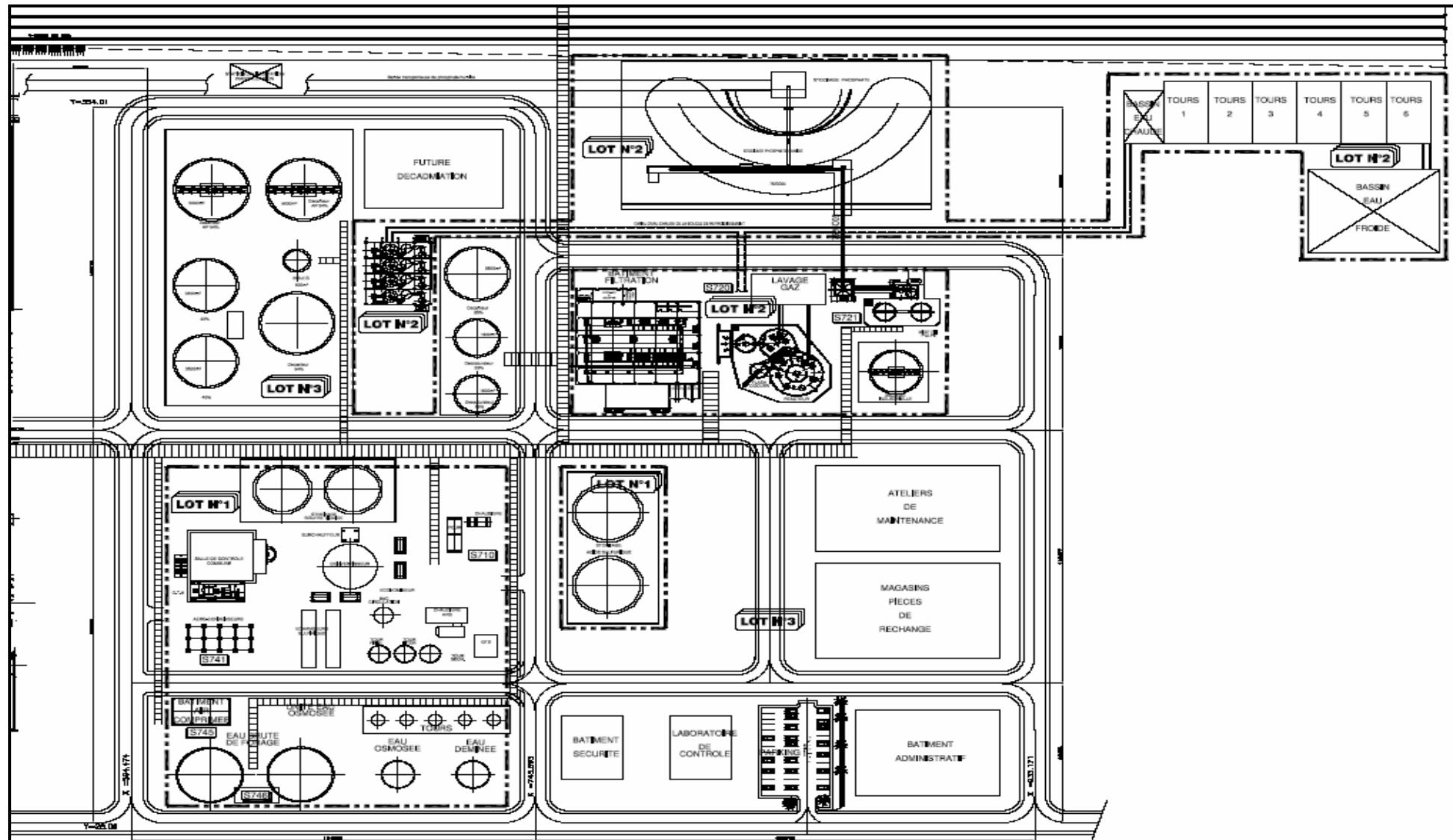


Figure 4 : Plan masse de l'usine M'Dhilla 2

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 28/158
---	--	--

6.2 Description des différentes composantes du projet

6.2.1 *Introduction*

Le projet M'Dhilla 2 de la nouvelle usine de production d'acide phosphorique concentré 54% en vue de produire le triple Super Phosphate à l'usine existante de M'Dhilla 1 comporte :

a. Une unité de production d'acide Sulfurique :(Unité 71 000)

Il s'agit d'une unité de production d'acide sulfurique de capacité journalière de 1 800 tonnes d'acide sulfurique compté en 100% H₂SO₄. Cette unité de fabrication sera conçue suivant le procédé Double Absorption et double contact avec le système de récupération de la chaleur d'absorption et comprendra les sections suivantes :

- Section 711 : Reprise du soufre solide, fusion/ Filtration soufre, stockage du soufre liquide.
- Section 710 : Production d'Acide Sulfurique.
- Section 753 : Stockage d'Acide Sulfurique.
- Electricité et instrumentation.
- Distribution de l'énergie électrique.

b. Une unité de production d'acide phosphorique dilué et concentré (unité 72 000) :

- Une ligne de fabrication d'acide phosphorique dilué d'une capacité journalière de 600 tonnes de P₂O₅ sous forme d'acide phosphorique 25% de P₂O₅. Cette unité sera conçue suivant le procédé SIAPE/GCT au Di hydrate.
- Trois boucles de concentration de capacité journalière chacune de 300 tonnes de P₂O₅ en acide phosphorique 54% P₂O₅, dotée chacune d'un système de récupération de fluor sous forme d'acide fluosilicique à 15%.

L'unité comprendra les sections suivantes :

- Section 752 : Alimentation et stockage de Phosphate humide.
- Section 721 : Reprise et mise en pulpe du phosphate.
- Section 720 : Attaque / Filtration.
- Section 722 : Flash cooler.
- Section 725 : Concentration d'acide phosphorique à 54% P₂O₅.
- Section 726 : Eau industrielle et de refroidissement.
- Section 758 : Décharge du phosphogypse.
- Section 754 : Stockage et clarification d'acide phosphorique dilué et concentré.

c. Une unité des utilités froides et chaudes (unité 74 000)

Cette unité regroupe les sections de production des utilités nécessaires au fonctionnement de l'usine et comprendra les sections suivantes :

- Section 741 : Eau de refroidissement.
- Section 743 : Groupe Turbo alternateur.
- Section 744 : Eau alimentaire / condensat/ Vapeur.
- Section 745 : Air Comprimé.
- Section 746 : Production eau osmosée.
- Section 756 : Stockage eau de forage.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 29/158
---	--	--

d. Off Sites (unité 70 000) :

Cette unité comprend les sections suivantes

- Section 701 : Bâtiments administratifs et sociaux
- Section 702 : Clôture et surveillance de l'usine
- Section 703 : laboratoire de contrôle qualité
- Section 704 : Atelier de maintenance
- Section 705 : magasin pièces de rechange
- Section 706 : Les routes, les réseaux de drainage et l'éclairage extérieur
- Section 707 : Parc de véhicules

6.2.2 Unité d'acide sulfurique

L'unité 71000 d'acide sulfurique de l'usine M'Dhilla 2 est une unité de capacité journalière 1800T d'acide sulfurique compté en 100% H₂SO₄, et fonctionnant en double absorption munie d'un système de récupération de la chaleur d'absorption sous forme de vapeur MP (de 8 à 10 bars et à une température de 200 à 250 °C). L'acide sulfurique produit à une concentration de 98 ,5% est obtenu par la combustion de soufre liquide.

Cette unité 71000 comprendra les sections suivantes :

- Section 711 :
 - Reprise du soufre solide.
 - Fusion/ filtration soufre.
 - Stockage soufre liquide.
- Section 710 : Production d'acide sulfurique.
- Section 753 : Stockage d'acide sulfurique.

6.2.2.1 Section 711 : Reprise du soufre solide, fusion/ Filtration soufre, stockage du soufre liquide

a. Reprise du soufre Solide

L'alimentation en soufre solide de la nouvelle usine se fera à travers le hall de stockage existant de l'usine M'dhilla1.

Le soufre solide sera repris à partir du hall par des chargeuses à godets qui alimentent une trémie tampon H 71101 ; le fendoir est alimenté en soufre solide à partir de cette trémie moyennant une bande transporteuse CO71101 munie d'un doseur d'agent de neutralisation de l'acidité libre du soufre. L'ajout de l'agent de neutralisation (carbonate de Calcium) sur la bande CO71101 est contrôlé par un asservissement entre cette bande et le doseur X 71101.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 30/158
---	--	--

b. Fusion / Filtration de soufre

La fusion du soufre se fait dans une fosse semi enterrée (fondoir D 71101 de forme circulaire en béton armé revêtue intérieurement en briques réfractaires anti acide) équipée d'un agitateur MX 71101 et d'échangeur E 71101 de fusion alimentés en vapeur saturée BP à une pression de 7 bars relatifs.

A travers un filtre à panier de pré filtration FIL 71102 destiné à arrêter les grosses impuretés. Le soufre fondu déborde dans la fosse de filtration D 71102 équipée par des réchauffeurs E 71102, un agitateur MX 71102 et des pompes P71101 A/B.

La préparation de la pré-couche de filtration se fait avec une terre diatomée dans la fosse D 71103 équipée des réchauffeurs E 71103 et d'un agitateur MX 71103. La pré-couche préparée est envoyée par la pompe P 71102 vers les filtres.

La section de filtration est équipée de deux filtres à précouche identiques FIL 711001/ A-B, capables de produire 800 tonnes en 16 heures de fonctionnement (les huit heures restantes servent pour l'entretien et le nettoyage des filtres et la préparation de la précouche).

c. Stockage du Soufre Liquide

Le stockage du soufre liquide filtré se fait dans deux réservoirs TK 71101/A-B de capacité unitaire 2500T équipés de réchauffeurs E 71104 A/B pour le maintien du soufre à l'état liquide (voir *figure 5*)

Le soufre liquide passe dans la fosse de reprise D 71104 équipée par les réchauffeurs E 71105. L'alimentation du four en soufre liquide se fait par l'intermédiaire des pompes P 71103/A-B.

6.2.2.2 Section 710 : Production d'Acide Sulfurique

L'unité d'acide sulfurique sera conçue selon le procédé double absorption. Ce procédé prévoit la succession des opérations suivantes :

➤ **Séchage de l'air**

L'air de combustion est aspiré par la soufflante B71001, qui après élimination des poussières par le filtre à air FIL 71001, pénètre à la base d'une tour de séchage T 71001 pour déshumidification.

Le séchage de l'air est réalisé par passage de celui-ci dans une tour de séchage où circule à contre courant de l'acide H₂SO₄ de concentration 98.5%.

➤ **Combustion de soufre**

Le soufre filtré est repris de la fosse de transfert D 71104 par l'une des pompes verticales immergées P71103/A-B qui l'envoie aux brûleurs W 71001 du four F 71001.

La majeure partie des gaz résultant de la combustion du soufre (mélange de SO₂, de O₂ et de N₂) passe dans une chaudière de récupération, où est générée de la vapeur saturée à 40 bars. Les gaz ainsi refroidis sont alors mélangés à une fraction des gaz chauds by-passés pour permettre le réglage de la température des gaz à l'entrée du convertisseur.

➤ **Conversion**

Les gaz sortant de la chaudière SG 71001 passent au 1er lit du convertisseur catalytique R71001 où se déroule la conversion du SO₂ en SO₃ par passage à travers une masse catalytique à base de V₂O₅.

Les gaz partiellement convertis quittant la 1^{ère} masse catalytique, traversent un surchauffeur de vapeur E71001 permettant de surchauffer la vapeur générée dans la chaudière de récupération. La température des gaz retournant à la 2^{ème} masse du convertisseur est ajustée par passage de la surchauffeur.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 31/158
---	--	--

Les gaz sortant de la 2^{ème} masse catalytique sont refroidis dans un échangeur de gaz/gaz chaud E 71002 avant injection dans la 3^{ème} masse catalytique.

A la sortie de cette 3^{ème} masse catalytique, les gaz sont refroidis en première étape, dans un échangeur de gaz/gaz froid (coté calandre) E 71003 et en deuxième étape, dans un économiseur de chaleur E 71004 pour être ensuite introduits dans la tour d'absorption intermédiaire T71002 (où se fait l'absorption du SO₃ formé dans les trois premiers lits de convertisseur). A la sortie de cette tour T71002, les gaz sont réchauffés, en premier temps dans l'échangeur gaz/gaz froid E71003, ensuite dans l'échangeur gaz/gaz chaud E71002 pour être injectés dans la 4^{ème} masse catalytique.

En quittant cette masse catalytique la quasi-totalité de SO₂ est convertie en SO₃ et les gaz sont refroidis dans un économiseur E 71005 avant d'être injectés dans la tour d'absorption finale T 71003.

➤ **Production d'acide sulfurique (basé sur le principe de la double absorption)**

Les gaz de conversion sortant des économiseurs (intermédiaire et final) sont envoyés à la base des tours d'absorption (intermédiaire T 71002 et finale T71003) où ils rencontrent à contre courant une solution d'acide sulfurique concentré.

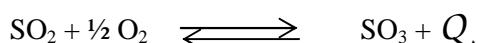
La quasi-totalité des gaz SO₃ est ainsi absorbée et les gaz résiduels sont envoyés à la cheminée S71001. L'acide sortant de deux tours, d'absorption et de la tour de séchage, est recueilli dans deux bacs de circulation D 71001A et D 71001B, il est repris par des pompes verticales P 71001/A-B-C-, immergées pour être envoyé en partie dans les tours après refroidissement dans une batterie d'échangeurs d'acide sulfurique E 71006-7.

L'acide sulfurique produit et concentré (98,5%) est refroidi puis envoyé vers les réservoirs de stockage TK 75301A-B.

Le principe est l'utilité de la double absorption sont expliqués ci-dessous :

Le dioxyde de soufre formé par combustion du soufre à 1050°C passe dans un convertisseur à quatre étages.

Les gaz contenant 11% de SO₂ entrent par le sommet du convertisseur et passent par les lits de catalyseur (pentoxyde de vanadium V₂O₅) où se fait la réaction de conversion réversible suivante :



Les conditions réactionnelles optimales de formation de SO₃ sont :

- Température : 430°C
- Catalyseur adéquat

Selon le principe de Le Chatelier, la conversion du SO₂ en SO₃ est favorisée en présence des facteurs suivants :

- Excès d'O₂ dans le milieu réactionnel
- Récupération de la chaleur de la réaction de conversion à la sortie de chaque étage
- Absorption du SO₃ formé en cours de la réaction de conversion

La simple absorption utilise les deux premiers facteurs dont l'effet conjugué garantit un rendement de conversion maximum de 98%.

La double absorption qui consiste à insérer une tour intermédiaire sur le circuit gaz permet de mettre en jeu l'effet favorable du 3^{ème} facteur de Le Chatelier pour porter le rendement de conversion de SO₂ en SO₃ jusqu'à concurrence de 99,7%.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 32/158
---	--	--

➤ **Eau de Refroidissement**

L'eau de refroidissement de l'acide est l'eau de forage qui circule en boucle semi fermée à travers une batterie de tours de réfrigération. Un appoint d'eau est apporté au niveau du bassin des tours pour compenser les pertes par évaporation.

➤ **Eau de dilution de l'acide sulfurique**

C'est une eau osmosée 5 ppm de chlorures maxima fournie par la section 741.

➤ **Eau alimentaire pour la chaudière de récupération**

C'est une eau distillée, déminéralisée, traitée et dégazée produite et fournie par la section 744 à 105°C et à 60 bars pression au refoulement des pompes alimentaires P74430/A-B-C.

➤ **Eau alimentaire pour la chaudière de récupération de la chaleur d'absorption**

C'est une eau distillée, déminéralisée, traitée et dégazée produite et fournie par la section 744 à 105°C et à 20 bars pression au refoulement des pompes alimentaires P74431/A-B.

➤ **Production vapeur**

L'eau alimentaire est préchauffée, dans les deux économiseurs à tubes d'eau (intermédiaire et final) puis introduite dans le ballon de la chaudière de récupération. La vapeur saturée ainsi générée à 40 bars est surchauffée à une température \geq à 400°C dans le surchauffeur.

La vapeur HP produite (40 bars et à une température \geq à 400°C) sert en partie pour entraîner la turbosoufflante, le reste rejoint le réseau HP pour satisfaire les besoins des utilités.

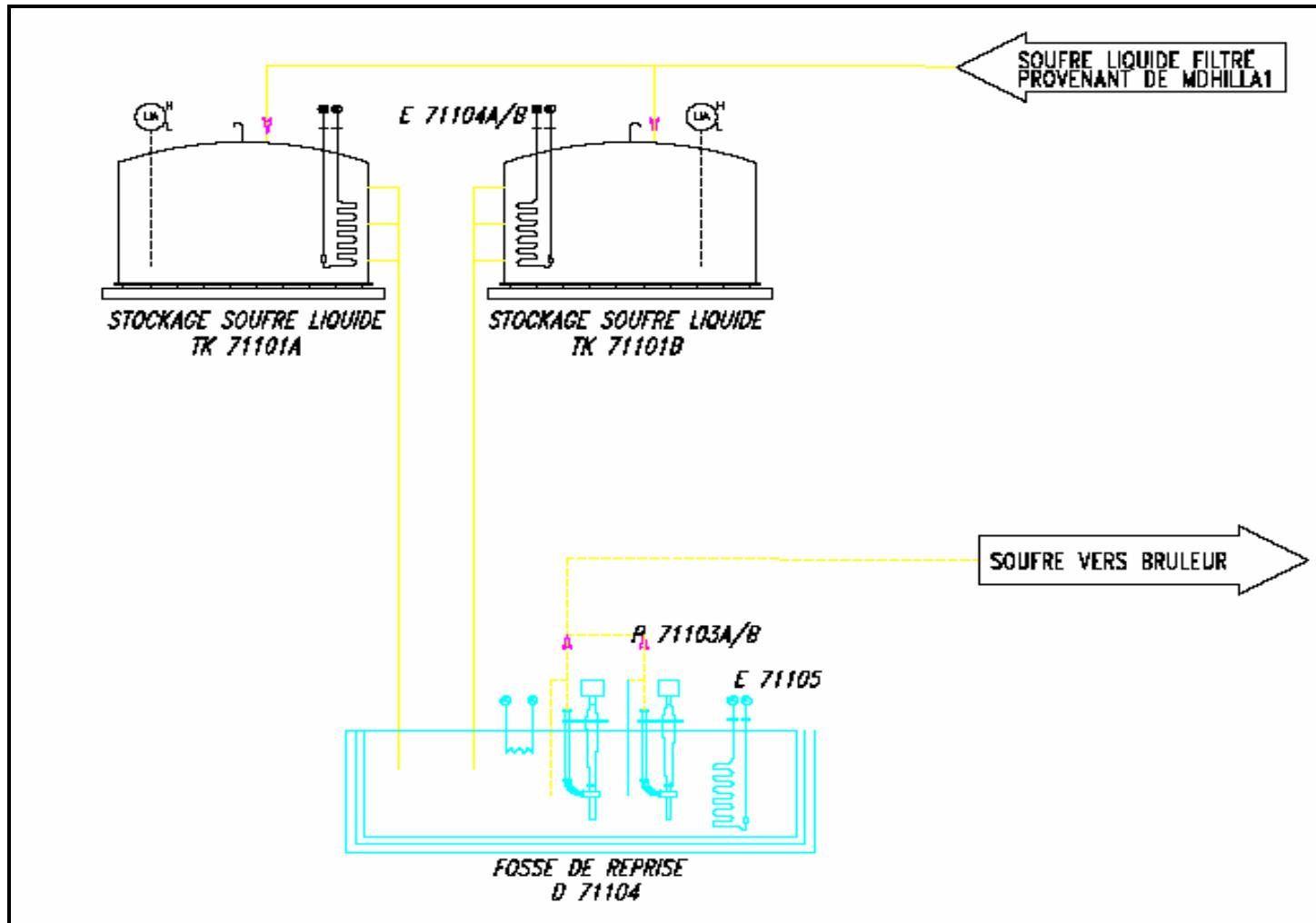


Figure 5 : Stockage de Soufre Liquide

6.2.3 Unité d'acide phosphorique

6.2.3.1 Principe du procédé

➤ Principe du procédé

L'unité est conçue suivant le procédé SIAPE/GCT de fabrication d'acide phosphorique par voie humide et cristallisation en di-hydrate de phosphogypse par attaque des phosphates à l'acide sulfurique à 98%. La capacité nominale de l'unité étant de 600 T P₂O₅ /24 heures soit 25 T P₂O₅ / Heure. Le procédé consiste à faire réagir en milieu acide phosphorique, le phosphate fluoroapatitique, Ca₃(PO₄)₂ CaF₂, avec de l'acide sulfurique, dans des conditions de température et de concentrations en P₂O₅ et en H₂SO₄ telles que le sulfate de calcium résultant précipite sous forme de di-hydrate CaSO₄.2H₂O (phosphogypse).

Le produit de la réaction est donc formé d'une phase solide en suspension dans une solution d'acide phosphorique contenant environ 25% poids de P₂O₅ et 1,5 à 2,5% de sulfates à une température de 78 à 80°C. Cette bouillie est ensuite filtrée pour extraire la solution dite « Acide Phosphorique ».

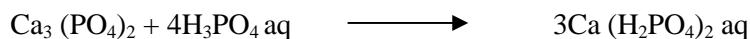
➤ Réaction Principale

L'attaque sulfurique des phosphates se fait suivant la réaction principale entre le phosphate tricalcique et l'acide sulfurique :

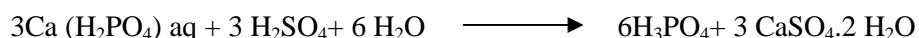


Cette réaction globale est en fait la résultante de deux réactions successives qui sont comme suit :

- Réaction de solubilisation de phosphate dans l'acide phosphorique qui donne une solution de phosphate monocalcique.

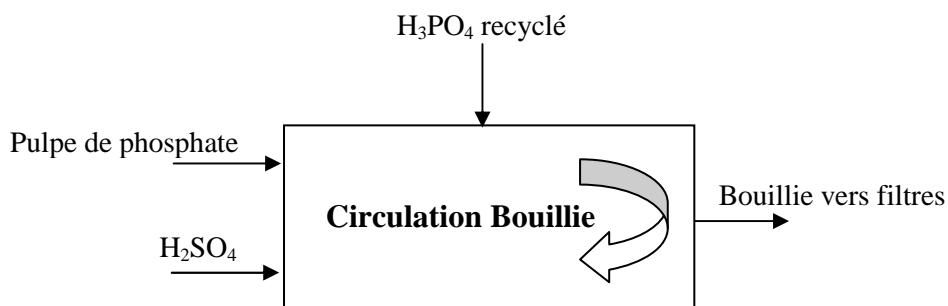


- Puis, cristallisation du phosphogypse par réaction de l'acide sulfurique sur la solution monocalcique.



➤ Schéma de la réaction

Dans une masse de bouillie en circulation sont ajoutés l'acide sulfurique, le phosphate et l'acide phosphorique moyen recyclé destinés à maintenir le taux de solide dans la bouillie. La quantité de bouillie correspondante aux matières premières introduites est envoyée sur le filtre.



	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 35/158
---	--	--

6.2.3.2 Description détaillée de l'unité de production d'acide phosphorique dilué

L'unité de production d'acide phosphorique dilué à 25% P₂O₅ conçue selon le procédé SIAPE/GCT est dimensionnée pour une capacité de production journalière de 600 tonnes P₂O₅ de marche continue.

L'unité comprend les sections suivantes :

- Section 721 : Mise en pulpe.
- Section 720 : Attaque / filtration et lavage gaz.
- Section 722 : Flash cooler (LLFC).
- Section 725 : Concentration.
- Section 752 : Stockage du phosphate humide.
- Section 758 : Décharge phosphogypse.
- Section 754 : stockage et clarification de l'acide dilué.

1. Mise en pulpe du phosphate

Le phosphate extrait de la trémie 721H01 passe par la bascule intégratrice pour le pesage continu du phosphate qui déverse dans le convoyeur à bande 721 CO01 avant d'être mis en pulpe dans le premier bac 721 D01 de volume utile 10 m³, agité et à fond incliné. Cette pulpe de phosphate déjà préparée à 70% de solide dans le bac 721D01, alimente gravitairement un deuxième bac agité 721 D02 de volume utile 25 m³ à travers un premier tamis vibrant 721SC01 de maille 10 mm X 10 mm et de capacité de criblage 250 m³/h.

La pulpe de phosphate est pompée à travers un deuxième tamis vibrant 721SC02 de maille 10mm X 10mm et de capacité de criblage de 250 m³/h, dans un bac tampon agité 721 D03 de volume 220 m³ est équipé de deux pompes à vitesse variable 721 P02/1-2 de capacité 100 m³/h chacune (une en fonctionnement et l'autre en stand by).

Pour pompage, la pulpe passe dans le deuxième bac tampon 721 D04 agité de volume 220 m³ est équipé de deux pompes à vitesse variable 721 P03/1-2 de capacité 100 m³/h chacune (une en fonctionnement et l'autre en stand by) qui alimentent en continu le réacteur.

2. Attaque/Filtration

▪ Attaque Sulfurique du Phosphate

La pulpe de phosphate dosée est introduite dans la cuve centrale du réacteur principal d'attaque par l'intermédiaire d'une pompe centrifuge à vitesse variable.

Le mélange des acides sulfurique et phosphorique recyclé est introduit dans l'anneau périphérique du réacteur principal 720 R01. Ce mélange reçoit la bouillie par débordement de la cuve centrale.

La bouillie en fin d'anneau périphérique du réacteur principal est recyclée en partie par un passage bas dans la cuve centrale, l'autre partie passe dans la réacteur secondaire 720R02.

La bouillie est recyclée du réacteur 720 R02 au réacteur 720 R01 par deux pompes de circulation 720 P02/1-2. La bouillie passe par débordement du 720 R02 vers le bac d'alimentation filtre 720 R 03. Les filtres à vitesse variable 720 FIL01/1-2-3 sont alimentés par les pompes 720P01/1-2-3 à vitesse variable.

La bouillie envoyée vers les filtres est issue d'une cuve agitée 720R03 appelée encore cuve d'alimentation des filtres en bouillie phosphorique.

La température de la bouillie dans les deux réacteurs 720 R01 et 720 R02 est maintenue entre 78 et 80°C par l'intermédiaire :

1. D'un système de refroidissement : Low Level Flash Cooler (LLFC).
2. D'un ventilateur centrifuge 720 B01, installé en aval de la tour de lavage des gaz fluorés. Ce ventilateur aspire l'air frais à partir des ouvertures situées sur le toit des réacteurs et assure ainsi l'extraction de la vapeur générée par la réaction d'attaque du phosphate.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 36/158
---	--	--

- Filtration de la Bouillie.

La filtration de la bouillie phosphorique est réalisée sur trois filtres à bande, fonctionnant sous vide, de surface unitaire utile 90 m² dont un en stand by.

Chaque filtre comprend :

- Un secteur de présuction (présecteur).
- Un secteur d'extraction de l'acide fort produit.
- Deux secteurs de lavage du gâteau de phosphogypse.
- Un secteur de décharge du gâteau de phosphogypse.

Les eaux de lavage des toiles sont utilisées pour le lavage final du gâteau de phosphogypse.

La section filtration est de type semi barométrique, les filtres sont installés à un niveau géométrique légèrement supérieur au niveau des toits réacteurs. Les pompes à filtrats sont adaptées en conséquence. Les circuits de filtration pour chaque filtre seront les suivants :

- Acide fort produit : Extrait et envoyé vers le stockage par les pompes autorégulantes 720P05/A-B-C.
- Acide moyen : Extrait et envoyé vers un bac tampon commun aux trois filtres par les pompes autorégulantes 720P06/A-B-C.
- Acide faible : Extrait et recyclé au filtre par les pompes autorégulantes 720 P07/A-B-C pour un premier lavage du gâteau de phosphogypse.

Après décharge du phosphogypse, la toile du filtre est lavée à l'eau claire. La mise sous vide des filtres est assurée par les pompes à vide 720 P08/A-B-C.

Les pompes à vide sont équipées chacune d'un dévésiculeur destiné à retenir les gouttelettes d'acide phosphorique et d'un laveur condenseur des gaz fluorés chargés de vapeur d'eau.

3. Flash Cooler (LLFC)

Le principe de fonctionnement de flash cooler se résume comme suit

La bouillie chaude est circulée dans la chambre sous vide du flash cooler pour permettre à l'eau contenue dans la phase liquide de s'évaporer. L'évaporation instantanée de l'eau provoque la chute de la température de la bouillie retournée dans le réacteur.

La circulation de la bouillie à travers la chambre du vide du flash cooler est assurée d'une part par la pression du vide qui fait remonter la bouillie à travers la gaine upflow jusqu'à un niveau de 1 m dans la chambre puis par une pompe axiale montée dans la gaine downflow de la bouillie refroidie. Un ΔT de 2 à 3°C de la bouillie en circulation à grand débit (5000 m³/h) permet d'évacuer environ 80% de la quantité de chaleur excédentaire du réacteur.

Le système de refroidissement par flash cooler comprend les composantes suivantes

- *Gaines et corps du flash cooler* : la chambre du vide (ou corps du flash cooler) 722 D01 de volume utile 43 m³ est munie de deux gaines : une gaine 722X01 upflow pour l'alimentation de la chambre du vide par la bouillie chaude et une gaine 722 X02 downflow d'alimentation du réacteur 720 R01 en bouillie refroidie. La gaine 722 X02 downflow est équipée d'une pompe axiale de 5000 m³/h faisant circuler la bouillie vers le réacteur 720 R01.
- *Séparateur de gouttelettes d'acide* : la vapeur d'eau évaporée sous vide dans la chambre du vide est entraînée dans un séparateur 722 D02 de gouttelettes d'acide phosphorique. Les gouttelettes d'acide phosphorique récupérées sont recyclées à travers une conduite barométrique immergée dans le réacteur 730 R01.
- *Circuit de condensation de la vapeur et maintien du vide* : la vapeur propre quittant le séparateur 722 D02 passe successivement à travers deux condenseurs 722 D03 et 722 D04 montés en série et fonctionnant à l'eau industrielle en boucle semi fermée.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 37/158
---	--	--

Le pré condenseur 722 D03 est alimenté par l'eau, à une température d'environ 40°C en provenance de la tour de réfrigération avec un débit de 110 m³/h. Cette quantité d'eau permet de condenser environ 8% de la vapeur (8% de la chaleur thermique).

Le deuxième condenseur 722 D04 est alimenté, aussi, par de l'eau froide avec un débit de 1240m³/h pour condenser la quantité de vapeur restante.

Les deux condenseurs sont équipés de rampes de pulvérisateurs :

- ✓ Le pré condenseur : 02 rangées.
- ✓ Le condenseur : 03rangées.

Les deux conduites barométriques des deux condenseurs sont immergées dans le même bac de garde hydraulique 722 D05.

Le bac de garde est équipé d'une pompe 722 P02 d'envoie vers le bassin d'eau chaude de la tour de réfrigération.

L'appoint d'eau fraîche au niveau de la tour de réfrigération est calculé de façon à maintenir la teneur en fluor à un seuil de concentration inférieur à 200 ppm.

Le maintien de la pression du vide dans le flash cooler est assuré par une pompe à vide 722 P03 de capacité 8000 m³/h.

4. Stockage et Clarification de l'Acide Dilué

L'acide phosphorique en provenance des trois filtres arrive dans les deux répartiteurs 754 D01/02 des deux désaturateurs 754 TK01/1-2 d'acide dilué de volume utile chacun 1800 m³. Chaque désaturateur est équipé d'un agitateur central 754 MX01/1-2.

L'acide désaturé est repris par des pompes de transfert 754 P01.1-2/A-B et arrive dans le répartiteur 754 D02 du décanteur 754 TK02 de volume utile 3500 m³. Ce décanteur est muni d'un racleur 754 MX02, de trois pompes 754 P02.1/2/3 d'alimentation des boucles de concentration de l'acide phosphorique de 25% à 54% P₂O₅, et de deux pompes à boues.

Les eaux en provenance des circuits de lavage des filtres, des boucles de concentrations, des puisards...sont récoltées dans un bac agité 754 TK03 de volume utile 3500m³. Cette eau sera recyclée vers la section d'attaque filtration.

Un puisard 754 D03 est prévu au niveau de cette section. Une pompe verticale 754 P04 installée sur ce puisard permet le recyclage des égouttures dans les bacs de stockage.

Les bacs de stockage sont munis d'une cuvette de rétention pouvant contenir 3500 m³, bien aménagée et protégée contre les infiltrations des égouttures acidulées.

6.2.3.3 Description de la section de Concentration de l'Acide Phosphorique

1. Boucle de concentration

Chaque boucle de concentration comprend :

- Un bouilleur évaporateur sous vide 725 R01 dans le quel est assuré une circulation importante de l'acide à l'aide de la pompe de circulation 725 P01.
- Un réchauffeur d'acide 725 E01 dans le quel l'acide est chauffé par la vapeur basse pression soutirée du GTA. Les condensats sortant du ballon à condensat sont recyclées vers la centrale thermique.

L'acide à concentrer provenant de la section stockage d'acide est introduit dans chaque boucle en aval du réchauffeur de l'acide phosphorique.

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 38/158
--------------------------	---	--

L'acide concentré est soutiré par débordement de l'évaporateur, et il est repris par la pompe d'acide produit 725 P02 et envoyé vers les bacs de préparation de l'acide 40% P_2O_5 de la section stockage d'acide.

Le fluor contenu dans les buées à la sortie du bouilleur évaporateur est absorbé dans un absorbeur cyclonique 725C01 à l'aide d'une solution d'acide fluosilicique injectée par les rampes de pulvérisateurs.

La solution d'acide fluosilicique concentrée 15% arrive dans le bac de circulation 725D01.

L'eau de refroidissement provenant de la tour de réfrigération est introduite dans le condenseur à mélange 725 E02, puis elle est acheminée vers le bac de garde 725 D02 ou elle déborde dans la cuvette 725 D03 de collecte des eaux de condensation de chaque boucle de concentration, puis elle est reprise à partir de cette cuvette par les pompes 725 P04-1-1/2 de recyclage d'eau vers les tours de réfrigération (une pompe en fonctionnement, la seconde en secours).

2. *Eau Industrielle de Refroidissement*

L'eau de condensation des buées en provenance de chaque boucle de concentration et du flash cooler est collectée dans le bassin d'eau chaude repère 726 D03 par l'intermédiaire des pompes 725 P04/1-2.

L'eau chaude est ensuite transférée par les pompes immergées 726 P03/1-2 dans une batterie de tours de réfrigération repère 726 T01/1-2-3-4, 5,6 et refroidie jusqu'à une température inférieure à 36°C.

L'eau refroidie (<36°C) des tours de réfrigération est collectée dans le bassin d'eau froide 726 D01 puis reprise par les pompes immergées 726 P01/1-2 pour alimenter les condenseurs de la ligne de concentration et les pompes 726 P01/3-4 pour le flash cooler, la section de mise en pulpe du phosphate et le bac de collecte de l'eau industrielle de l'unité 754 TK05.

L'eau fraîche d'appoint est introduite, en partie, au niveau du bassin d'eau froide 726 D01 (de 100 à 150m³/h en fonction de la cadence de l'unité 720).

6.2.4 Traitement de l'Acide Fluosilicique

6.2.4.1 Récupération du Fluor

Le fluor présent dans les vapeurs se trouve sous forme de mélange de HF et de SiF₄ dans un rapport voisin de 2. Ce rapport sera ajusté dans les bacs de formation de l'acide 40% P_2O_5 par l'ajout de la silice active en quantité suffisante pour compenser le déficit de la silice active présente dans le phosphate.

L'acide fluosilicique de chaque boucle est récupéré dans un bac commun de stockage d'acide fluosilicique concentré à 15% de H₂SiF₆. Il sera ensuite pompé vers la section de neutralisation.

Les vapeurs issues du bouilleur évaporateur des boucles de concentration passent à travers un séparateur permettant d'éliminer les gouttelettes d'acide phosphorique de la buée sortie évaporateur pour les recycler dans la pompe de circulation.

Le rendement global en P_2O_5 pour l'ensemble des trois boucles de concentration sera ≥ à 99,55 %.

Les buées défluorées traversent un tamis dévésiculeur installé en tête de l'absorbeur de fluor destiné à anéantir les entraînements vésiculaires d'acide fluosilicique.

La quantité de fluor contenue dans les buées à la sortie des trois boucles d'absorption de fluor sera < à 200Kg / heure.

6.2.4.2 Traitement de l'Acide Fluosilicique

L'acide fluosilicique provenant des absorbeurs de fluor des trois boucles est collecté dans un bac tampon de volume utile 500 m³, puis transféré dans un bac agité de neutralisation de volume utile 100m³

L'acide fluosilicique est neutralisé avec du chlorure de sodium, cette réaction produit du fluosilicate de sodium et de l'acide chlorhydrique. La phase liquide (HCl), et la phase solide (Na_2SiF_6) sont transférées par pompage dans une centrifugeuse pour la séparation des deux phases.

Le solide est acheminé vers la plate forme de mise en terril du phosphogypse.

Le liquide est récupéré dans un bac agité de volume utile 100 m³ où il est neutralisé avec de la chaux vive. La réaction de neutralisation donne une solution de Chlorure de calcium à 250 g/l, dissous dans l'eau à pH : 7,5.

Le tableau suivant montre les consommations spécifiques en chlorures de sodium et en chaux éteinte pour l'unité de traitement de l'Acide Fluosilicique.

Neutralisation acide Fluosilicique		
Chlorure de Sodium	14,8 kg/T de soufre	Solide
Chaux éteinte	15.6 kg/T P_2O_5	poudre

Tableau 2 : Consommation spécifique en chlorures de sodium et en chaux éteinte

6.2.4.3 Déchets découlant de la neutralisation de l'Acide Fluosilicique H₂SiF₆

La récupération de Fluor au niveau des lignes de concentration de l'acide phosphorique entraîne la production d'Acide Fluosilicique H₂SiF₆.

Cet acide est d'abord capté dans l'eau déminéralisée jusqu'à une concentration de 15%. Ensuite, par réaction avec du NaCl, on précipite le fluosilicate de Sodium (Na_2SiF_6), qui est récupéré par centrifugation. Le filtrat récupéré étant une solution claire et limpide d'acide chlorhydrique ; est neutralisé par la chaux éteinte. Cette dernière réaction génère une solution d'eau contenant 3% de matière solide inerte à pH 7,5 et chargée de sel CaCl₂ dissout.

La phase solide est acheminée vers la plate forme de mise en terril du phosphogypse par l'intermédiaire d'un camion à benne basculante.

La phase liquide sera recyclée dans le circuit de mise en pulpe du phosphogypse.

6.2.5 Phosphogypse

Le phosphogypse est un sous produit obtenu par filtration (séparation : phase solide constituant le phosphogypse de la phase liquide constituant l'acide phosphorique) de la bouillie produite à la section d'attaque (acide sulfurique- phosphate).

Le procédé de décharge à envisager est celui utilisant la voie humide. Les constituants de la mise en terril de phosphogypse dans ce cas sont :

- Une infrastructure de décharge de phosphogypse (pompes à gypse, pompe retour d'eau, etc.).
- La mise en terril.
- Système de récupération des eaux de la tabia de gypse (bassin, pompes, pipes, etc.).

Le terril sera exploité aussi bien pour les besoins de M'dhila 1 et 2.

a) A court terme :

Le phosphogypse sera stocké dans le site de l'usine limitrophe au terril actuel. La surface disponible est d'environ 36 Ha sera isolé et aménagée pour recevoir le terril de phosphogypse.

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 40/158
--------------------------	---	--

Le nouveau terril comprendra deux cellules qui seront exploitées en alternance. Un cycle d'exploitation consiste à remplir de phosphogypse une cellule pendant que l'autre cellule est préparée en rehaussant ses digues en périphérie et sa prise d'eau (appelée aussi évacuateur).

La digue d'amorce sert à retenir les eaux gypseuses durant le premier cycle d'exploitation. Par la suite, cette digue est rehaussée avec du phosphogypse par l'exploitant.

Un fossé périphérique est situé entre la digue d'amorce et une digue extérieure, appelée digue périphérique.

Le fossé périphérique est destiné à collecter toutes les eaux de ruissellement qui viendront en contact avec le tas de phosphogypse, ainsi que les eaux provenant des drains installés sous le tas de phosphogypse.

Pour renforcer l'étanchéité naturelle du terrain, le fond du terril sera tapissé d'une étanchéité artificielle composée par les éléments suivants :

- Une couche d'argile compactée de 0,50 m d'épaisseur;
- Une géomembrane en polyéthylène de haute densité (PEHD) de 1,5 mm d'épaisseur. Cette épaisseur est recommandée par les fournisseurs SNC-LAVALIN et ARDAMANE.

Cette membrane composite se prolonge sous la digue d'amorce, sous le fossé périphérique et jusqu'en crête de la digue périphérique. Le fond du terril sera drainé au moyen d'un réseau de drains, équidistants 50 m, et se déchargeant dans le fossé périphérique.

Les eaux surnageantes à l'intérieur des cellules seront évacuées par des prises d'eau et s'écouleront par gravité dans des conduites installées au fond du fossé périphérique jusqu'au bassin de récupération.

En plus de l'aménagement de l'aire de décharge du phosphogypse, le site du terril doit comprendre comme il a été décrit précédemment :

- un poste de pompage des eaux gypseuses comprenant deux bacs et deux groupes de pompes à installer aux unités phosphoriques.
- deux conduites de mise en terril des eaux gypseuses jusqu'aux cellules du terril ;
- une prise d'eau à chaque cellule du terril (évacuateur), ainsi qu'une conduite, par prise d'eau, acheminant les eaux surnageantes jusqu'à un bassin de collecte ;
- un bassin de collecte des eaux surnageantes, d'une capacité totale d'eau moins 7000 m³, conçu en deux compartiments et comportant deux fosses de pompage de capacité unitaire de 1200m³ chacun, afin de permettre l'entretien d'un compartiment lorsque l'autre sera en exploitation;
- Tous les équipements et accessoires auxiliaires pour assurer le bon fonctionnement de l'ensemble (vannes, clapets anti-retour, etc..).

La conception et le dimensionnement de ces équipements assurera le bon fonctionnement de tous les ouvrages.

La durée d'un cycle d'exploitation d'une cellule sera de 10 jours au sommet de l'empilement de phosphogypse, tel qu'indiqué ci-haut, lorsque chaque cellule atteindra une superficie d'environ 5,5ha. A la base de l'aire de stockage, alors que chaque cellule aura une superficie d'environ 14,6ha, la durée d'un cycle d'opération sera d'environ 4 semaines.

Les deux premières cellules en exploitation qui font une superficie totale de 29,16 ha à la base, une hauteur de 35 mètres et une superficie totale de 10,9 ha au sommet, font un volume total de 6756113mètres cubes de phosphogypse. En considérant un poids volumique sec moyen après consolidation de 1,3 t/m³, la durée d'exploitation du premier module est estimée être de 4,7 ans.

Une fois cette surface de mise en terril sera saturée, une deuxième aire est prévue sur les terrains limitrophes pour assurer le stockage à moyen terme.

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 41/158
--------------------------	---	--

b) A moyen terme :

Le terrain limitrophe situé au nord des décharges actuelles, sur la rive droite d'oued EL Maleh et sur une superficie de 100 ha sera aménagé pour recevoir le phosphogypse. De même, cette surface sera d'une part isolée du réseau hydrographique et essentiellement de l'oued EL Maleh par une digue et d'autre part aménagée de la même manière que l'ancienne décharge. Le phosphogypse sera acheminé par voie humide par une conduite en PEHD. Le retour des eaux gypseuses (lexiviats) sera assuré au moyen d'une conduite en PVC frettée avec une couche en stratifiée verre résine (SVR).

c) A long terme :

Les investigations de recherche de site ont aboutit à identifier un espace potentiel qui répond à tous les critères de choix du site de décharge humide. Cet espace se trouve à environ 5 km à vol d'oiseau au sud du site des usines actuelles à la terminaison nord orientale de la structure anticlinale de Sehib. Il s'agit d'un espace naturellement isolé par un cerceau de colline formant une combe anticlinale drainée par un cours d'eau qui déverse à chott El Guettar. Le substratum de cet espace est formé par une épaisse couche d'argile compacte à passées sableuses attribuées à la formation Segui. Cette couche constitue un bon écran naturel imperméable protégeant les nappes profondes sous-jacentes.

Ce site sera isolé et aménagé conformément au basic book pour recevoir la décharge du phosphogypse.

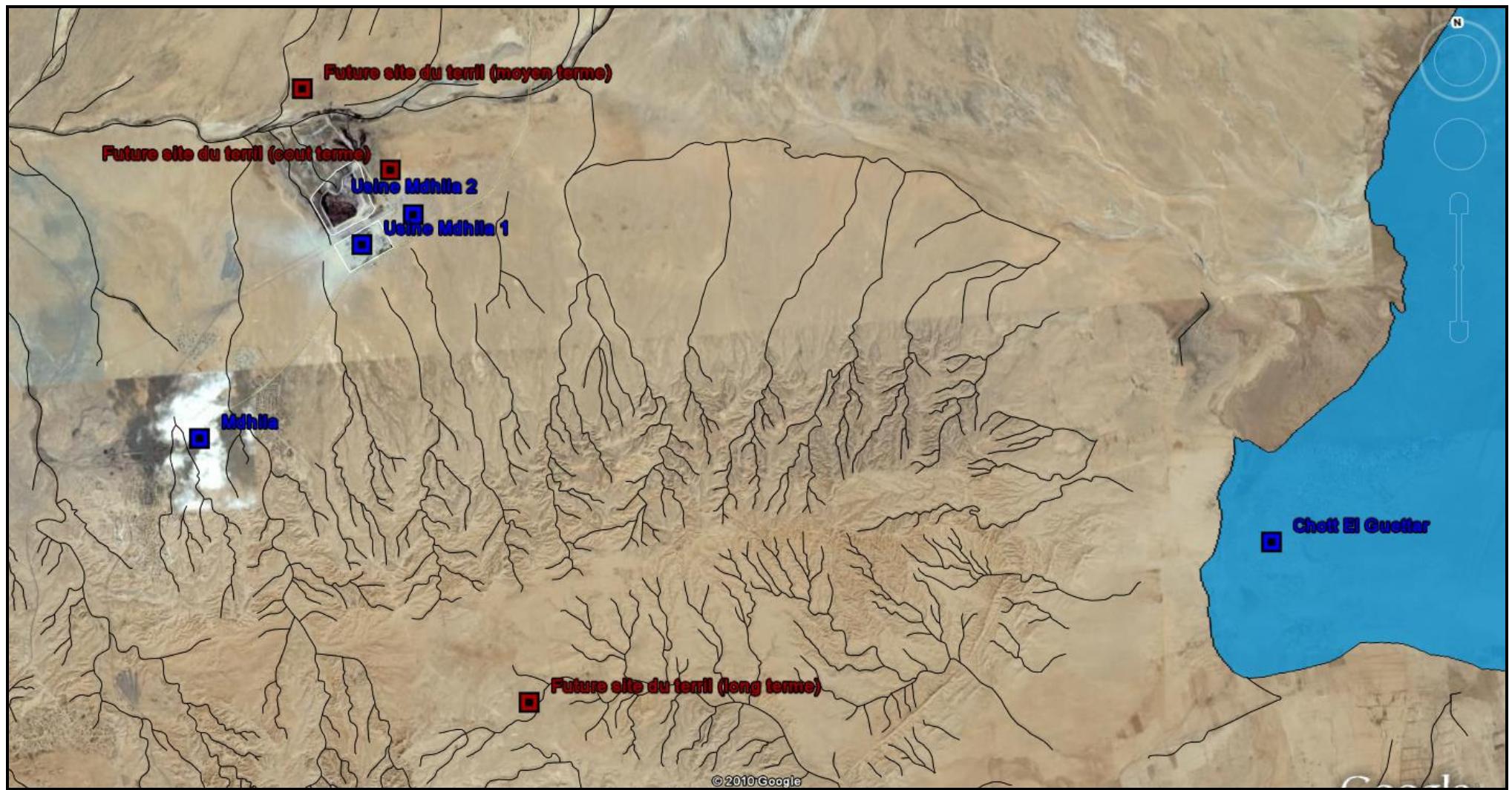


Figure 6 : Présentation des variantes à moyen et long terme des sites de terril du phosphogypse

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 43/158
---	--	--

6.2.6 Osmose

Les procédés utilisés sont le dessalement de l'eau de forage par osmose inverse pour la production de l'eau à 200 ppm de Cl (WI), la ré-osmose de l'eau WI pour la production de l'eau WN à 5 ppm de Cl- et la déminéralisation de l'eau WN pour la production de l'eau déminéralisée (WD) sur la base de la technique de l'électrodéionisation.

Les qualités et les quantités des eaux osmosées, osmosées sortie finisseur et electrodéionisées sont respectivement comme suit :

1. Eau osmosée 200 ppm Cl-

- Conductivité : < 500 µS/cm
- Cl⁻ : < 200 ppm
- pH : 5 à 7
- SiO₂ : < 0,2 ppm
- Débit : 80 m³/h (à 200 ppm Cl-)
- Taux de conversion : 75%
- Rendement des moteurs des pompes HP ≥ 65%.

2. Eau osmosée sortie finisseur

- Conductivité : < 40 µS/cm
- Cl⁻ : < 5 ppm
- pH : 6 à 8
- Mg⁺ : < 0,1 ppm
- CO₂ : < 0,2 ppm
- Na : < 2 ppm
- SiO₂ : < 100 ppm
- Débit : 60 m³/h (à 200 ppm Cl-)
- Taux de conversion : 85%

3. Eau Electrodéionisée

- Conductivité : < 0,2 µS/cm
- SiO₂ : < 20 ppb
- Débit entrée : 10,5 m³/h
- Débit sortie : 20 m³/h

Les eaux saumâtres sont recyclées dans la boucle des eaux de refroidissement.

6.2.7 Ressources utilisées

6.2.7.1 Phosphate

Les deux tableaux suivants fourniront, respectivement, la composition chimique (exprimée sur sec) et les propriétés physiques (granulométrie) du phosphate qui sera utilisé dans ce projet :

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 44/158
---	--	--

Tableau 3 : Composition massique du phosphate utilisé.

Composant	Pourcentage massique (exprimé sur sec)
P ₂ O ₅	28,5 ± 0,3 %
H ₂ O	16 ± 2,0 %
CaO	49,0 ± 0,3 %

Tableau 4 : Granulométrie du phosphate utilisé.

Diamètre de grains	pourcentage
G < 0.04 mm	1 %
G < 2 mm	97 %
G > 2 mm	2 %

Il est à noter que l'humidité de phosphate est située entre 14% et 18%.

6.2.7.2 Eau industrielle

La nouvelle usine sera approvisionnée en eau industrielle à partir de quatre forages de la nappe Gouifla (voir figure ci après).

L'eau de forage sera acheminée par canalisation enterrée en PEHD. Le tracé et le profil en long de la conduite ne sont pas encore figés. L'étude du détail du système de canalisation sera réalisée ultérieurement.

Il est à noter que le GCT a déjà obtenu les autorisations de la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE) nécessaires pour la réalisation et l'exploitation de ces forages.

La composition chimique des eaux de la nappe Gouifla est présentée dans le tableau suivant:

Tableau 5 : La composition chimique des eaux de la nappe Gouifla (forage Essagui)

pH	7.8-8.0
Ta (°F)	0
TAC (°F)	12.0-12.5
Mg ²⁺ (mg/l)	250-270
Ca ²⁺ (mg/l)	450-550
TH (°F)	220-240
K+ (mg/l)	24-28
Na+ (mg/l)	1000-1200
Cl- (mg/l)	1800-2200
F- (mg/l)	2.0-2.2
Résidus secs (mg/l)	6200-7700
Ba++	≤ 0.005 mg/l
Sr ++	≈ 2 mg/l
SO ₄ --	≈ 2.2 g/l

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 45/158
--------------------------	---	--

6.2.7.3 Soufre

1. La composition du soufre non filtré est comme suit :

Etat :	Solide en vrac
Humidité :	2% max
Cendres :	480 ppm max
Bitumes :	480 ppm max
Acidité :	500 ppm max
Soufre :	97,85%

Exempt d'Arsenic, de sélénium, de bismuth et de fluor.

2. La composition du soufre filtré est comme suit :

Cendres :	20 - 50 ppm.
Acidité :	25 - 35 ppm.

6.2.7.4 Electricité

Tableau 6 : Bilan énergie électrique Usine M'Dhilla.

Bilan énergie électrique Usine M'dhilla (KWH/h)			
Désignation	M'dhilla II avec 3 boucles	M'dhilla II avec 4 boucles	M'dhilla II avec 2 boucles (avec marche sulfurique 110%)
Utilités	2,5	2,5	2,5
Sulfuriques	1,2	1,2	1,2
Phosphorique dilué	3,1	3,1	3,1
Services généraux	0,1	0,1	0,1
Expédition Réceptions	0,1	0,1	0,1
Concentration	5,2	6,8	3,4
Osmose	0,5	0,25	0,25
Totaux Consommation	12,45	14,05	10,65
Production électricité	14,6	10,5	19,93
Bilan Energie Electrique	2,15	-3,55	+ 9,28

6.3 Spécifications techniques des produits

6.3.1 Spécifications techniques des produits intermédiaires

6.3.1.1 Acide sulfurique

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 46/158
---	--	--

Tableau 7 : Spécifications techniques d'acide sulfurique.

<u>Composition Chimique</u>	
H ₂ SO ₄ %	98 ± 0.5
SO ₃ Total %	79.6-80.4
HCl %	<0.002
Fe %	<0.005
SO2 %	<0.010
<u>Viscosité</u>	
25 °C	19.2
35°C	15.3
50°C	10.7
<u>Densité</u>	
25 °C	1.830
35°C	1.822
50°C	1.810

6.3.1.2 Pulpe de Phosphate (entrée réacteur)

La pulpe de phosphate contient 68 à 70 % de solides et 30 à 32 % d'eau

Propriétés physiques

- Densité : 1,72 – 1,8
- Température : 40-50°C.

6.3.1.3 Bouillie Phosphorique

Composition :

- 70 % (en poids de liquide)
- 30 % (en poids de solide)
- 3 à 5 % en volume de gaz en émulsion

Phase liquide : Acide phosphorique de 25% de P₂O₅ minimum

Phase solide : Gypse

Phase Gazeuse : CO₂ + air + vapeur d'eau + composé fluoré (SiF₄ et HF)

Propriétés Physiques

- Température : 78°C – 80 °C
- Densité : 1,45- 1,5 à 78°C
- Viscosité : Environ 50 centpoise à 75°C. 100 cp max.

Propriétés : Corrosives, abrasives

6.3.1.4 Acide moyen (17 à 20% P₂O₅)

Composition chimique : (en poids)

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 47/158
---	--	--

Tableau 8 : Composition chimique d'acide moyen.

P_2O_5	17 à 20 %
CaO	0,5 %
SO_3	1,3%
Matières solides en suspension	1 à 2 %

Propriétés physiques :

- Densité : 1,17- 1,2 à 60°C
- Température : 60 °C
- Viscosité : 2,6 cp à 25°C
1,4 cp à 55°C

6.3.1.5 Acide faible :

- P_2O_5 : 5 – 10 %
- Densité : 1010- 1100 à 50°C
- Mat. Solides : 1 – 2 %
- Température : 50 - 60 °C
- Viscosité : 0,5 cpo (1050) à 50°C.

6.3.2 Spécifications techniques des produits finaux

6.3.2.1 Spécifications techniques d'acide phosphorique dilué produit (25% P_2O_5)

Composition Chimique :

Tableau 9 : Composition chimique d'acide phosphorique dilué produit (25% P_2O_5).

P_2O_5	25 % minimum
CaO	0.2 à 0.4 %
SO_3	0.7 à 1%

La teneur en matières solides de l'acide sortie filtres est d'environ 1%.

Propriétés Physiques :

- Densité : 1.280 à 65 °C / 1.300 à 30 °C
- Température : 65 °C
- Viscosité : 1,8 Cpo à 65°C / 4.0 Cpo à 30°C.

6.3.2.2 Spécifications techniques d'acide Phosphorique concentré produit (54% P_2O_5)

Tableau 10 : Spécifications techniques d'acide Phosphorique concentré produit (54% P_2O_5)

Paramètres	Valeurs
P_2O_5	52-56 %
H_2SO_4	1.5-3 %
Matières Solides	0.05-0.2 %
Densité	1.6-1.7
Ca O	0.1-0.2 %

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 48/158
---	---	--

6.3.2.3 Spécifications techniques du phosphogypse (sortie filtre à bande)

Composition moyenne (sur sec)

- CaSO₄.2H₂O = 94 %
- Sels de phosphate insoluble = 1,5 %
- o Autres Impuretés (Na₂SiF₆, CaF₂, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃) = 4,5 %
- Les teneurs en P₂O₅ du gypse varieront dans les limites suivantes : (exprimés par rapport au gypse sec)
 - 1- P₂O₅ insoluble : 0,8 – 1,5 %
 - 2- P₂O₅ soluble : 0,35-0,5 %

Propriétés physiques

- Diamètre médian : varie de 50 à 70 µm en fonction de la qualité de phosphate
- Humidité moyenne : 32%

6.4 Bilan matière du projet : intrants, extrants, effluents et rejets, normes applicables au projet

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 49/158
--------------------------	---	--

6.4.1 Bilan matière des intrants et extrants du projet

Pour établir le bilan matière des intrants et extrants, on s'est basé sur les données de base et garanties délivrées par le groupe chimique tunisien.

6.4.2 Bilan d'eau

La figure suivante représente le bilan d'eau de l'usine de M'dhila 2. Le bilan est basé sur une boucle fermée qui ne présente pas de rejet hydrique.

6.4.3 Bilan de rejets durant la phase de construction

Un groupe de 500 ouvriers et techniciens seront présents sur site durant la période de construction de la nouvelle unité. Il n'y aura pas de campement de la majorité des ouvriers sur site.

Les déchets générés durant cette phase sont :

➤ Les rejets et les déchets des travaux de préparation et d'aménagement :

Ces rejets seront sous forme des déblais, de ciment, de sable, d'eau pour l'arrosage et de l'eau pour la construction.

En effet, les déblais vont être utilisés pour l'aménagement et la préparation de la zone. Ainsi que les autres déchets vont être transportés vers les décharges contrôlées. Ces déchets peuvent être utilisés dans la digue de protection.

➤ Les eaux usées, les huiles usagées et les déchets solides résultant des produits utilisés lors des opérations sur chantier :

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

- La durée des travaux d'aménagement et de génie civil est de 600 jours ;
- La moyenne de consommation d'eau/personne est de 50 l/j.
- La moyenne de production de déchets/personne est de 0,6 Kg/j.

Tableau 11 : Bilan total des rejets et des déchets de la phase de construction

Désignation	Unité	Total
Déblais	m ³	200 000
Déchets de construction	m ³	1 000
Les huiles usagées	-	-
Eaux sanitaires	m ³ /600j	15 000
Déchets solides ménagers	Tonne/600j	180

6.4.4 Bilan des rejets durant la phase d'exploitation

Durant la période d'exploitation, les principaux rejets sont :

6.4.4.1 Bilan des rejets hydriques

Il s'agit des rejets des eaux sanitaires générées par des ouvriers saisonniers et permanents et des eaux pluviales.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 50/158
---	--	--

1. Rejets des eaux sanitaires

Il s'agit des eaux sanitaires (eaux noires provenant des toilettes) et des eaux domestiques (eaux grises provenant des cuisines, des douches).

Compte tenu des rejets spécifiques suivants :

- eau noire: 60 à 70 litres/homme/jour;
- eau grise: 100 à 130 litres/homme/jour.

2. Rejets des eaux pluviales

Les eaux pluviales des chaussées, des cours et des toits sont collectées dans un réseau séparé qui se déverse dans l'ouvrage de rejet des eaux pluviales.

Les eaux pluviales de l'usine seront évacuées vers les oueds avoisinants sans être mélangées avec les lixiviats en provenance du phosphogypse.

6.4.4.2 Bilan des déchets solides

Vu la nature des procédés des unités qui seront installées, les principaux postes de déchets solides peuvent être présentés comme suit:

▪ Les déchets solides d'exploitation

Il s'agit essentiellement du phosphogypse qui sera mis en terril.

▪ Déchets générés par la filtration de Soufre

Le Soufre, après sa transformation en soufre liquide, est neutralisé et filtré à travers des filtres presse sur précouche de terre diatomée et après neutralisation au CaCO_3 .

La quantité de Soufre transformé est de 555 T/j

Les produits consommés par cette opération sont les suivants :

- consommation spécifique de terre diatomée : 330 g/T de soufre
- consommation spécifique de Carbonate de Calcium : 700 gr/T de Soufre

Et les déchets générés par cette opération sont les suivants :

- Production de 0.44 T/j de CaSO_4 (sulfate de Calcium)
- Production de 0,18 T/j de terre diatomée
- Production de 0.55 T/j de cendres et bitume (impuretés contenues dans le soufre brut)
- 10% du total précédent de crasse de soufre retenue dans les panneaux du filtre presse

Soit un total de 1.3 T/j de déchets solides, sous forme de boues sèches.

▪ Catalyseur usé

Un catalyseur est utilisé pour favoriser la conversion de SO_2 en SO_3 (unité sulfurique). Ce catalyseur est à base de Pentoxyde de Vanadium (V_2O_5), de concentration 4 à 7%. Les autres composants de ce catalyseur sont des minéraux inactifs.

Ce catalyseur se présente sous forme de pellettes (petits cylindres pleins) ou anneaux (cylindres creux), de dimensions 5 à 14 mm, avec une densité de 0,67 Kg/dm^3 .

▪ Les déchets solides ménagers

Ce sont les déchets alimentaires et les emballages des produits consommés par les ouvriers chaque jour. Ils sont calculés selon la formule suivante :

$$0,6 \times \text{nombre d'ouvriers} = \text{quantité déchets solides ménagers (Kg/j)}.$$

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 51/158
---	--	--

6.4.4.3 Bilan des émissions atmosphériques

1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est d'analyser l'état des émissions atmosphériques à partir de la cheminée de l'unité de production de l'acide phosphorique ainsi que celle de l'unité sulfurique, et de vérifier si leurs dimensions pourront générer une dispersion acceptable des gaz. Il est donc nécessaire de déterminer les quantités émises de polluants à partir des différentes sources, afin d'établir un référentiel des gaz émis. D'une façon générale, les quantités de gaz peuvent être évaluées par trois méthodes :

- Le bilan matière: basé sur le principe de la conservation de la matière. L'évaluation est faite sur la base d'un bilan complet des matières premières et autres produits injectés dans le circuit de production. A la sortie, on obtient des produits finis (connus), des rejets hydriques, des déchets solides, et des émissions atmosphériques.
- L'analyse des facteurs d'émissions : Ces facteurs sont des moyennes statistiques des taux d'émission de polluants établis à partir d'usines existantes. Des études ont été faites sur les facteurs d'émission dans plusieurs pays industriels. L'utilisation de cette méthode permet d'avoir une idée approximative sur les quantités de polluants rejetés dans l'atmosphère, sachant que chaque usine est caractérisée par des paramètres spécifiques.
- L'analyse des gaz dégagés par la méthode d'échantillonnage à la source : C'est la méthode la plus représentative qui permet d'obtenir une quantification précise des rejets d'une usine, mais à condition d'effectuer une série significative (dans le temps) d'échantillons. Elle nécessite aussi la mise en place d'un matériel et d'un protocole d'échantillonnage et d'analyse spécifique à chaque élément composant les émissions.

Pour le cas de notre étude, l'estimation des émissions sera basée sur la première méthode des bilans de matière.

2. Analyse quantitative des émissions atmosphériques

Au niveau de cette unité, les émissions atmosphériques sont formées essentiellement de polluants de nature fluorée et du SO₂.

En effet, la réaction d'attaque du phosphate par de l'acide sulfurique donne lieu à une série de réactions chimiques complexes.

Pour notre cas d'étude, l'émission des gaz fluorés attendue est de 05 mg/Nm³ (la valeur maximale garantie est de 10 mg/Nm³).

Au sein de l'unité de production d'acide sulfurique, les principaux polluants sont les suivants :

- *Des oxydes de soufre (SO₂ et SO₃):* chaque unité est équipée de deux tours d'absorption (tour intermédiaire et tour finale) par double contact, double absorption (DC/DA). Avec cette technique, l'efficacité de conversion du SO₂ en SO₃ varie entre 99,5 et 99,7 %. Il en résulte donc une faible émission d'oxydes de soufre et de brouillard acide au niveau de la tour d'absorption. Le maximum de cette émission est estimée à 2 Kg de SO₂ /t H₂SO₄ dans le cas du procédé DC/DA.;
- *Les gouttelettes d'acide sulfurique et les vapeurs acides:* Ce sont des gouttelettes d'acide d'un diamètre inférieur à 10 µm et que l'on rencontre au niveau de la tour, en suspension dans les gaz émis au niveau de la colonne d'absorption. Leur concentration varie en fonction de l'efficacité de la conversion du SO₂ en SO₃ et du choix des paramètres d'exploitation.

Dans ce qui suit, les émissions SO₂, SO₃ et H₂SO₄ sont exprimées en équivalent SO₂.

Le procédé double contact et double absorption (DC/DA) permet de garantir un taux de rejet de SO₂ inférieur à 2,6 kg/ tonne de H₂SO₄. Le taux d'émission maximum attendu est de 2 kg/ tonne de H₂SO₄.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 52/158
---	--	--

Pour interpréter ces résultats en les comparant avec les normes de qualité de l'air, nous allons simuler dans le chapitre suivant la dispersion spatiale de ces polluants sur un support cartographique de la zone d'étude et ce à l'aide du logiciel POLAIR 4.3.

6.4.4.4 Tableau récapitulatif des rejets

Le bilan total des rejets est présenté par le tableau suivant :

Tableau 12 : Bilan total des rejets hydriques, atmosphériques et des déchets de la phase d'exploitation

Type	Nature et origine	Unité	Quantité	Destination
Rejets liquides	Eau sanitaire	m ³ /j	Sera déterminée selon la consommation en eau potable	station de traitement à prévoir au sein de l'usine
	Eau pluviale	-	-	Ouvrage des eaux pluviales
	Eaux saumâtres	m ³ /h	17.7 rejet osmoseur + 7.72 rejet finisseur	Recyclage dans la boucle d'eau de refroidissement
	Huiles usagées		Sera déterminée selon la consommation en lubrifiants	Sotulub
Rejets atmosphériques	Gaz fluorés	g/s	0,23	rejet dans l'atmosphère
	SO ₂	g/s	25,14	rejet dans l'atmosphère
Déchets solides	Phosphogypse	T/j	3200	Mise en terril
	Catalyseur : Pentoxyde de vanadium	T/an	Variable de 5 à 220 T/an	Stockage sur place en attendant l'ouverture de la décharge pour les déchets dangereux (Jradou)
	Déchets solides ménagers	Kg/j	Sera déterminée selon la consommation alimentaire des ouvriers	Décharge contrôlée
	Déchets divers (batteries, ferrailles, bandes transporteuses usagées...)		-	Valorisation

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 53/158
---	--	--

7 ETUDE DES REJETS HYDRIQUE, ATMOSPHERIQUE & ACOUSTIQUE

7.1 Introduction

Comme présenté au chapitre précédent, les nuisances générées par le projet, durant la phase exploitation, sont relatives notamment aux rejets des eaux usées à partir de l'usine M'Dhilla 2 et aux émissions atmosphériques. Dans le présent chapitre, nous allons étudier les ouvrages et les équipements à prévoir pour réduire les nuisances (impacts potentiels) générées par ces deux types de rejet, conformément aux normes en vigueur.

Les gaz émis dans l'atmosphère doivent se disperser dans l'air et la concentration générée au sol ne doit pas dépasser les normes relatives à la santé publique et au bien être. A cet effet, nous présenterons dans ce chapitre un calcul de dispersion des gaz émis, par un modèle mathématique, tout en considérant toutes les sources fixes rencontrées dans le future site de M'Dhilla .

Les eaux sanitaires rejetées à partir de la future usine de production d'acide phosphorique concentré à 54% peuvent provenir des bâtiments d'exploitation.

Ces eaux doivent subir un traitement avant rejet dans le milieu naturel selon la norme NT 106.02. Il est fortement recommandé de rechercher à réutiliser les eaux traitées pour des fins d'irrigation du rideau vert.

7.2 Étude des émissions atmosphériques

Ce paragraphe est relatif à une étude de dispersion des gaz émis à partir des unités prévues pour ce projet. L'objectif est la vérification de la conformité des concentrations des polluants au sol avec les normes de qualité de l'air.

Les calculs de dispersion sont faits par un modèle mathématique appuyé par une série de données météorologiques. Pour élaborer cette partie de l'étude, on s'est basé sur des données météo de 5ans (de 2001 jusqu'à 2005).

7.2.1 Evolution d'un panache d'une cheminée

Les gaz émis par une cheminée isolée dans la basse atmosphère subissent une diffusion due à la turbulence créée par le panache lui-même à la sortie de la cheminée d'une part, et à la turbulence d'origine mécanique et convective de l'atmosphère environnante d'autre part. On peut distinguer donc trois phases dans l'évolution du panache à savoir:

- *première phase*: Le panache est presque vertical et la composante verticale de la vitesse propre est supérieure à la vitesse horizontale du vent. Cette phase prend fin lorsque la composante verticale de la vitesse du panache est du même ordre de grandeur que la vitesse du vent;
- *deuxième phase* : Le panache se courbe et devient approximativement horizontal. Elle prend fin lorsque la vitesse du panache est du même ordre de grandeur que les fluctuations de la vitesse du vent;
- *troisième phase* : Les gaz du panache ont une densité égale à celle de l'air atmosphérique et ont une quantité de mouvement relativement faible. La diffusion dépend des propriétés de l'atmosphère environnante.

7.2.2 Paramètres météorologiques

La diffusion d'un panache dépend essentiellement des phénomènes d'origine mécanique et convective se produisant dans les basses couches atmosphériques et que l'on peut caractériser par les deux paramètres fondamentaux.

- Le gradient vertical de vitesse $\partial U / \partial Z$
- Le gradient vertical de température $\partial T / \partial Z$

A ces deux paramètres et pour un site donné, sont liées les caractéristiques des turbulences à petite échelle. Selon l'importance d'un type de turbulence par rapport à l'autre, l'atmosphère peut être stable, neutre ou instable. Le degré de stabilité peut être caractérisé en comparant le gradient vertical de température $\partial T / \partial Z$ au gradient de température adiabatique ($-\Gamma = -1^\circ\text{C}/100\text{m}$). Cette comparaison se fait généralement en utilisant le nombre de Richardson suivant :

$$R_i = \frac{\frac{\partial T}{\partial Z} + \Gamma}{\left(\frac{\partial u}{\partial Z}\right)^2}$$

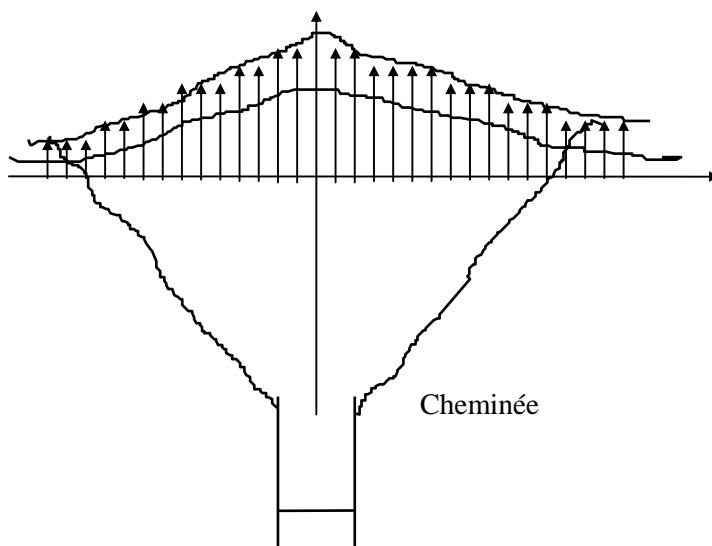
Si $R_i < 0$ l'atmosphère est instable

Si $R_i = 0$ l'atmosphère est neutre

Si $R_i > 0$ l'atmosphère est stable

7.3 Calcul de la surélévation du panache

Dans la première phase, le panache est un jet chaud sensiblement vertical. Elle prend fin lorsque la composante verticale de la vitesse du panache est de l'ordre de grandeur de la vitesse horizontale du vent. Les profils de température et de vitesse sont approximativement définis comme suit:



L'étude de cette phase se base sur les équations du jet turbulent dont la résolution numérique est très compliquée et nécessite des programmes de calcul très performants. En pratique, on utilise généralement des formules empiriques pour calculer la surélévation du panache ou ce que l'on appelle la hauteur effective de la cheminée. Les principales formulations empiriques utilisées sont les suivantes:

Formule de Holland: La sur-hauteur du panache est donnée par:

$$\Delta H = 1.5d \frac{W_o}{U} + 9.56 \frac{P_c}{U}$$

Wo vitesse d'éjection des effluents à la sortie de la cheminée (m/s),

d : diamètre intérieur de la cheminée

Pc la puissance calorifique à l'émission.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 55/158
---	--	--

Cette formule présente l'avantage de séparer les effets de surhauteur dynamique (1^{er} terme) et thermique (2^{ème} terme). Elle a été établie d'après les expériences faites en soufflerie et complétées ensuite d'observations de panache émis par des cheminées de faible hauteur (inférieures à 50m).

Formule de Concawe: La sur-hauteur du panache est donnée par:

$$\Delta H = 86 \frac{Q^{1/2}}{U^{3/4}}$$

Cette formule a été établie par une méthode de régression multiple appliquée principalement aux données de Rauch relative au site de Duisburg (E.D.F).

Formule de Moses Carson : La sur-hauteur du panache est donnée par:

$$\Delta H = 82 \frac{Q^{1/2}}{U}$$

Cette formule a été également établie à partir d'observations effectuées en majorité à Duisburg. Une comparaison entre ces diverses formules et les surhauteurs obtenues sur les panaches de centrales thermiques d'E.D.F a été effectuée par P. Merg et al.

7.4 Méthodes d'étude de la dispersion des gaz dans l'atmosphère

7.4.1 Introduction

La turbulence atmosphérique est responsable de la diffusion des effluents gazeux dans l'air à des distances importantes de la source. Il n'existe malheureusement pas actuellement de théorie complète à cause du caractère non linéaire de l'équation de la diffusion en écoulement turbulent. Les théories conventionnelles, théorie statistique-analogie moléculaire et similitude Lagrangienne, conduisent à des formules qui, malgré leur large champ d'application, nécessitent un complément de recherche pour une meilleure connaissance de la physique de la diffusion turbulente.

Le choix entre les différentes méthodes de traitement relève souvent de la nature appliquée ou théorique du problème de diffusion turbulente étudiée. La principale grandeur recherchée reste cependant la même: le champs spacial et temporel de distribution de concentration C (x, y, z, t) en tout point de l'espace.

Les problèmes d'estimation de la dispersion à partir des cheminées industrielles sont plutôt de nature appliquée. La préoccupation principale est de ne pas dépasser certains seuils de concentrations de polluants au sol pour les différentes situations météorologiques rencontrées. Ainsi les modèles développés se limitent souvent au calcul des concentrations maximales mesurées au sol, d'où la justification d'un certain degré d'empirisme dans les hypothèses de calcul pour rendre ces modèles opérationnels.

7.4.2 Les différentes approches conventionnelles

7.4.2.1 Equation de base

Rappelons que l'équation qui contrôle l'évolution d'un scalaire passif C (concentration) dans un champs turbulent est donné par:

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 56/158
---	--	--

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U_i \frac{\partial C}{\partial x_i} = - \frac{\partial}{\partial x_i} (U'_i C') + D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

Avec :

Ui : Composante de la vitesse moyenne du vent

D : coefficient de diffusion moléculaire

C', Ui' : fluctuation des grandeurs C et Ui

La plupart des modèles applicables à l'étude de la dispersion atmosphérique utilisent une fermeture du type gradient de l'équation ainsi linéarisée :

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U_i \frac{\partial C}{\partial x_i} = - \frac{\partial}{\partial x_i} (k_{ii} \frac{\partial C}{\partial x_i})$$

où l'on néglige le terme de diffusion moléculaire et l'on ne retient que les éléments diagonaux de tenseur de diffusivité kij. Cette équation n'est que l'expression généralisée de la loi de Fick dans le cas d'une diffusion tridimensionnelle non homogène et non isotrope. La résolution de cette équation nécessite évidemment l'introduction des profils de diffusivités kij qui permettent d'exprimer les caractéristiques turbulentes de l'écoulement (la turbulence étant alors considérée comme une "boîte noire" dans la mesure où l'on ne s'intéresse qu'à ses effets. Les théories conventionnelles, théories statistiques, analogie de Reynold, similitude de Lagrangienne conduisent à des formulations plus au moins élaborées pour exprimer les profils de diffusivité (ou les coefficients de transfert ou de dispersion qui en découlent tels les écarts types de dispersion dans le cas du modèle Gaussien), en adoptant différents schémas de paramétrisation.

7.4.2.2 Les différents modèles utilisés

Ces théories ont été le point de départ de deux types de résolution de l'équation de diffusion, analytique et numérique. En pratique, il existe deux types de modèles pour l'étude de la dispersion des gaz dans l'atmosphère à savoir:

- **Des modèles semi-empiriques:** Ces modèles négligent la diffusion longitudinale et considèrent un régime permanent. La formulation mathématique devient dans ce cas:

$$U \frac{\partial C}{\partial x} = k_{yy} \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + k_{zz} \frac{\partial^2 C}{\partial z^2}$$

Pour ces formulations, on distingue le modèle Pasquil Turner qui considère une répartition Gaussienne de la diffusivité turbulente Kii et en émission continue et le modèle de Bouffée qui considère une émission instantanée.

Ces modèles peuvent simuler surtout la pollution au sol (retombées) et de l'étudier d'une manière statistique sur de longues périodes (10 à 20 ans), avec la prise en compte des normes relatives à la qualité de l'air.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 57/158
---	--	--

- **Des modèles numériques:** Ces modèles considèrent un régime permanent et supposent un profil à gradient vertical de vitesse et de diffusivité turbulente. La résolution numérique de l'équation:

$$U_i \frac{\partial C}{\partial x_i} = - \frac{\partial}{\partial x_i} (k_{ii} \frac{\partial C}{\partial x_i})$$

est généralement faite par la méthode des différences finies. Ces modèles ont plus l'avantage de prendre en considération l'effet des écrans pouvant modifier la structure théorique du panache et de donner plus d'informations liées à la dispersion des gaz dans l'espace. Ces modèles nécessitent un long temps de calcul et ne font pas un traitement statistique sur une longue période.

7.4.3 Présentation du modèle : POLAIR

Le logiciel POLAIR[©] 4.0, un outil de calcul de la dispersion atmosphérique, a été développé pour pouvoir réaliser des projets portant sur la pollution atmosphérique, les études de risques pour la santé, les études d'impact sur l'environnement et le dimensionnement d'équipement d'atténuation des rejets à l'atmosphère.

Ce logiciel, faisant appel à plusieurs notions relatives à la dispersion atmosphérique de contaminants et s'adresse à tout professionnel relié au domaine de l'environnement, a pour fonction de simuler la dispersion atmosphérique des polluants gazeux légers et des particules fines provenant de sources diverses

Les méthodes actuellement utilisées pour l'estimation des taux de pollution à partir d'une cheminée industrielle isolée font le plus souvent appel à une formule de surhauteur et une formule de dispersion. Nous allons présenter, dans ce qui suit, les différentes étapes qu'on doit affranchir pour aboutir à l'estimation de la pollution autour d'une cheminée.

7.4.3.1 Formule de dispersion

Principe du modèle : Les gaz issus des sources d'émission se dispersent dans l'atmosphère suivant les conditions météorologiques de la zone. La concentration $C(x, y)$ au sol sous l'axe du panache des gaz en fonction des distances x et y à la torche et de la hauteur totale H du panache, est définie comme suit par le modèle Gaussien:

$$C_{(x,y,z)} = \frac{Q}{2\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left\{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right\} \cdot \left[\exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right]$$

Où:

C : concentration du polluant ($\mu\text{g}/\text{m}^3$);

Q : débit massique de polluant à l'émission (g/s);

U : vitesse moyenne du vent au sommet de la torche (m/s);

σ_y : coefficient de dispersion latéral (m^2/s) ;

σ_z : coefficient de dispersion vertical (m^2/s) ;

x, y, z : position à partir de la source à $(0, 0, H)$

H : la hauteur effective du panache (m)

Ce modèle, reste certainement, le modèle de dispersion le plus utilisé. Il est basé sur la théorie des coefficients de dispersion turbulente, et est défini par la formulation ci-dessus :

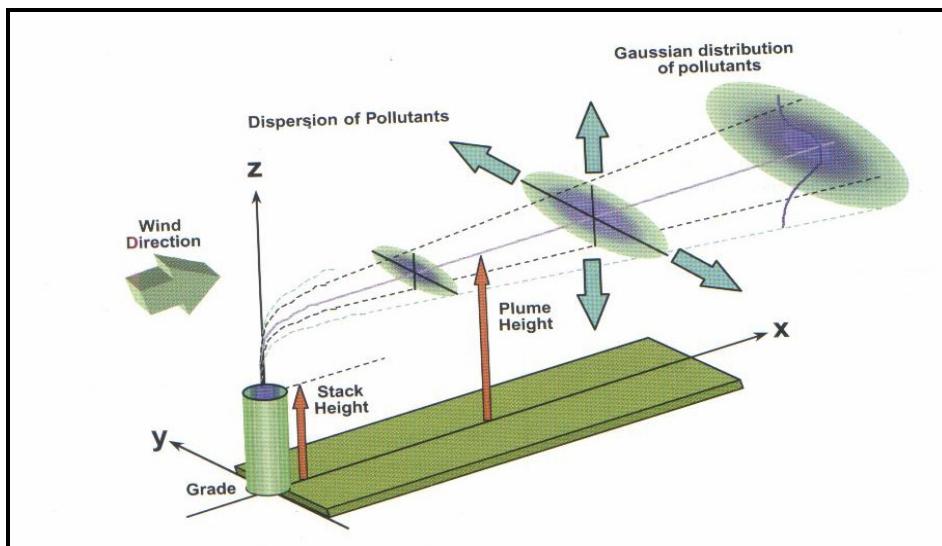


Figure 7 : Principe du modèle POLAIR : Modèle Gaussien

7.4.3.2 Formule de sur-hauteur

Dans la formule de dispersion précédente, apparaît le terme H qui est donné par :

$$H = H_0 + \Delta H \quad \text{avec : } H_0 \text{ hauteur de la cheminée}$$

$$\Delta H \text{ sur-hauteur du panache.}$$

Pour le calcul de cette surhauteur, nous avons pris en compte le flux des forces de poussée d'Archimède qui est donnée par:

$$F = g \frac{\phi^2}{4} V_s \frac{T - T_a}{T}$$

où:

- g : est l'accélération de la pesanteur (m/s^2)
- ϕ : est le diamètre de sortie de la cheminée (m)
- V_s : est la vitesse des effluents à l'émission (m/s)
- T : température absolue à l'émission
- T_a : température absolue ambiante

la surhauteur est donnée par:

$$\Delta H = 1.6 F^{1/3} \frac{1}{u} x^{2/3}$$

où:

- x : distance à la source (en m)
- u : vitesse du vent à la hauteur d'émission (en m/s)

7.4.3.3 Données nécessaires pour un modèle

Les données nécessaires au modèle sont :

- Les données d'émission :
 - ✓ Les coordonnées de la source fixe (x, y) ;
 - ✓ Hauteur de la source d'émission (torche, cheminée...) ;
 - ✓ Débit d'émission (g/s) ;

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 59/158
---	--	--

- ✓ Température des effluents à la sortie (°Kelvin) ;
 - ✓ Diamètre de la source d'émission (m) ;
 - ✓ Vitesse des effluents (vitesse calculée en fonction du diamètre de la source d'émission et du débit de gaz).
- Les données météorologiques : Les données météorologiques spécifiques qui seront utilisées pour la modélisation. Dans le cas de la présente étude, nous avons utilisé des données horaires météorologiques pour une période de 5 ans représentatives de la région.
- ✓ Direction du vent : c'est la direction vers laquelle souffle le vent, en degré, 0° correspondant au nord et en se déplaçant dans le sens horaire ;
 - ✓ Vitesse du vent ;
 - ✓ Température ambiante exprimée en Kelvins ;
 - ✓ La classe de stabilité atmosphérique (S) selon Pasquill (A=1, B=2, ..., F=6) ;
 - ✓ HMR et HMU : qui sont respectivement les hauteurs de mélange en milieu rural et urbain, exprimées en mètres par rapport au niveau du sol.

7.4.3.4 Résultats attendus du modèle

Plusieurs types de présentation des résultats peuvent être produits à partir d'une simulation. Cela permet d'aborder un problème sous différents angles, et ainsi d'élargir et de faciliter l'interprétation des résultats obtenus. Le modèle fournit trois types de données à savoir:

- Les concentrations journalières maximales;
- Les fréquences de dépassement de certains seuils;
- Les concentrations mensuelles;
- Les concentrations annuelles.

7.4.4 Aspect normatif

Dans la section suivante, nous présenterons les résultats de la modélisation de la dispersion de polluants gazeux générés suite aux activités de l'usine M'Dhilla 2. Il sera judicieux, avant de procéder aux simulations, de faire une revue des normes de qualité de l'air et aussi des normes à l'émission relatives aux gaz fluorés et aux composés soufrés.

Fluor

Les résultats de la dispersion du fluor seront comparés aux recommandations de l'organisation mondiale de la santé.

En 1999, l'OMS a publié la deuxième édition des directives de qualité de l'air pour l'Europe (WHO-Air Quality Guidelines for Europe). Ces directives, valeurs guides et informations complémentaires doivent permettre aux pays d'établir leurs normes nationales et régionales de qualité de l'air à fin de protéger la santé humaine des effets néfastes de la pollution atmosphérique.

Tableau 13 : Norme internationale (WHO-1999 a)

Polluant	période	Valeur guide CEE	Recommandation OMS
Fluor	année	0.5 à 3 µg/m ³	1 µg/m ³

SO2

Actuellement, il n'existe pas encore de normes ou de législation tunisienne réglementant les conditions d'émission de polluants dans l'atmosphère. Les moyens de mesure et les techniques de contrôle direct sur le site sont encore au stade des essais. Cependant, l'administration avec l'aide de l'ANPE a fixé des valeurs limites pour différentes concentrations de divers polluants dans l'air ambiant, et ce afin de préserver la santé publique et assurer le bien-être. Ces valeurs sont présentées sur le tableau suivant :

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 60/158
---	--	--

Tableau 14 : Extrait Réglementation tunisienne en matière de qualité de l'air ambiant NT 106.04 (SO₂)

Polluant	Méthode d'analyse	Nature de la moyenne	Autorisation de dépassement	Valeur limite	Valeur guide bien être
SO ₂	NT.37.10	moyenne annuelle	non	0.030 ppm (80µg/m ³)	0.019 ppm (50µg/m ³)
		24 heures		0.12 ppm (365µg/m ³)	0.041 ppm (125µg/m ³)
		3 heures	1 fois/12 mois	0.50 ppm (1300µg/m ³)	néant

Le tableau suivant présente (à titre indicatif) les valeurs limites préconisées par la directive Européenne 2008/50/EC portant sur la qualité de l'air ambiant (SO₂).

Tableau 15 : Extrait de la directive Européenne 2008/50/EC en matière de qualité de l'air ambiant (SO₂)

Type de moyenne	Valeur limite	Marge de tolérance
Horaire	350 µg/m ³ , à ne pas dépasser plus que 24 fois pendant une année calendaire	150 µg/m ³ (43 %)
Journalière	125 µg/m ³ , à ne pas dépasser plus que 3 fois pendant une année calendaire	non

On a aussi essayé de récapituler quelques normes internationales de rejet de dioxyde de soufre :

Normes USA (kg / t H ₂ SO ₄)	2,6
Normes Indiennes (kg / t H ₂ SO ₄)	12-16 ^E 4-12 ^N (E : usine existante N : usine nouvelle)
Normes française	2,6

7.4.5 Présentation des résultats de simulation

Avant de présenter les résultats de l'étude de la dispersion, on a présenté ci-dessous les caractéristiques des cheminées ainsi que les données ayant servi à cette partie de l'étude. Le débit spécifique de chaque polluant est obtenu en multipliant la concentration de ce polluant dans le gaz rejeté par le débit de gaz rejeté.

7.4.5.1 Données de simulation de l'usine existante M'dhilla1

Le tableau suivant illustre les données concernant les émissions des cheminées relatives à l'usine M'dhilla1. Ces données serviront à l'évaluation de la qualité de l'air (par simulation) suite au fonctionnement des deux usines M'dhilla 1&2. Nous nous sommes référés aux résultats des travaux de GEREPI ENVIRONNEMENT réalisés dans le cadre du projet *Etude des effets sanitaires et environnementaux dus aux émissions gazeuses des unités de transformation de phosphate dans les régions de Sfax, Gabès et Gafsa (PHASE 1)* pour le compte de la Direction Générale de l'Environnement et de la Qualité de la Vie du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable.

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 61/158
--------------------------	---	--

Tableau 16 : Inventaire total des émissions pour le site de M'dhilla1 (Source GEREP, rapport phase1, Octobre 2007)

Unité	Inventaire total des émissions pour le site de M'dhilla1			
	Unité sulfurique	Unité phosphorique	TSP	
Sous unité			TSP A	TSP B
Production	1500 T/j	500 T/j	700 T/j	700 T/j
Débit Nm ³ /h	191 000	128 012	84 000	84 000
Hauteur (NGT) (m)	41	14	34	34
Diamètre (m)	2.7	1.6	2	2
Température des rejets (°C)	65	70	70	70
Cheminée	CHEM. SULF	CHEM. PHOS.	CHEM. TSP A	CHEM. TSP B
SO ₂ (g/s)	225.698	0.156	80.832	80.832
Fluor (g/s)	-	0.605	1.633	1.633
PM10 (g/s)	-	-	26.37	26.37

7.4.5.2 Données de simulation de l'usine M'dhilla 1 après revamping pour mise à niveau environnementale

Le tableau suivant illustre les données concernant les émissions des cheminées relatives à l'usine M'dhilla 1 après la réalisation du programme de mise à niveau environnemental. Ces données serviront à l'évaluation de la qualité de l'air (par simulation) suite au fonctionnement des deux usines M'dhilla (1 après revamping &2). Ces données ont été fournies par les responsables de l'unité M'dhilla 1. Le revamping de M'dhilla 1 consiste en plusieurs améliorations des procédés. Les actions de dépollution à réaliser :

-Unité Sulfurique :

- Adoption du système double contact, double absorption au lieu du système actuel simple absorption selon le procédé « MECS ».
- Récupération de la chaleur d'absorption selon le procédé HRS « heat recovery system ». Ce système assure une économie d'eau ainsi qu'un gain d'énergie.

-Unité Phosphorique :

- Ajout du Flash cooler « Low Level Flash Cooler » au niveau du réacteur principal.

-Unité TSP :

- Assainissement des stations de criblage broyage moyennant la récupération de la poussière par un système de lavage.
- Substitution du fuel lourd par le gaz naturel (réduction des gaz à effet de serre et du soufre).
- Utilisation de l'acide 40% P2O5 au lieu de l'acide 25% P2O5 ce qui se traduit par l'augmentation de la production de 250 000T TSP/an et par l'amélioration de la qualité physicochimique du produit (réduction des émissions poussiéreuses ainsi que des émissions de fluor).

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 62/158
---	--	--

Tableau 17 : Inventaire total des émissions pour le site de M'dhilla 1 après revamping

(Source GCT)

Unité	Caractéristiques des cheminées			Caractéristiques des rejets par cheminée					
	Nbre	Diamètre (m)	Hauteur (NGT) (m)	Temp. (°C)	Débit total (Nm ³ /h)	Polluant	Concentra° (mg/Nm ³)	Débit (g/s)	Vitesse (m/s)
Phosphorique	1	1,6	30	70	82 500	Fluor (exprimé en HF)	10 (11,2 ppm)	0,23	11,40
Sulfurique	1	2,7	50	82	108 513	SO ₂	1067 (373 ppm)	32,15	5,27
TSP	2	2	40	70	96 000	Fluor (exprimé en HF)	10 (11,2 ppm)	0,27	8,49
						PM10	50	1.33	

L'estimation des émissions de poussière pour M'dhilla 1 sont données à titre indicatif. Ce type d'émission (inexistant pour l'usine de M'dhilla2) ne sera pas pris en considération dans la simulation de la dispersion.

Dans ce tableau, le facteur d'émission du SO₂ égal à 400 ppm (valeur limite d'émission correspondante à 2.6 kg/T H₂SO₄) est traduit en concentration (1067 mg/m³). Le débit de polluant est obtenu en multipliant sa concentration par le débit de fumée produite.

7.4.5.3 Données de simulation de la dispersion des gaz émis par la nouvelle usine M'dhilla 2

Le tableau suivant illustre les données utilisées dans la simulation de la dispersion des rejets à partir des 2 cheminées relatives aux nouvelles unités de production d'acides sulfurique et phosphorique de la future usine de M'dhilla 2:

Tableau 18 : Données d'émission utilisées dans la simulation numérique (nouvelle usine)

Unité	Caractéristiques des cheminées			Caractéristiques des rejets					
	Nbre	Diamètre (m)	Hauteur (NGT) (m)	Temp. (°C)	Débit total (Nm ³ /h)	Polluant	Concentra° (mg/Nm ³)	Débit (g/s)	Vitesse (m/s)
Phosphorique	1	2	40	70	82 500	Fluor (exprimé en HF)	10 (11,2 ppm)	0,23	4,67
Sulfurique	1	2,2	50	77	169 718	SO ₂	533 (187 ppm)	25,14	12,41

Les longueurs des cheminées ont été sélectionnées sur la base de l'expérience du GCT dans le design des cheminées (40 m pour l'unité Phosphorique et 50 m pour l'unité sulfurique Double Absorption). La conformité des longueurs des cheminées sera vérifiée par la simulation de la dispersion. En général, l'approche préconisée par le GCT est de fixer les caractéristiques des cheminées et d'adapter la technologie à fin de ramener le rejet à un niveau acceptable.

7.4.5.4 Résultat de simulation (usine M'dhilla 2)

Une simulation a été réalisée par le logiciel POLAIR 4.3. Les résultats du calcul ont été repris par le logiciel surfer 8 à fin de spatialiser les concentrations des gaz fluorés et des composés soufrés dans les environs de l'usine.

Les étapes de la simulation sont les suivantes :

- Chargement des données météo de la région ;
- Définition des sources ;
- Définition de la surface réceptrice ;
- Lancement de la simulation.

Résultat de la simulation de la dispersion du gaz fluoré

Le résultat est affiché sous forme d'un panache avec des courbes d'iso-valeur représentant la variation de la concentration en gaz fluorés à l'intérieur de la zone d'étude.

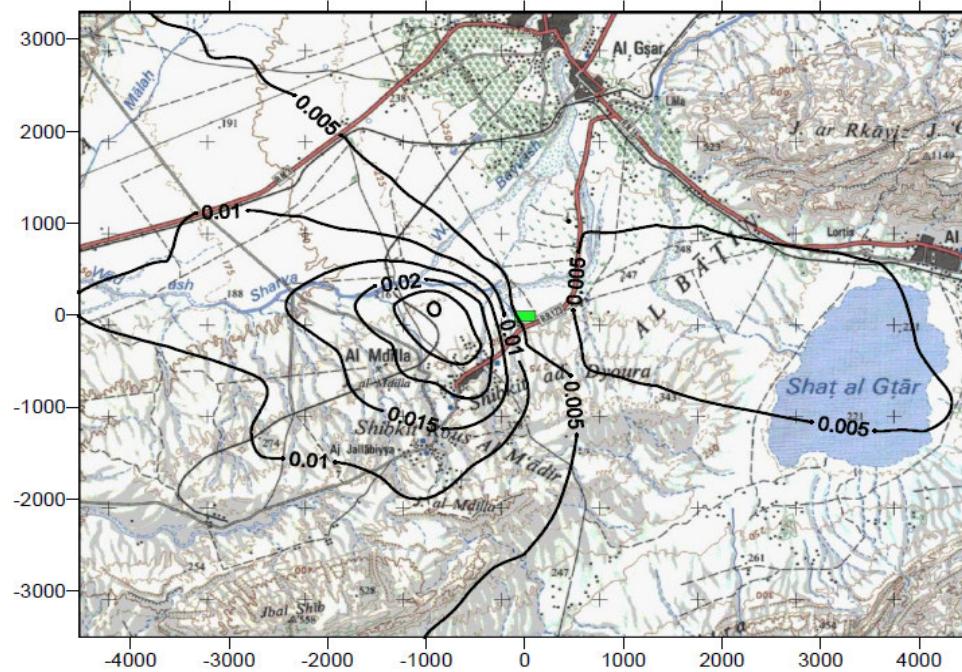


Figure 8 : Concentration moyenne annuelle en gaz fluorés ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

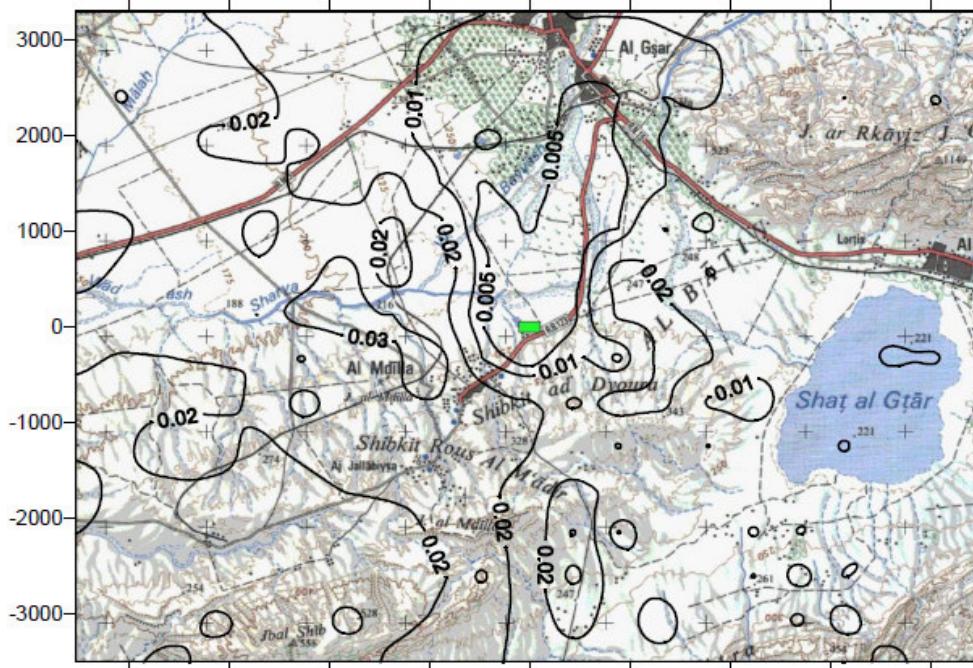


Figure 9 : Concentration moyenne journalière en gaz fluorés ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Résultat de la simulation de la dispersion des SO₂

Le résultat est affiché sous forme d'un panache avec des courbes d'iso-valeur représentant la variation de la concentration en SO₂ à l'intérieur de la zone d'étude.

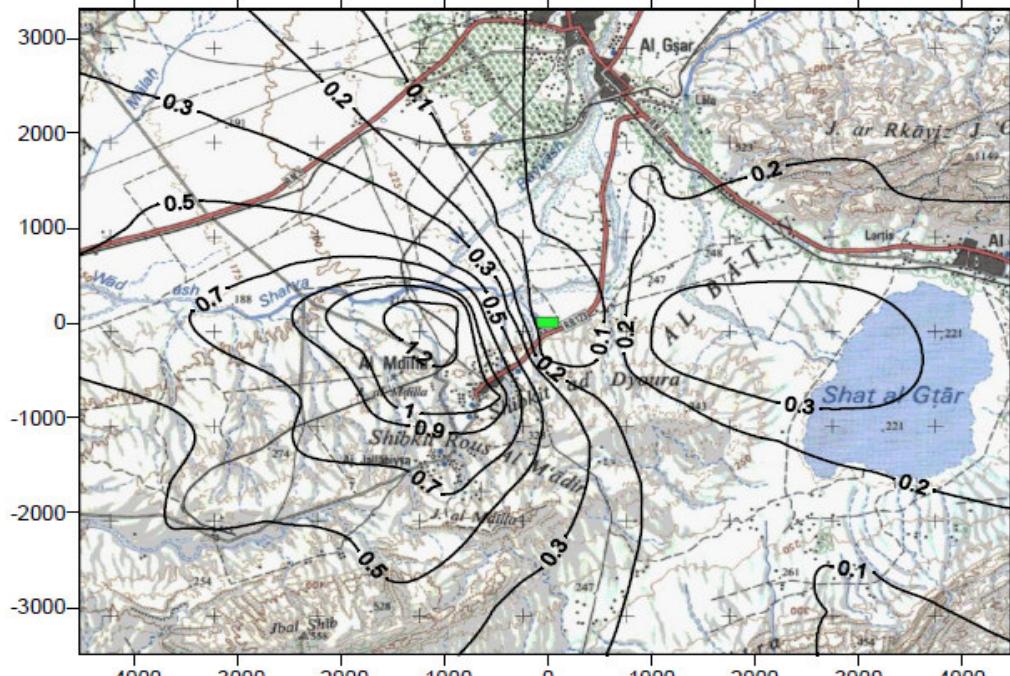


Figure 10 : Concentration moyenne annuelle en SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

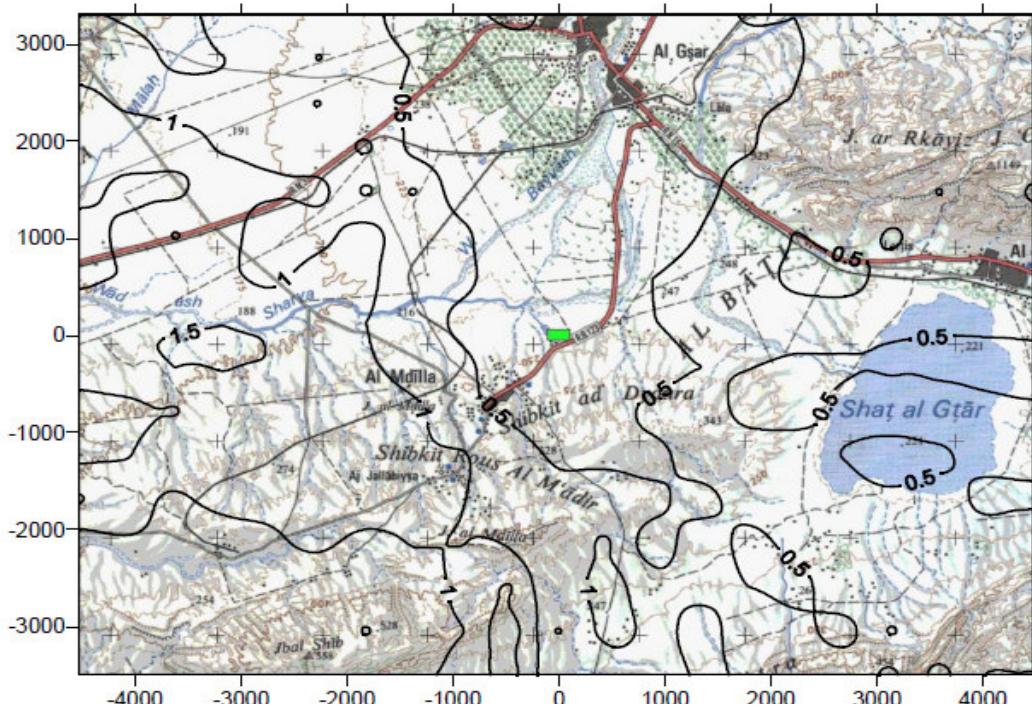
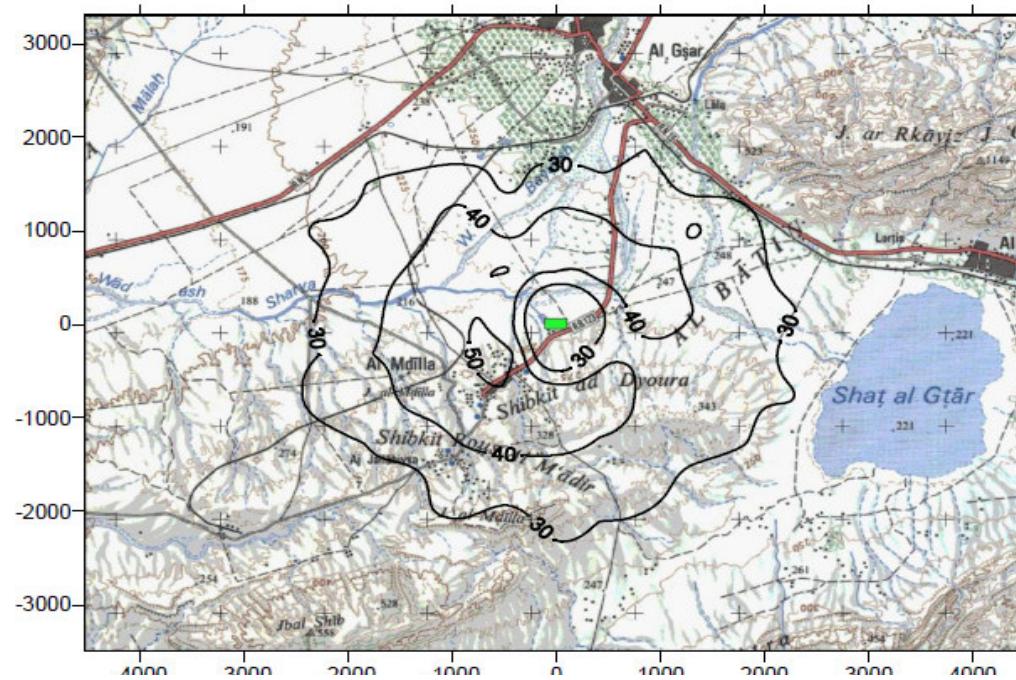
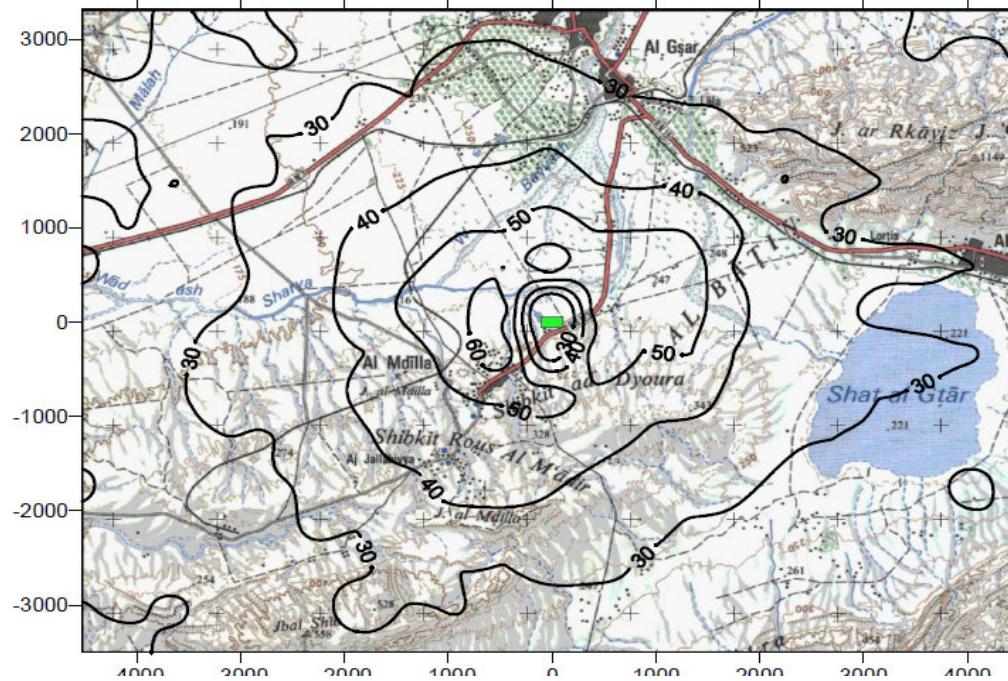


Figure 11 : Concentration moyenne journalière en SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)


 Figure 12 : Concentration moyenne tri horaire en SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

 Figure 13 : Concentration max horaire en SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

7.4.5.5 Résultat de simulation de la dispersion (usines M'dhilla 1 état actuel & M'dhilla 2)

Lorsque les deux unités M'dhilla 1& 2 fonctionnent ensemble, les concentrations totales pour chaque polluant dans l'atmosphère sera égale à la somme des contributions de chaque unité à part :

Le tableau suivant résume le calcul des concentrations des gaz fluorés et du SO₂ pour les deux usines M'dhilla 1& 2 fonctionnant ensemble.

		Cas de M'dhilla 1 avant revamping (GEREP 2008)	Cas de M'dhilla 2 seule (résultat de simulation)	Cas de M'dhilla 1&2 avant revamping de Md1 (par calcul)
Concentration moyenne annuelle en gaz fluorés	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	0,005	1,005
	ppb	1,12	0,0056	1,1256
Concentration moyenne journalière en gaz fluorés	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	10	0,005	10,005
	ppb	11,2	0,0056	11,2056
Concentration moyenne annuelle en SO_2	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	80	0,1	80,1
	ppb	28	0,035	28,035
Concentration maximale tri horaire en SO_2	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1800	30	1830
	ppb	630	10,5	640,5

7.4.5.6 Résultat de la simulation de la dispersion des gaz (usines M'dhilla 1 après revamping & M'Dhilla2)

Les concentrations des gaz fluorés et du SO₂ calculées pour les deux usines M'dhilla 1&2 fonctionnant ensemble sont cartographiées ci dessous.

Résultat de la simulation de la dispersion du gaz fluoré

Le résultat est affiché sous forme d'un panache avec des courbes d'iso-valeur représentant la variation de la concentration en gaz fluorés issues des deux usines M'dhilla 1 après revamping & M'dhilla 2.

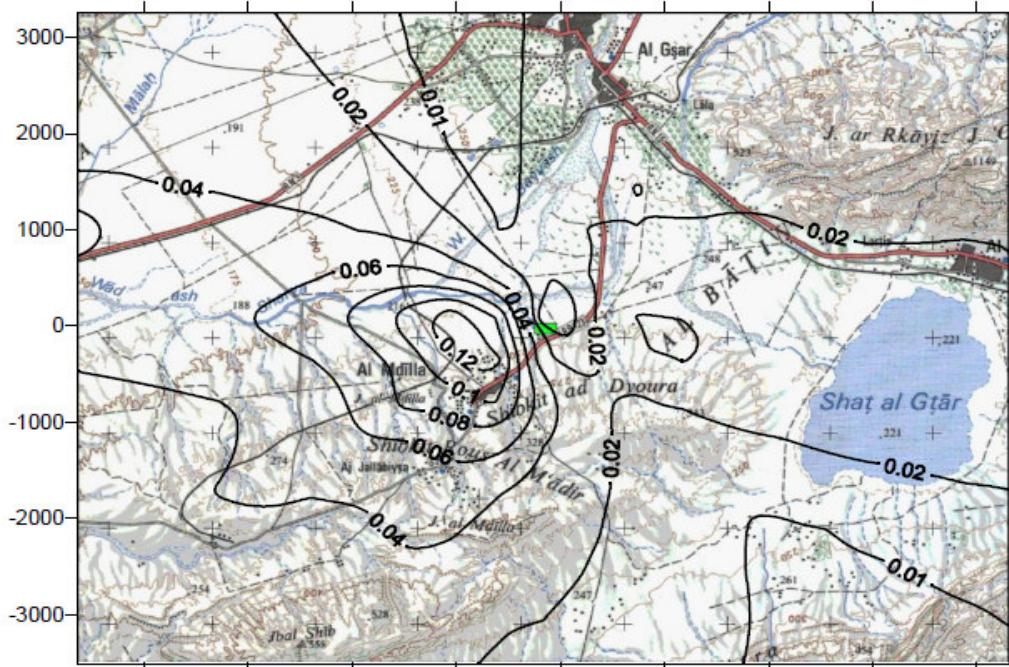


Figure 14 : Concentration moyenne annuelle en gaz fluorés ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

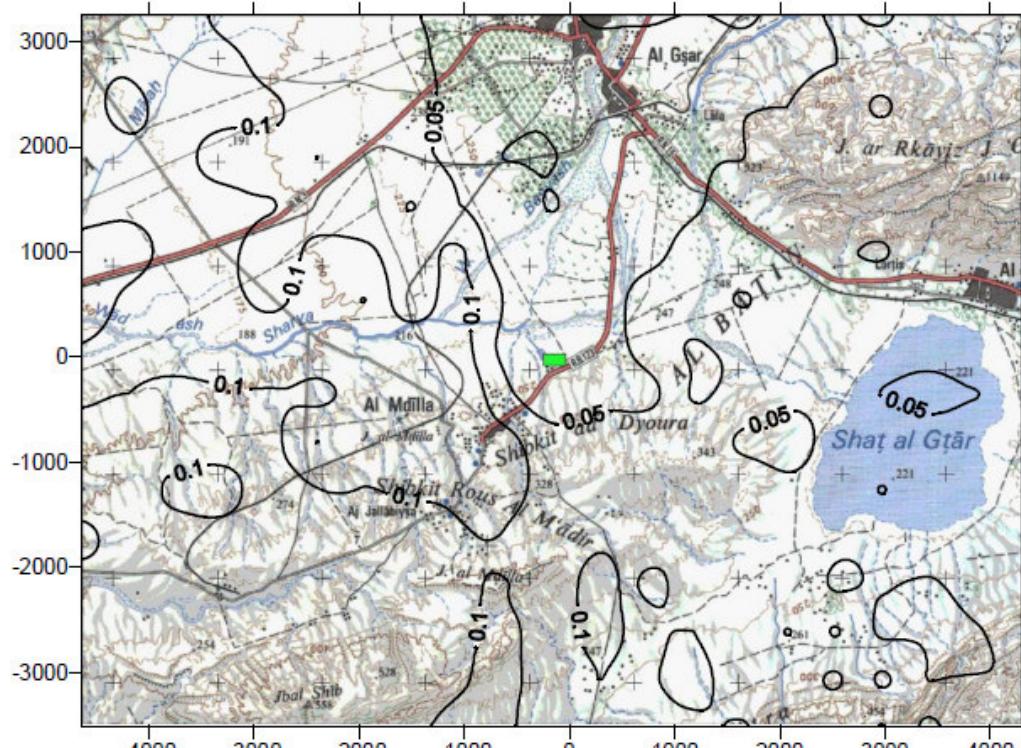


Figure 15 : Concentration moyenne journalière en gaz fluorés ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Résultat de la simulation de la dispersion des SO₂

Le résultat est affiché sous forme d'un panache avec des courbes d'iso-valeur représentant la variation de la concentration en SO₂ issues des deux usines M'dhilla 1&2.

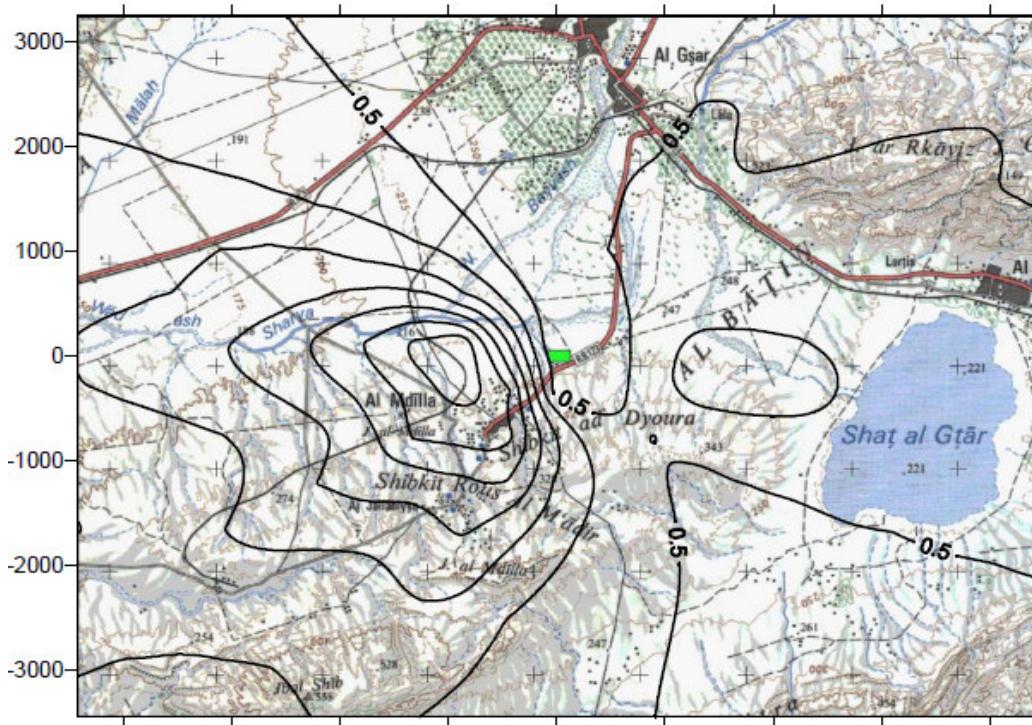


Figure 16 : Concentration moyenne annuelle en SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

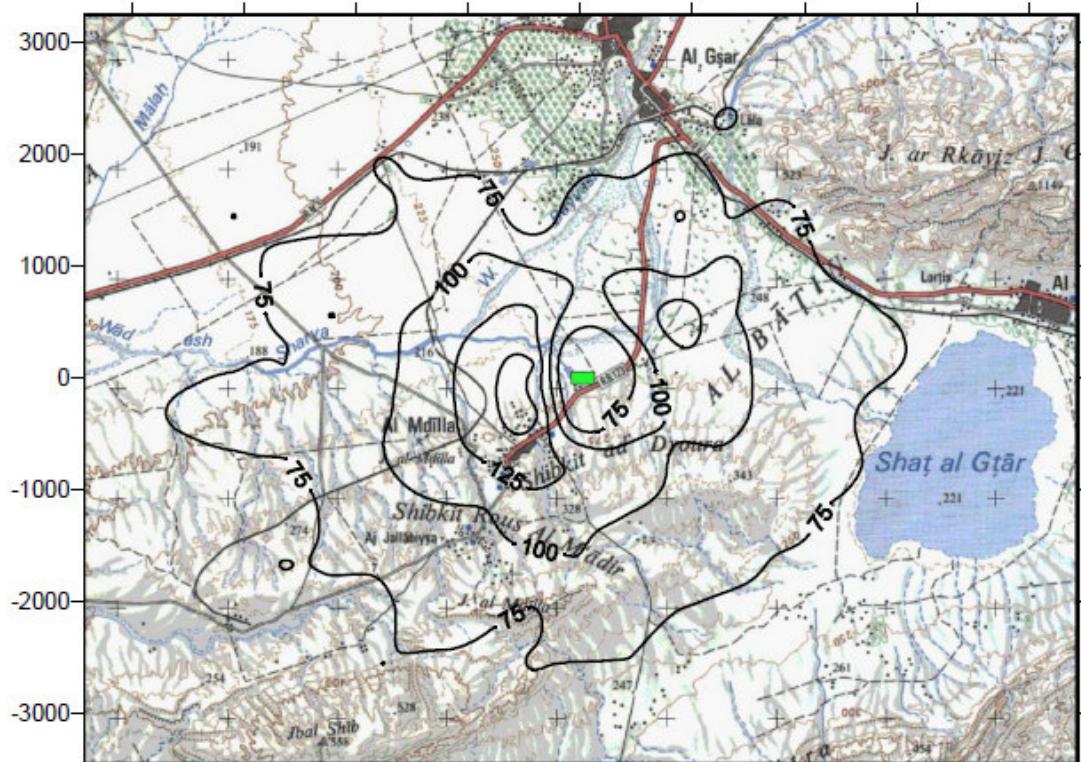


Figure 17 : Concentration moyenne tri horaire en SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

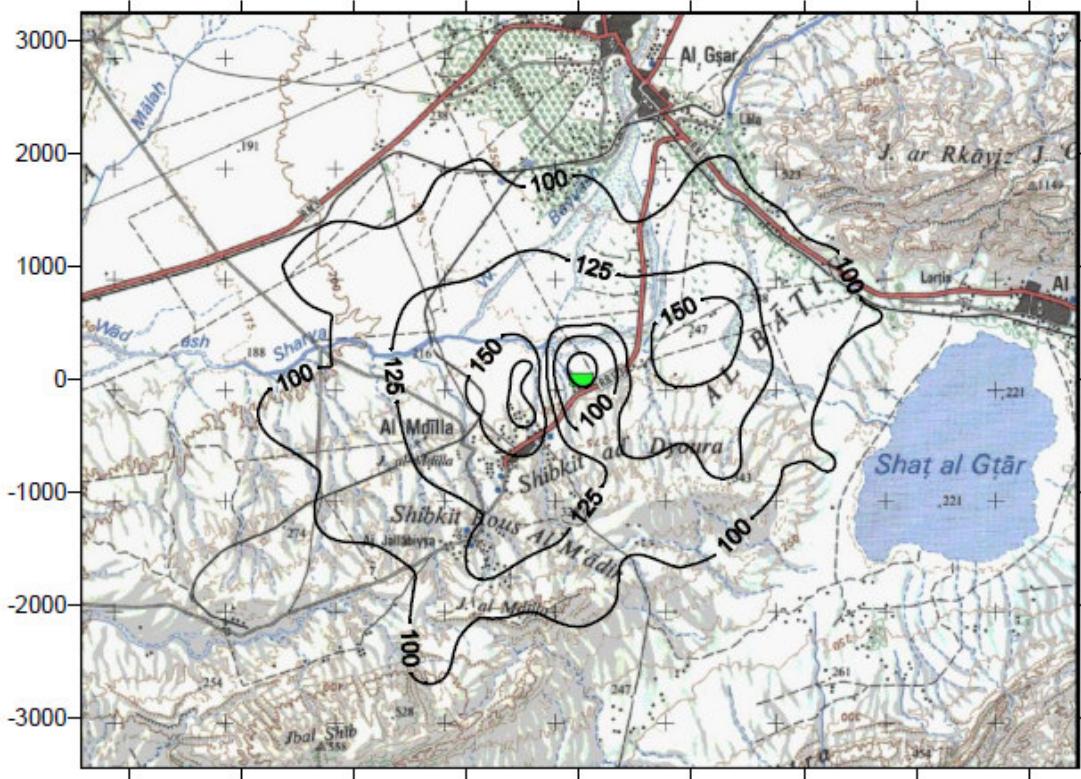


Figure 18 : Concentration max horaire en SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 69/158
---	--	--

7.4.5.7 Interprétation des résultats

Les concentrations des gaz fluorés et du SO₂, générées par l'usine M'dhilla 2 seule, calculées au niveau de la zone d'étude sont très faibles par rapport à la réglementation tunisienne ainsi que la directive Européenne 2008/50/EC portant sur la qualité de l'air ambiant. Ce résultat peut être expliqué par les éléments suivants :

- La performance des procédés adoptés par le GCT ;
- L'efficacité du flash cooler associé à la colonne de lavage ;
- L'efficacité du système double contact-double absorption ;
- La hauteur importante des cheminées qui permet d'assurer une dispersion optimale des polluants atmosphériques.

Ce résultat montre l'efficacité des choix technologiques adoptés par le groupe chimique dans l'objectif de minimiser l'impact des émissions des gaz fluorés et des composés soufrés sur l'environnement naturel et humain.

La simulation de la dispersion des gaz fluorés et du SO₂ issus des usines M'dhilla 1&2 montre une légère augmentation par rapport à la situation actuelle (M'dhilla 1 seule). Les émissions de l'usine de M'dhilla 2 sont insignifiantes par rapport à celles de M'dhilla 1.

Après revamping de l'usine de M'dhilla 1, les émissions des gaz seront réduites à un niveau comparable à celui de l'usine M'dhilla 2. Selon les résultats de la simulation, Ces améliorations se traduiront par une diminution très importante des concentrations des polluants dans l'air (voir tableau suivant).

Le tableau suivant illustre les valeurs maximales enregistrées dans la zone d'étude pour les différentes concentrations moyennes des polluants étudiés.

		Cas de M'dhilla 1 Avant revamping (GEREP 2008)	Cas de M'dhilla 2 seule (résultat de simulation)	Cas de M'dhilla 1 avant revamping & M'dhilla 2 (résultat de simulation)	Cas de M'dhilla 1 après revamping & M'dhilla 2 (par calcul)
Concentration maximale annuelle en gaz fluorés	µg/m ³	1	0,005	1,005	0,01
	ppb	1,12	0,0056	1,1256	0,0112
Concentration maximale journalière en gaz fluorés	µg/m ³	10	0,005	10,005	0,05
	ppb	11,2	0,0056	11,256	0,056
Concentration maximale annuelle en SO ₂	µg/m ³	80	0,1	80,1	0,5
	ppb	28	0,035	28,035	0,175
Concentration maximale tri horaire en SO ₂	µg/m ³	1800	30	3018	75
	ppb	630	10,5	640,5	26,25
Concentration maximale horaire en SO ₂	µg/m ³	Non considéré	Non considéré	Non considéré	100
	ppb				35

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 70/158
---	--	--

7.5 Etude de bruit

Cette partie a été préparée dans le but de présenter les résultats de l'étude acoustique concernant les impacts potentiels du projet de construction de l'usine M'Dhilla 2.

7.5.1 Réglementation en vigueur

- **Activités industrielles**

- Loi n°96-62 du 15 juillet 1996, portant modification de certaines dispositions du code du Travail (Partie relative aux établissements classes dangereux, insalubre et incommodes) ;
- Décret n° 2006-2687 du 9 octobre 2006, relatif aux procédures d'ouverture et d'exploitation des établissements dangereux, insalubres et incommodes ;
- Arrêté du ministre de l'industrie, de l'énergie et des petites et moyennes entreprises du 15 novembre 2005, fixant la nomenclature des établissements dangereux, insalubres et incommodes ;
- Décret n°84-1556 du 29 décembre 1984, portant réglementation des lotissements industriels ;

- **Bruit en milieu de travail**

- Loi n° 66-27 du 30 avril 1966 portant promulgation du travail ;

- **Normes de bruit**

- Loi n°82-66 du 6 août 1982, relative à la normalisation et à la qualité ;
- Décret n°83-724 du 4 août 1983, fixant les catégories de normes et les modalités de leur élaboration et leur diffusion.

7.5.2 Etude de bruit en phase d'exploitation

Ce paragraphe est relatif à une étude des niveaux de bruit émis à partir des unités prévues pour ce projet. L'objectif est la vérification de la conformité des émissions sonores avec les normes relatives au bien être et à la santé publique. Les calculs de bruit sont faits par un modèle mathématique.

7.5.2.1 Présentation du modèle : OUIE 2000

La méthode de calcul utilisée pour déterminer les niveaux de bruit dans le local est une extension de la méthode de Sabine. Elle consiste à déterminer les contributions du champ direct et des premières réflexions sur les parois, puis à répartir l'énergie résiduelle non considérée dans ces contributions. Selon l'approche de Sabine, le champ sonore à un endroit i d'un local est la combinaison du champ direct et du champ réfléchi, soit :

$$L_p = L_w + 10 \log [1/(4\pi r^2) + 4/R] \quad (1)$$

Où : r représente la distance par rapport à la source,
 le terme $4/R$ représente la contribution du champ diffus et vaut $S\alpha/(1-\alpha)$,
 α étant le coefficient d'absorption moyen du local.

Cette contribution du champ réfléchi repose sur l'hypothèse qu'en champ diffus et régime permanent, l'énergie après la première réflexion, soit $W_a = W(1-\alpha)$, doit être en équilibre avec l'énergie absorbée par l'ensemble des parois, ce qui en champ diffus correspond à (Fundamentals of Acoustic, John Wiles & Sons):

$$W_a = W(1-\alpha) = \langle P_2 \rangle S\alpha / (4pc) \quad (2)$$

où $\langle P_2 \rangle$ est le champ sonore, S la surface du local et pc la densité et la célérité de l'air.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 71/158
---	--	--

Méthode de Sabine d'ordre n

Si l'on détermine non seulement la contribution du champ direct, mais également les contributions des trajets ayant subi une première réflexion sur chacune des parois du local, l'équation (1) devient :

$$L_p = L_w + 10 \log [1/(4\pi r^2) + C_1 + 4/R] \quad (3)$$

$$\text{Où } C_1 = \sum (Q_i / 4\pi r_i^2) \quad (4)$$

Où C_1 représente la contribution d'ordre 1, soit la somme des contributions associées aux i trajets (r_i) ayant subi une première réflexion sur chacune des m parois du local. Ces trajets sont pondérés suivant le coefficient d'absorption Q_i associé à la réflexion sur chaque paroi. Le dernier terme d'éq. (3) correspond pour sa part à la contribution du champ résiduel, excluant la première réflexion.

Par extension, sachant la contribution des trajets ayant subi 1, 2 ou n réflexions sur chacune des parois du local, le niveau sonore à un récepteur j donné peut s'évaluer avec:

$$L_p(j) = L_w + 10 \log [1/(4\pi r_j^2) + C_1(j) + \dots + C_n(j) + 4/R_n] \quad (5)$$

Similairement à l'éq.(2), le champ résiduel à l'ordre n R_n (i.e. le champ résiduel existant après avoir considéré tous les trajets n fois réfléchis) peut être évalué à partir de l'équilibre entre énergie résiduelle après la $n+1$ ème réflexion et l'énergie absorbée par l'ensemble des parois, soit :

$$W_a' = W (1 - \alpha)^{n+1} \quad (6)$$

D'où

$$R_n = S \alpha / (1 - \alpha)^{n+1}$$

7.5.2.2 Présentation des résultats de simulation

a. Données de simulation

Le tableau suivant illustre les données utilisées dans la simulation de bruit au sein de la future usine de production d'acide phosphorique M'Dhilla 2 :

Tableau 19 : Les données utilisées dans la simulation.

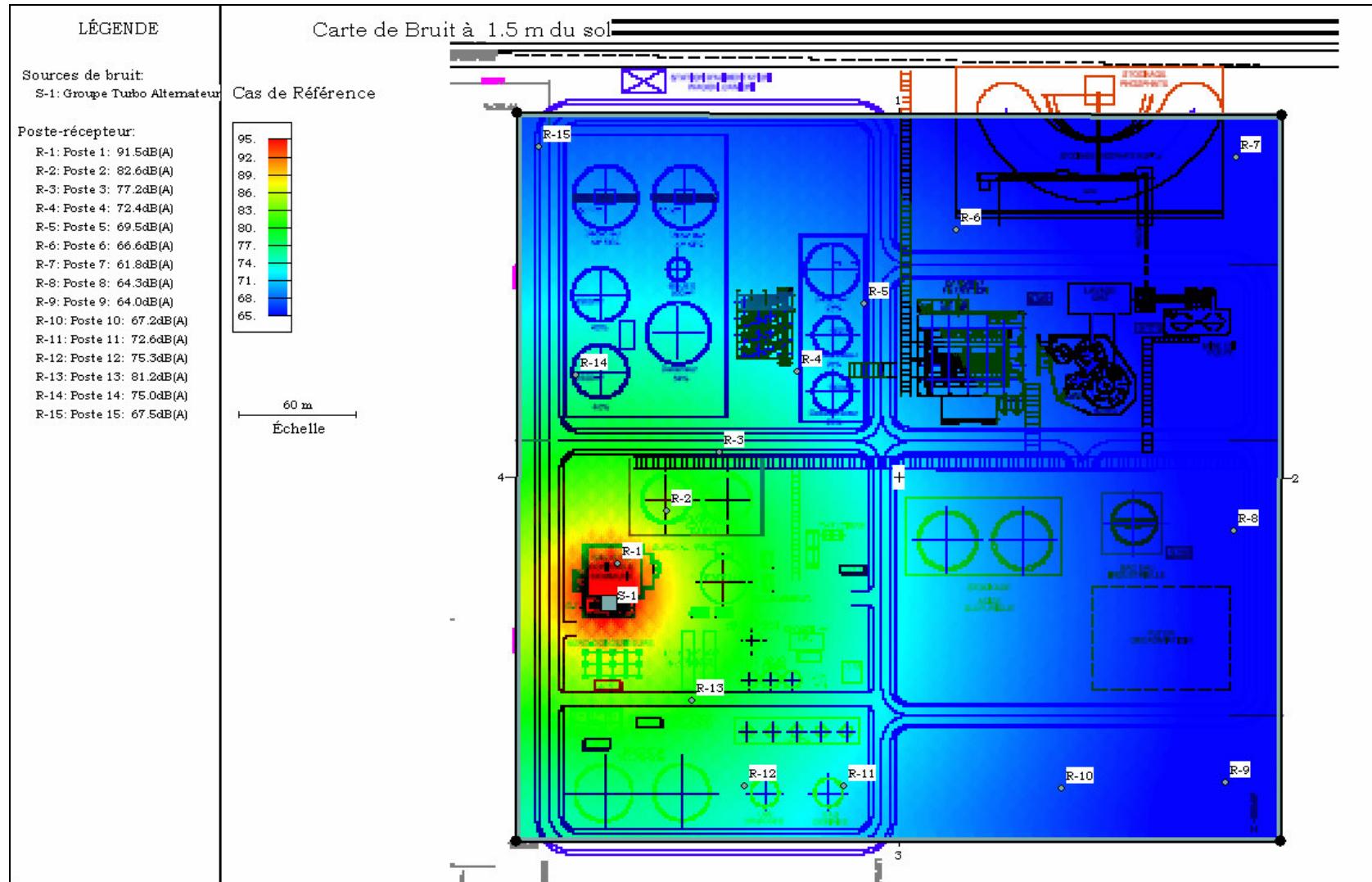
	Elément	Puissance
Usine M'Dhilla 2	Groupe Turbo Alternateur1	22 MW

b. Simulation

Le tableau suivant illustre les niveaux de bruit à l'intérieur de la future usine M'Dhilla 2.

Tableau 20 : Résultat de simulation du bruit généré par le groupe alternateur de la future usine M'Dhilla2

Récepteur	Niveau de bruit
R-1	91.5
R-2	82.6
R-3	77.2
R-4	72.4

Figure 19 : Carte de bruit à 1.5 m du sol


	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 73/158
---	--	--

Le tableau suivant illustre les niveaux de bruit à l'intérieur de l'usine.

Tableau 21 : Mesure de bruit dans des différents points de l'usine.

Récepteur	Niveau de bruit	Norme
R-1	91.5	95
R-2	82.6	85
R-3	77.2	90
R-4	72.4	85
R-5	68	75

Les résultats obtenus par la simulation indiquent que la zone d'étude ne présente aucun dépassement comme il est présenté dans la figure suivante (résultats de simulation par le logiciel OUIE 2000).

7.6 Rejet des eaux usées à partir de l'usine M'Dhilla 2

7.6.1 Quantification de la charge hydraulique et polluante à traiter

Durant la phase d'exploitation de la future usine de production de Triple Super Phosphate à M'Dhilla 2, les eaux usées en provenance des bâtiments de service (administration, restaurant, WC,...) devront être traitées conformément à la NT106.02. L'établissement des données de base (charge hydraulique et charge polluante) devra être réalisé dans le cadre d'une étude d'exécution de la station de traitement des eaux sanitaires en provenance de la future usine de production d'acide phosphorique (54% P₂O₅) à M'Dhilla 2. Un dimensionnement préliminaire, à la base de 1500 équivalent-habitants, a été réalisé dans le cadre de la présente étude d'impact dans l'objectif de proposer une variante de traitement et une estimation des coûts de réalisation.

7.6.2 Choix du type de traitement

Les eaux sanitaires en provenance de la future usine M'Dhilla 2 doivent être traitées avant rejet dans le milieu naturel conformément à la NT106.02 ou bien valorisation dans l'irrigation du rideau vert prévu tout autour du site conformément à la NT 106.03.

Ces eaux peuvent provenir des bâtiments administratifs.

Afin de pouvoir valoriser l'eau usée traitée dans l'irrigation des zones vertes et du rideau vert surtout dans une zone où l'eau est rare, nous recommandons le schéma de traitement composé des ouvrages suivants : (voir figure ci-après) :

- Séparateur d'hydrocarbures à installer sortie station de lavage ;
- Déshuileurs – dégraisseurs à prévoir sortie restaurant
- Station des eaux usées de l'usine comportant :
 - ❖ Prétraitement mécanique.
 - ❖ Traitement biologique par boues activées.
 - ❖ Traitement des boues (épaississeurs + lits de séchage de secours).
 - ❖ Unité de chloration.

7.6.3 Description des installations de la STEP

Le tableau suivant récapitule les caractéristiques des équipements de la station d'épuration proposée :

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 74/158
--------------------------	---	--

Tableau 22 : Liste des ouvrages des la station de traitement des eaux projetée

N°	Désignation	Spécifications	Nbre
1-Poste de refoulement des eaux usées vers la STEP			
1.1	Station de relevage	3 Pompes (2+1) d'un débit unitaire de 7,8 m ³ /h et de Hmt = 10 mce	3
1.2	Débitmètre	Débitmètre électromagnétique DN100	2
2-Dégrilleur grossier			
2.1	Dégrilleur grossier	Dégrilleur fin mécanisé d'un débit 16,5 m ³ /h avec un canal de largeur 300mm et un espacement entre barreaux de 20 mm	1
3-Dégrilleur fin			
3.1	Dégrilleur fin	Dégrilleur fin mécanisé d'un débit 16,5 m ³ /h avec un canal de largeur 300mm	1
3.2	Benne pour déchet dégrilleur	Benne pour déchet dégrilleur capacité 0,5 m ³	1
4-Dessableur - Déshuileur dans un local ventilé, préfabriqué en panneaux sandwich			
4.1	Pont racleur	Pont à racle de fond et racle de surface pour dessableur/déshuileur.	1
4.2	Lames de tranquillisation	Série de lames de tranquillisation en acier inox pour la séparation des matières flottantes	1
4.3	Système diffuseur d'air	-Sur presseur d'air (0.4 bar, 100 Nm ³ /h) -Tuyauterie pour la diffusion d'air comprimé le long des déssableur.	1+1
4.4	Pompes pour le refoulement des graisses, des huiles et des sables vers les lits de séchages	2 Pompes (1+1) d'un débit de 2l/s et d'une HMT =20mce + appareillage de levage	2
4.5	Ventilation du local	1 ventilateur d'une capacité de 3600 m ³ /h	1
5-Bassin d'aération			
5.1	Aérateur de surface	Aérateur de surface de puissance 6kw	1+1
5.2	Oxymètres		1+1
5.3	Potentiel redox		1
5.4	Lame déversant en acier inox de sortie du bassin d'aération vers décanteur		1
5.5	Système de manutention	Potence pour la turbine	1
6-Décantation secondaire			
6.1	Pont racleur pour décanteur de 5,5 m de diamètre, de profondeur cylindrique 2,5 m et pente radier 1/12 est composé de passerelle et garde corps de structure en acier au carbone avec jupe de tranquillisation		1 ens
6.2	Rigole de déversement	Rigole de déversement en acier inoxydable	1
6.3	Trémies à flottants	Trémie de reprise des flottants en acier inoxydable	1 ens
6.4	Cloison siphoidal pour corps flottants	Cloison siphoidal pour corps flottant en acier inoxydable	1
7-Bassin de chloration			
7.1	Pompes doseuses	2 (1+1) Pompes doseuses pour injection de l'hypochlorite de sodium (2 à 5 l/h) avec accessoires	2
7.2	Bacs de stockage	2 (1+1) bacs de stockage d'une capacité unitaire de 1,5m ³	2
8-Débitmètre totaliseur			
8.1	1 débitmètre du type totaliseur placé sur la conduite de refoulement		1
9- Station de pompage des eaux épuriées pour irrigation			
9.1	Groupe hydrophore	2 (1+1) Pompes de capacité unitaire 20m ³ /h avec Hmt 50mce avec accessoires	2
9-Station de pompage des boues en excès et des boues de retour			
10.1	GEP de re-circulation des boues de retour	2 (1+1) Pompes submersibles pour le re-circulation des boues de retour (15,6 m ³ /h ; HMT=10 mce) avec accessoires	2

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 75/158
--------------------------	---	--

N°	Désignation	Spécifications	Nbre
10.2	GEP de refoulement des boues en excès	2 (1+1) Pompes submersibles pour le refoulement des boues en excès de 10 m ³ /h d'une HMT de 5mce	2
10.3	Débitmètre Pour boues de retour	Débitmètre électromagnétique DN100	1
10.4	Débitmètre Pour boues en excès	Débitmètre électromagnétique DN90	1

11. Epaississeur et station de pompage des boues épaissees

11.1	Pompe des boues épaissees	2 (1+1) Pompes à vis excentriques avec régulateur de vitesse manuel pour le refoulement 2l/s des boues épaissees d'une HMT de 20mce	2
11.2	Pont épaisseur	Pont racleur avec herse et tout accessoire pour épaisseur de diamètre 2,5m, profondeur cylindrique 3m.	1
11.3	Débitmètre	Débitmètre électromagnétique DN90	1
11.4	Jupe déflectrice	Jupe déflectrice d'admission	1
11.5	Tôle déversoir	Tôle déversoir	1

12. Lits de séchage

12.1	Vannes d'arrêt	Vannes d'arrêt pour lits de séchage	8
12.2	Emboîtement	Emboîtement	4

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 76/158
---	--	--

8 JUSTIFICATION DU PROJET - ANALYSE DES ALTERNATIVES ET CHOIX DU SITE

8.1 Justification du projet

Le projet dénommé M'Dhilla 2 vise à :

- Remplacer la capacité de production de TSP de l'usine de Sfax.
- Constituer avec les deux usines M'Dhilla 1 et M'Dhilla 2 une plateforme regroupant toutes les activités TSP avec la possibilité de produire de l'acide phosphorique à 54% P₂O₅.
 - o M'Dhilla 2 peut transformer son acide concentré en TSP dans les deux chaînes de granulation de M'Dhilla 1 ;
 - o M'Dhilla 1 peut concentrer la moitié de sa production d'acide phosphorique dilué dans les lignes de concentration de M'Dhilla 2,
 - o M'Dhilla 1 turbinera sa vapeur excédentaire dans le GTA de M'Dhilla 2,
 - o M'Dhilla 1 et M'Dhilla 2 peuvent s'entre échanger la vapeur et l'énergie électrique,
- Assurer une flexibilité commerciale permettant de suivre les fluctuations des demandes mondiales de TSP (possibilité de commercialiser le TSP ou l'acide Phosphorique concentré à 54% P₂O₅).

L'usine sera conçue et réalisée en faisant appel aux technologies propres selon les meilleures technologies disponibles " Best Technologies Availables " :

- ↳ Unité sulfurique équipée d'une double absorption qui permet de réduire l'émission de SO₂ par rapport à la simple absorption.
- ↳ Unité sulfurique équipée d'un système de récupération d'énergie (HRS). Ce système réduit la consommation du combustible d'où la réduction des émissions de CO₂ (gaz à effet de serre) et réduit aussi la consommation d'eau.
- ↳ Unité phosphorique équipée de Flash Cooler qui récupère une grande partie du fluor dans les gaz du réacteur.
- ↳ Une boucle de concentration de l'Acide Phosphorique avec récupération du fluor.
- ↳ Une boucle fermée d'eau de refroidissement.
- ↳ Le lavage des gaz du réacteur, permettant une réduction importante des émissions de fluor et de mercaptans.
- ↳ Décharge contrôlée du phosphogypse avec une protection du site par le biais d'une géo membrane et un système de collecte et recyclage des eaux.
- ↳ Substitution du fuel lourd par le gaz naturel permettent ainsi de réduire les émissions du CO₂ et du SO₂.

8.2 Justification du choix du site

8.2.1 Introduction

Pour choisir un site pouvant accueillir la future usine de production d'acide phosphorique M'Dhilla 2, une étude comparative technico-économique et environnementale a été élaborée. Les sites potentiels considérés sont (voir carte ci-après) :

- Site 1 : il s'agit d'un terrain nu limitrophe de l'usine existante M'Dhilla 1 :
- Site 2 : ce site est situé à 15Km à vol d'oiseaux dans la direction sud-Ouest de M'Dhilla 1.

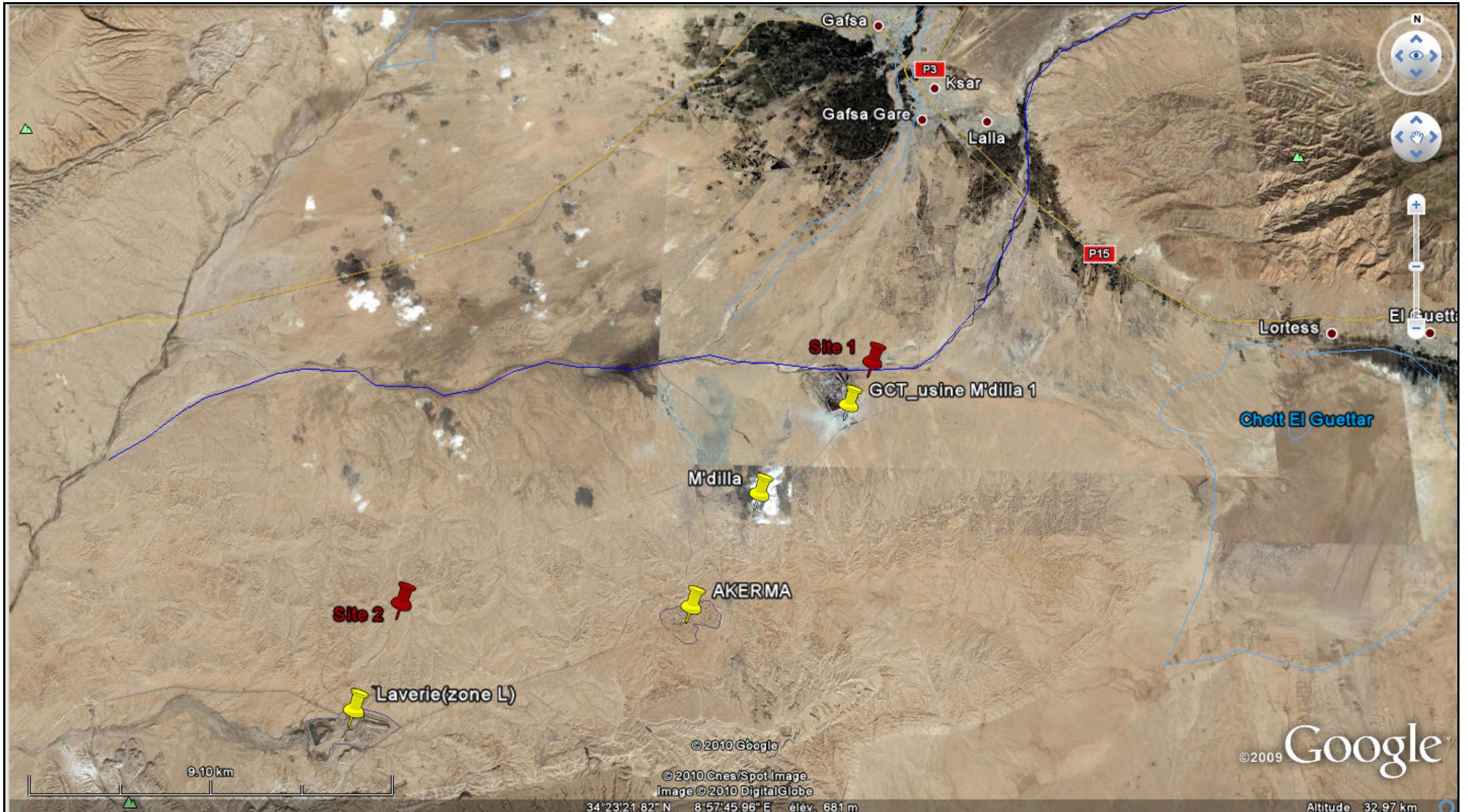


Figure 20 : les sites proposés

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 78/158
---	--	--

8.2.1.1 Site N°1 : M'dhilla I

8.2.1.1.1 Aperçu géologique

Les usines du GCT de M'dhilla sont situées en bordure méridionale de la cuvette de Gafsa. Cette cuvette est délimitée par les structures complexes de Jebel Ben Younes et Orbata au Nord, le faisceau de plis de Metlaoui représenté par Jebel Stah à l'Ouest, la structure anticlinale de Jebel Sehib au Sud et la dépression de Chott et Guettar à l'Est. La carte géologique montre qu'elle couverte par les dépôts de la basse terrasse et les épandages des oueds Beyach, el Maleh, el Chéria et oued Magroun. Ces dépôts s'emboîtent sur les limons et les argiles gypseuses de la moyenne terrasse d'une part et reposent sur les argiles rouges, silts et conglomérats de la formation Segui (MPIQ) attribuée au Miocène supérieur-Pléistocène inférieur d'autre part. Cette formation montre d'importants affleurements au flanc nord de la structure anticlinale de Sehib. Elle est discordante sur les différentes formations plus anciennes à savoir les sables de Beglia (M2), les argiles sableuses rouges de Sehib (O), les calcaires dolomitiques à lumachelles de Kef ed Dour, la série phosphatée et les argiles d'El Haria (P1). Sur le plan structural, le site des usines de M'dhilla se trouve sur le franc nord de l'anticlinal de Sehib, proche de la terminaison périclinale orientale. Ce flanc est caractérisé par un pendage des couches très faible de différents termes de la formation Segui ne dépassant pas les 5° vers le nord, c'est-à-dire vers la cuvette de Gafsa.

8.2.1.1.2 Données hydrogéologiques

La cuvette de Gafsa offre des nappes aquifères superposées dont l'aquifère phréatique constitue l'horizon supérieur. Ces nappes sont faiblement alimentées et à ressources faiblement renouvelables. Il s'agit de :

a. La nappe phréatique de Gafsa Sud-El Guettar :

Cette nappe est logée dans les niveaux superficiels, dans la partie supérieure du cône de déjection de l'oued Beyach, caractérisée par une grande hétérogénéité. Vers le Sud, près de M'dhilla, les dépôts deviennent de plus en plus argileux. Cette nappe phréatique présente alors de mauvaises performances hydrauliques en périphérie pour devenir absente. En effet, elle est absente à l'endroit du site des usines de GCT.

b. La nappe profonde Gafsa Sud :

Le réservoir de cette nappe correspond aux termes sommitaux de la formation Segui ; il s'agit de sables argileux, sables et conglomérats. Il est bien limité au Nord par le tracé de la faille de Gafsa qui longe les flancs méridionaux des structures des Jebels Ben Younes et Orbata ; limite sud est mal définie.

En effet, plus au Sud, l'examen des logs des forages effectués par le CRDA de Gafsa révèle l'amincissement du remplissage plio-quaternaire d'une part et le changement de faciès des dépôts qui deviennent plus argileux ; en effet les sondages de M'dhilla 1 N°617/5 et Oued Magroun N°5775 ont rencontré que des séries argileuses sur près de 100m de profondeur. Ainsi, cet examen des études et des documents existants montre clairement l'absence de nappes phréatiques et semi-profondes à l'endroit du site des usines de M'dhilla.

c. Données du forage PM1 :

Pour une meilleure connaissance de la substruction du site, 4 forages carottés de 25m ont été reclassés et examinés. Les colonnes stratigraphiques montrent la présence de 10m d'argiles rouges à 10m de profondeur. Ces argiles constituent un bon écran naturel protégeant le sous sol et ses ressources éventuelles contre toute pollution de surface.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 79/158
---	--	--

Les dix premiers mètres sont formés de sables fins à moyens avec des passées argileuses. Ces dépôts ne renferment pas de nappe. Toutefois la venue d'eau du sondage PM1 des 2 à 3 premiers mètres est liée à l'infiltration locale des eaux d'égouttage du terril de phosphogypse.

8.2.1.2 Site N°2

À l'Ouest, le long de la voie ferrée, à 10km des usines actuelles du GCT se trouve un deuxième site potentiel. Il est situé à 8km de la ville de M'dhilla et à 3km de la laverie L de la CPG.

En effet, la carte géologique de Gafsa au 1/100.000 montre qu'à l'Ouest de M'dhilla, jusqu'à la laverie L, une série d'argiles, de silts avec des passés conglomératiques et des niveaux sableux. Cette épaisse série est attribuée à la formation Segui d'âge miocène supérieur-pléistocène inférieur. Elle présente un faible pendage de l'ordre de 5° à 10° au Nord formant le flanc septentrional de la structure anticlinale de Sehib.

Au Sud de la route reliant M'dhilla à la laverie L et à partir du poste de transformateur de la STEG, s'étend une cuvette en forme de cirque ovale allongée Est-Ouest drainée par deux cours d'eau secondaires : Oued Barkana Oued Aj Jidian qui se déversent plus au Nord dans l'oued Ech Cheria, faisant suite à oued Beyach. En effet, une ligne de crêtes de 300m d'altitude en moyenne délimite deux grands bassins versant le premier drainé par oued Jemel longé par cette route secondaire M'dhilla-Laverie L et le deuxième par oued Ech Cheria longé par la route national RN3. A leur tour ces deux oueds se déversent dans oued El Maleh à l'Ouest de M'Zinda-Jellabia.

L'amont du micro bassin de l'oued Aj Jidian, se trouve un espace isolé dont les eaux de surface sont maîtrisables et dont le fond est tapissé par les rouges de la formation Segui. Il est à signaler aussi l'absence de nappe phréatique dans cette cuvette à l'amont d'Oued Aj Jidian (O. el Jedain sur la carte topographique au 1/100.000). Les données de sondage et les cartes hydrogéologiques disponibles montrent l'absence de ressources d'eaux surtout le flanc septentrional de la structure de Sehib.

Cet espace ainsi délimité montre le même contexte géologique, structural et hydrogéologique que le premier site.

8.2.2 Analyse comparative du choix du site

8.2.2.1 Aspect environnemental

Les données géologiques, structurales, morphologiques et hydrogéologiques des deux sites, ainsi délimités le long de la voie de chemin de fer reliant la laverie L et la mine de Jelabia à l'Ouest et les usines de M'dhilla 1 et la mine de M'dhilla à l'Est, sont favorables à l'implantation des nouvelles usines du projet M'dhilla 2.

Toutefois sur le plan environnemental, le choix du premier site implique automatiquement :

- La fermeture de la décharge actuelle de phosphogypse ;
- La mise en place d'une nouvelle décharge pour les besoins des deux usines M'dhilla 1 et 2 selon les normes en vigueur : digues d'isolement, double étanchéisation artificielle (argiles + géomembrane), système de drainage de lixiviat, bassin étanche de collecte de lixiviation...

En revanche, le choix du site 2 entraînera la mise en place d'une nouvelle décharge de phosphogypse ;

Cette variante condamnera la ville de M'dhilla et les agglomérations de Akerma qui se trouve entre deux décharges respectivement à 3 et 8 km. Ainsi, compte tenu de ces données de l'état naturel des sites candidats, le site 1 est plus approprié pour abriter les nouvelles usines du projet M'dhilla 2.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 80/158
---	--	--

8.2.2.2 Aspect technologique

Le projet consiste en la construction d'une usine d'acide phosphorique concentré en vue de produire 250000 à 500 000T/an de TSP adjacente à l'usine de production de TSP de M'dhilla1, situé à proximité du bassin minier de Gafsa à environ 04 Km de la mine de phosphate de M'dhilla.

L'emplacement de l'usine M'dhilla 2, à coté de l'usine M'dhilla 1, aura les avantages suivants :

- ✓ Faire bénéficier l'usine M'dhilla 2 de toute la logistique existante de M'dhilla 1 de phosphate, de soufre et du TSP et alléger le coût d'investissement.
- ✓ Confier une flexibilité mutuelle des deux usines M'dhilla 2 et M'dhilla 1 :
 - M'dhilla 2 peut transformer son acide concentré en TSP dans les deux chaînes de granulation de M'dhilla 1, moyennant un contrat de tolling.
 - M'dhilla 1 peut concentrer la moitié de sa production dans les lignes de concentration de M'dhilla 2, moyennant un contrat de tolling.
 - M'dhilla 1 turbinera sa vapeur excédentaire dans le GTA de M'dhilla 2.
 - M'dhilla 1 & 2 peuvent s'entre -échanger la vapeur et l'énergie électrique.
 - M'dhilla 1 prendra en charge la gestion de la décharge humide du phosphogypse de M'dhilla 2.

L'usine M'dhilla2 comprendra essentiellement les unités de production suivantes :

- Une unité sulfurique de capacité journalière 1800 tonnes, dotée de double absorption et de système de récupération de chaleur.
- Un groupe turboalternateur de 22 MWH.
- Une unité de production d'acide phosphorique dilué conçue selon le procédé SIAPE/GCT de capacité journalière 600 tonnes de P2O5.
- Trois boucles de concentration de capacité journalière chacune 300 tonnes de P₂O₅ en acide phosphorique 54% P₂O₅, dotées chacune de système de récupération de fluor sous forme d'acide fluosilicique à 18%.
- Une logistique de stockage du phosphate humide, du soufre liquide, d'acide phosphorique et d'acide sulfurique.

L'usine sera dotée d'une boucle fermée d'eau industrielle qui lie le Flash cooler, les trois boucles de concentration, les tours de refroidissement et le bassin d'eau de la mise en terril du phosphogypse.

8.2.2.3 Aspect économique

Cette configuration du projet permettra, d'une part, à la plateforme de M'dhilla une meilleure souplesse de production, soit du TSP ou de l'acide phosphorique 54% pour répondre aux exigences du marché et d'autre part, d'améliorer la rentabilité du projet.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 81/158
---	--	--

8.2.3 Récapitulatif de la justification du choix de site

La décision de choisir le site d'implantation du projet M'Dhilla 2 sur le site de M'dhilla 1 était basée sur les raisons suivantes :

8.2.3.1 *Aspect environnemental*

- Ne pas multiplier les décharges du phosphogypse dans la région de Gafsa ;
- Accélérer la fermeture de la décharge actuelle ;
- Accélérer le revamping et la mise à niveau du Mdhilla 1.

Les actions prévues sont :

- Permettre la réduction des émissions en fluor à partir de M'Dhilla 1 par le fait de l'utilisation de l'acide concentré et défluoré en provenance de Mdhilla 2 ;
- Permettre la réduction des émissions en poussières à partir de M'Dhilla 1 par le fait de l'utilisation de l'acide concentré et défluoré en provenance de M'Dhilla 2 (les grains de TSP sont produits en forme plus dure émettant ainsi moins de poussières).

8.2.3.2 *Aspects technico-économiques*

- Les problèmes fonciers rencontrés pour le site à la zone L ;
- L'opportunité de la réduction du niveau des investissements ;
- Les économies sur les frais d'exploitation et de gestion qui pourraient être engendrées par l'implantation de M'dhilla 2 à côté de M'dhilla 1.

Il est entendu que l'usine M'dhilla 2 sera construite selon les techniques les plus avancées en matière de protection de l'environnement.

Il est à signaler qu'un projet de mise à niveau environnemental de l'usine de M'dhilla 1 est déjà engagé avec le financement de la BEI et qui comprend :

- La double absorption ;
- Flash cooler sur le réacteur ;
- La consommation de l'acide concentré augmente l'efficacité du lavage des gaz aux ateliers TSP ;
- Solution radicale pour la décharge du phosphogypse (mise en place d'une géomembrane, drainage et recyclage des eaux).

9 ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

9.1 Introduction

L'analyse de l'état initial est basée sur la synthèse bibliographique et la collecte de certaines données sur site. Elle vise la reconnaissance des caractéristiques des milieux biophysique et humain pour pouvoir évaluer leurs sensibilités et leurs aptitudes à l'aménagement projeté.

9.2 Description de l'environnement naturel

9.2.1 Localisation géographique de la zone d'étude

La zone d'étude est située à 13 km de la ville de Gafsa et à 5 km de M'Dhilla ville. L'usine M'Dhilla 2 sera limitée à l'ouest de l'usine existante M'Dhilla 1 et par Oued El Maleh au Nord. La zone est desservie par la route C123.

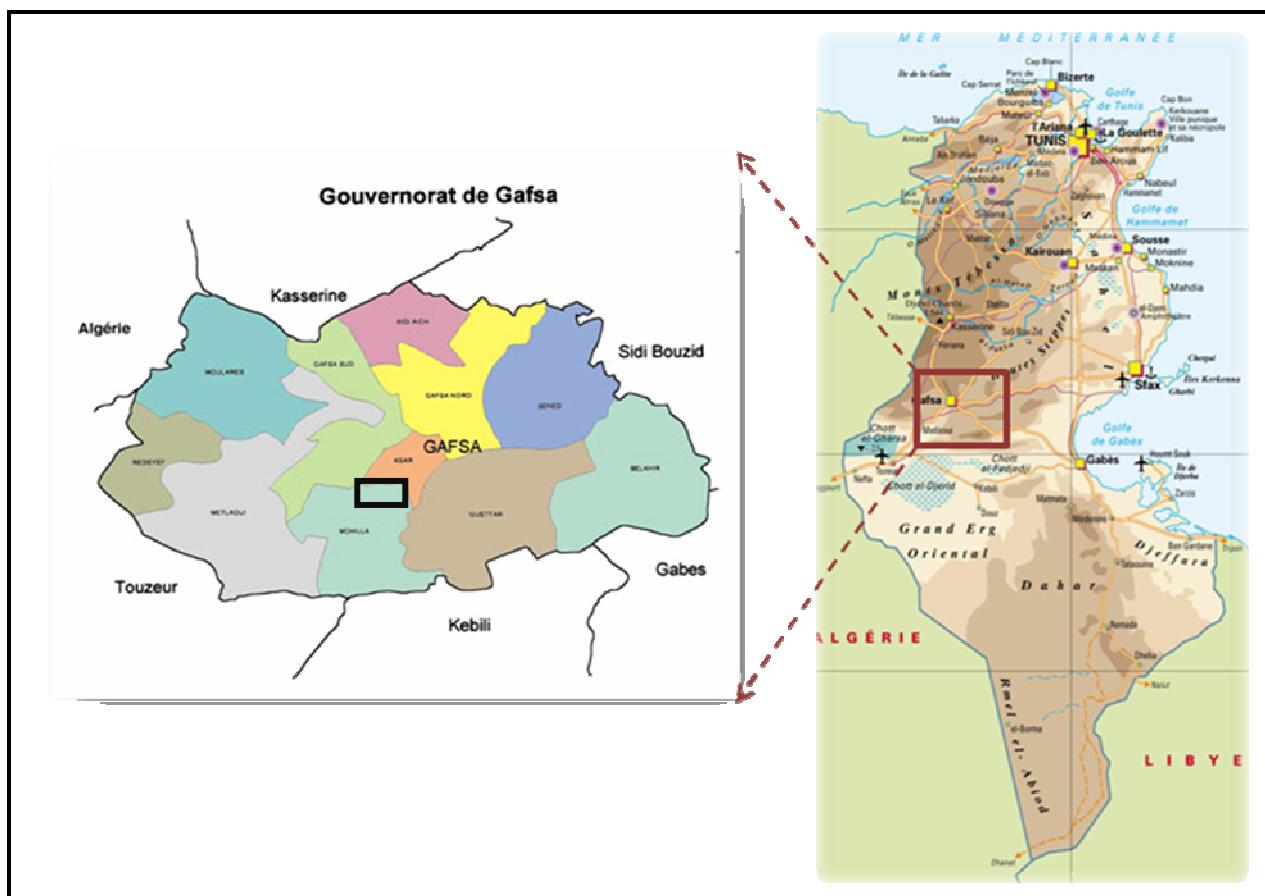


Figure 21: Localisation du gouvernorat de Gafsa.



Figure 22: Localisation de la zone d'étude.

9.2.2 Climatologie

La station météorologique disponible au voisinage de notre zone d'étude est celle de Gafsa. Le schéma ci-dessous montre la localisation de cette station :

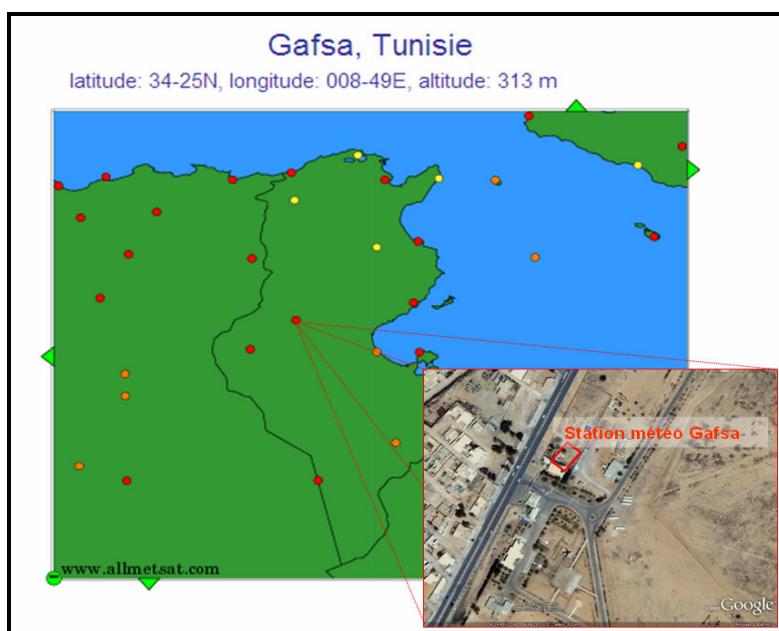


Figure 23 : Station météorologique de Gafsa.

9.2.2.1 Températures

La température moyenne mensuelle oscille autour de 37°C en été (juillet et août) et de 4°C en hiver (décembre janvier). Les courbes ci-dessous montrent la moyenne mensuelle des températures minimales et maximales quotidiennes.

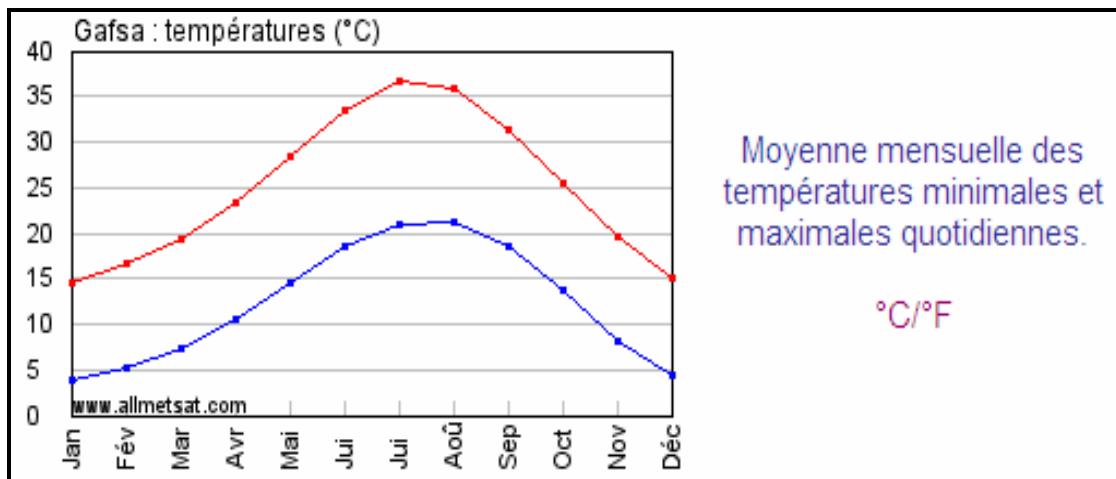


Figure 24 : Moyenne mensuelle des températures minimales et maximales quotidiennes.

9.2.2.2 Précipitations

La violence et l'irrégularité sont les principales caractéristiques des pluies qui tombent dans cette zone. Les hauteurs annuelles moyennes des précipitations à Gafsa, à partir de 41 années de mesures complètes, présentent les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de pluie annuelle moyenne : 164.7 mm.
- Hauteur de pluie annuelle maximale observée : 353.1 mm.
- Hauteur de pluie annuelle minimale observée : 46.3 mm.

Les hauteurs des précipitations observées à Gafsa pour des périodes de retour inférieures à 20 ans sont dressées dans le tableau suivant :

Tableau 23 : Les hauteurs des précipitations.

	Années humides			Années sèches		
	20	10	5	20	10	20
Périodes de retour						
Précipitations en mm	280	262	212	108	92	77

9.2.2.3 Evaporation

Durant la période 1946-1950, l'évaporation moyenne annuelle dans la station de Gafsa (près de chott El Djerid) a été de 2858 mm (Mamou A., 1990).

La vitesse d'évaporation (mm/j) est fonction de la température de l'air, de l'insolation, de la vitesse et de la turbulence du vent. Les lacs d'eau (sebkhas et chotts) situés dans des zones arides présentent une forte évaporation puisque l'ensemble des facteurs se trouvent réunis; une température de l'air souvent élevée pendant les saisons sèches, une forte insolation presque continue durant toute l'année et une présence considérable de vents secs (grande vitesse) surtout durant l'automne et le printemps.

9.2.2.4 Vents

Dans un milieu naturel aussi fragile que celui de Gafsa, les vents constituent un facteur climatique agressif. Cette agressivité se traduit par la forte déflation exercée sur un sol souvent dénudé et ameubli, et par le charriage du matériel, ce qui constitue une forme de désertification, et par conséquent de déséquilibre du milieu. Elle se traduit aussi par l'accentuation de l'évaporation et par suite l'accentuation de l'aridité. C'est dans ce contexte que l'étude des vents paraît intéressante. Le choix du seuil critique, au-delà duquel un vent devient efficace, s'avère primordial. Nous considérons ici un vent actif tout vent dont la vitesse dépasse 3 m/s (Khattali, 1983) avec des sous-classes correspondantes à des Vents actifs forts (3 à 7 m / s), et des vents actifs très forts (supérieur ou égal à 7 m / s).

Les roses des vents annuelles ci-après montrent de multiples spécificités propres à la station. A Gafsa, le secteur de nord / nord-est à est / nord-est est privilégié. Les vents actifs très forts viennent essentiellement de ce secteur.

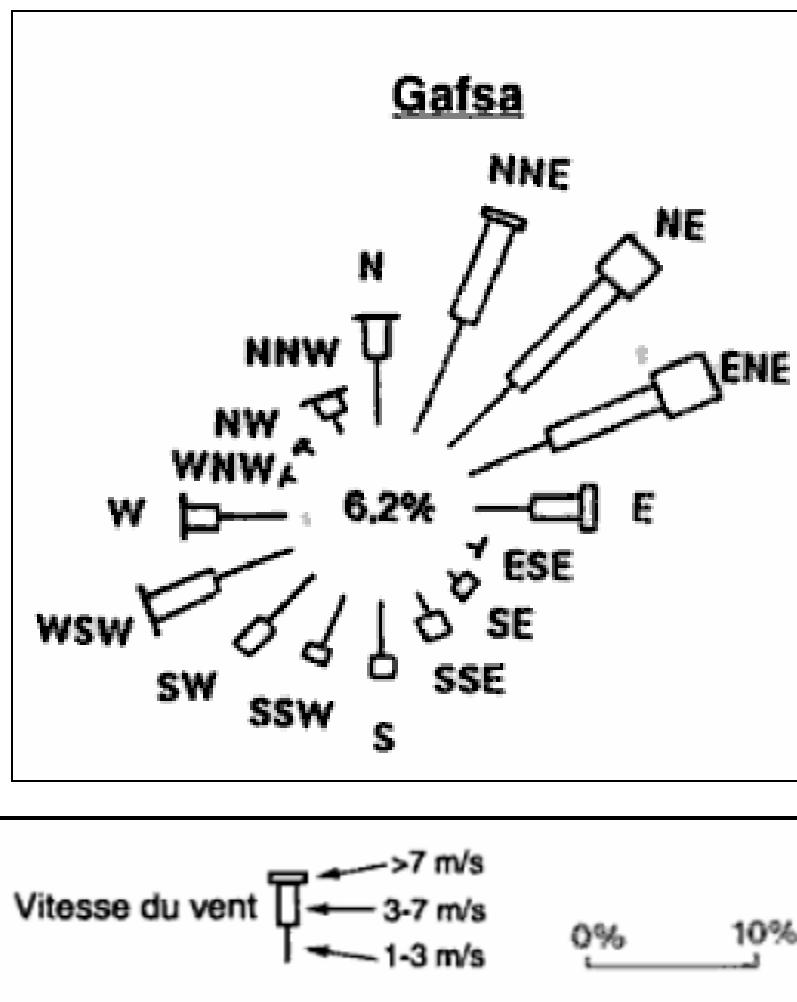


Figure 25 : Moyennes annuelles des vents (direction et vitesse)

La répartition des vents actifs est variable d'une saison à une autre. D'après la figure ci-après, nous pouvons dégager les remarques suivantes :

Pendant l'automne, la composante nord (nord, nord-ouest, nord / nord-ouest, nord-est, nord / nord-est) l'emporte nettement sur les autres directions. En hiver et en printemps, les vents d'ouest sont importants. En été, ce sont plutôt les vents de secteur SE et SW qui sont actifs. Le Sirocco (vent sec et chaud d'origine continentale) est le vent de secteur sud le plus redoutable.

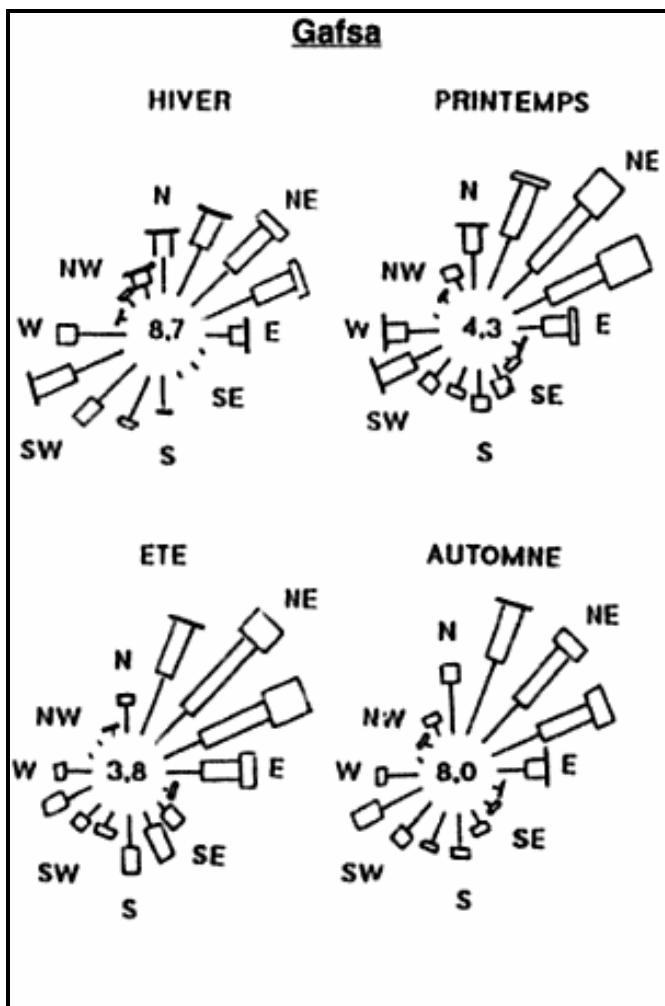


Figure 26 : Moyennes saisonnières des vents (1981-1997) (direction et vitesse)

9.2.3 Cadre physique

9.2.3.1 Occupation du sol

Le gouvernorat de Gafsa couvre une superficie totale de 780775 ha dont 235405 ha des terres incultes, soit 30% de la superficie totale (226405 ha de Djebels et 9000 ha de chotts et sebkhas). La superficie agricole utile couvre 545370 ha, soit 70% de la superficie totale. Cependant l'utilisation de ces terres est nettement déterminée par les conditions climatiques et pédologiques. Il y a lieu de rappeler que le gouvernorat de Gafsa est à cheval entre deux régions naturelles distinctes :

a. Les hautes steppes

Les hautes steppes couvrent la partie nord avec un climat semi-aride à caractère continental. Les précipitations varient de 150 à 220 mm/an, avec une forte irrégularité interannuelle et inter-saisonnier.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 87/158
---	--	--

Le sous-sol renferme de nombreux aquifères de bonne et moyenne qualité d'eau. C'est dans la partie nord que s'étendent les meilleurs sols de la région (sols profonds et sans manifestation de sels). La végétation est de type steppique composée de formations végétales xérophiles adaptées aux faibles précipitations, aux fortes amplitudes thermiques, à une intense évaporation et à une fréquence de vents chauds et secs (Sirocco).

Le couvert végétal est en général fortement dégradé et la région connaît toutes les formes et manifestations d'érosion.

b. Le pré-Sahara

Le pré- Sahara couvre la partie sud avec un climat semi-désertique. Les précipitations varient de 100 à 150 mm/an. L'irrigation est indispensable et les cultures en sec deviennent impossibles sauf dans quelques secteurs d'épandages (Séguia). Les aquifères de cette partie sont ceux de la Tunisie saharienne (complexe terminal intercalaire). Les sols prédominants sont ceux à croûtes gypseuses et calcaires ainsi que les sols peu évolués d'apport éolien et les sols squelettiques.

c. Terrains agricoles

Les terrains agricoles du gouvernorat de Gafsa sont en majeure partie occupés par l'arboriculture. Cette culture qui était limitée aux oasis ne cesse de gagner de terrain. Nous donnons le tableau suivant la distribution des terres agricoles entre les différentes cultures :

Cultures	Superficie (ha)	Pourcentage
Arboriculture en sec	82 000	15%
Céréaliculture (année moyenne)	70 000	13%
Périmètres irrigués et oasis	8 220	1.5%
Parcours naturels améliorés (cactus, acacia,...)	48 000	8.5%
Parcours non améliorés et terres nues	337 270	62%
Total de la superficie agricole utile (SAU)	545 370	100%

Il est à noter que :

- 177 000 ha, soit 39% des terres collectives sont des terres de parcours collectifs délimités, donc non attribuables, et dont le 1/3 est soumis au régime forestier.
- Le domaine forestier couvre environ 189000 ha, parmi lesquels les nappes alfatières occupent 120000 ha. Ces nappes jouent un rôle très important dans la production d'alfa et contribuent sous forme de parcours à l'alimentation du cheptel.

L'arboriculture couvrait dans la campagne 1981-1982 55500 ha. Entre 1981 et 1992 elle connaît un taux d'accroissement de 48%.

Quand on constate que 62% de la superficie agricole utile SAU est composée de terres nues et de parcours dégradés on doit admettre que le gouvernorat de Gafsa appartient plus au domaine présaharien qu'au domaine steppique et la mise en valeur des terres agricoles doit être traitée en conséquence.

D'ailleurs la comparaison entre les cartes de la vocation agricole des terres et celle de l'oléiculture montre bien les limites d'extension des cultures extensives.

L'olivier, traditionnellement culture oasienne gagne du terrain en culture sèche ; il est suivi par le pistachier et l'amandier.

Les périmètres irrigués couvrent 8 220 ha, soit 3% de la superficie totale des périmètres irrigués en Tunisie, dont 4 420 ha se localisent autour des sources et des forages profonds.

La zone d'implantation de la nouvelle usine M'Dhilla 2 est un parcours non amélioré et aussi c'est une terre nue. Le schéma ci dessous montre bien l'occupation de sol de notre zone d'étude.

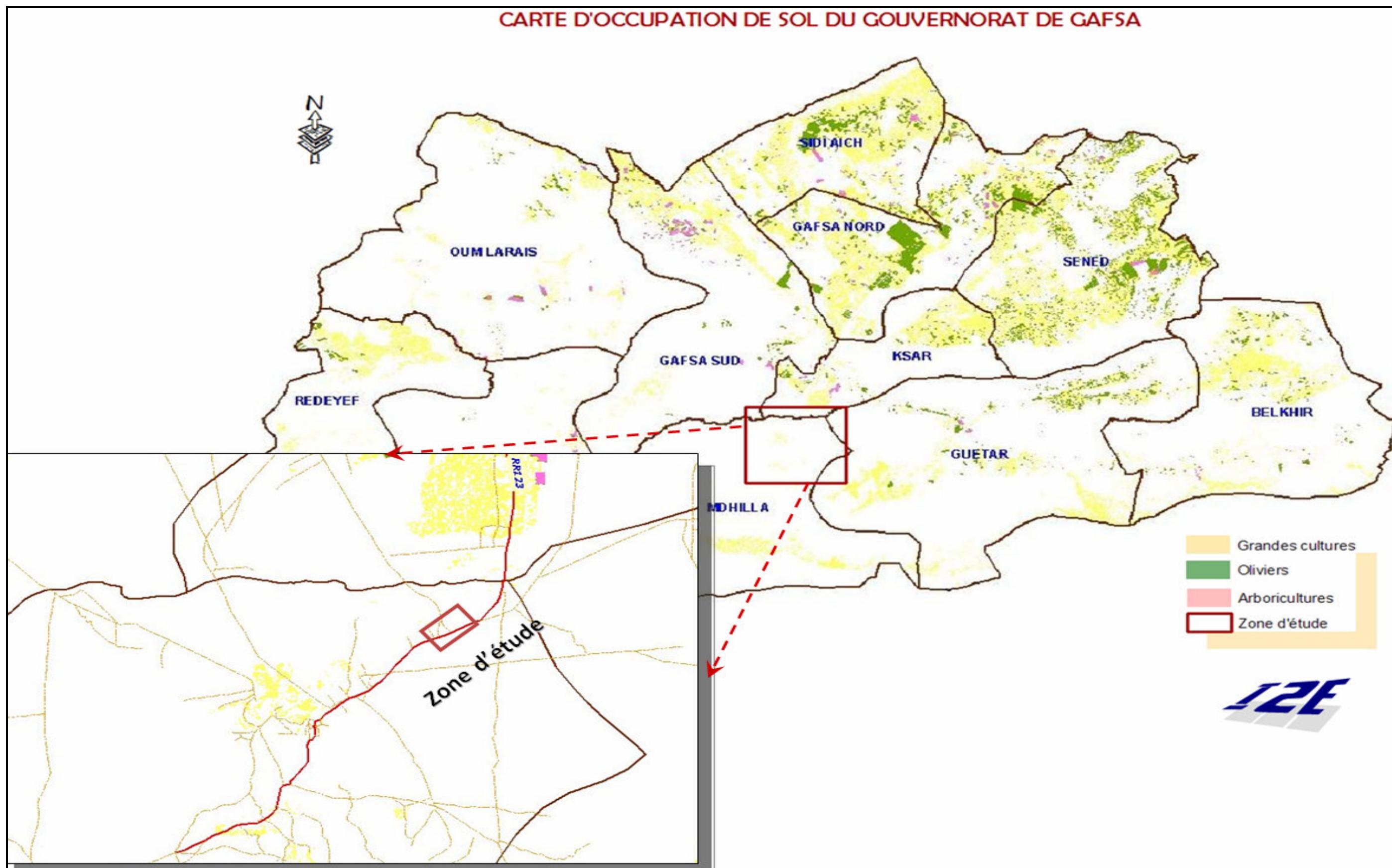


Figure 27: carte d'occupation de sol.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 89/158
---	--	--

9.2.3.2 Réseau hydrologique

Le réseau hydrologique est relativement important. Il est formé par deux oueds à caractère torrentiel et qui ne coulent qu'au cours des crues.

- Oued Bayech.
- Oued El Melah à l'Est de Gafsa.

a. Oued Bayech

C'est l'oued le plus important qui traverse cette région. Il possède le bassin versant le plus vaste, dont la superficie est de : 5700 km². Il draine les versants algériens et collecte les eaux de la plaine de Magen Ben Abbès.

Vers l'amont il est formé par la confluence des oueds de Sidi Aïch et du Sefioune.

Au cours de son trajet le lit s'étale; des eaux inondent les zones assez vastes, puis retrouve son lit et forme l'oued Gouifla qui se jette dans le chott El Gharsa. (Ben Marzouk, 1982).

Il est noté que d'après la relation ci-dessous de (Fersi, 1979) :

Le volume moyen annuel ruisselé est de $49 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1}$ et que coefficient de ruissellement. = 2.86 %

b. Oued El Melah

Son bassin s'étend depuis les versants nord de l'Orbata jusqu'aux reliefs peu évolués formant sa limite au Nord. Il couvre une superficie de 1250 km², son altitude passe de 1165 m à 300 m. C'est le seul oued pérenne, dont le débit d'étiage va de 90 l.s-1(janvier 1980) en période humide à 70 l.s-1(mai 1980) au début de la période sèche.

Cette eau provient des sources et des suintements le long de ses berges, drainant la nappe phréatique et la nappe du Mio-Pliocène en amont de la faille de Gafsa. A la sortie des oasis l'oued devient sec et ne coule que pendant les périodes de crues. Il est relié à l'oued Gouifla et se jette au chot el Gharsa.

Ces eaux sont mélangées avec les eaux des forages et servent pour l'irrigation des oasis de Lalla. (Ben Marzouk, 1982).

**Il est à noter que le volume ruisselé annuel est de $14.8 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1}$ estimé d'après la relation (Fersi, 1979)
et coefficient de ruissellement.= 3.94 %**

9.2.3.3 Stratigraphie

Les formations qui affleurent dans le secteur appartiennent au méso-cénozoïque.

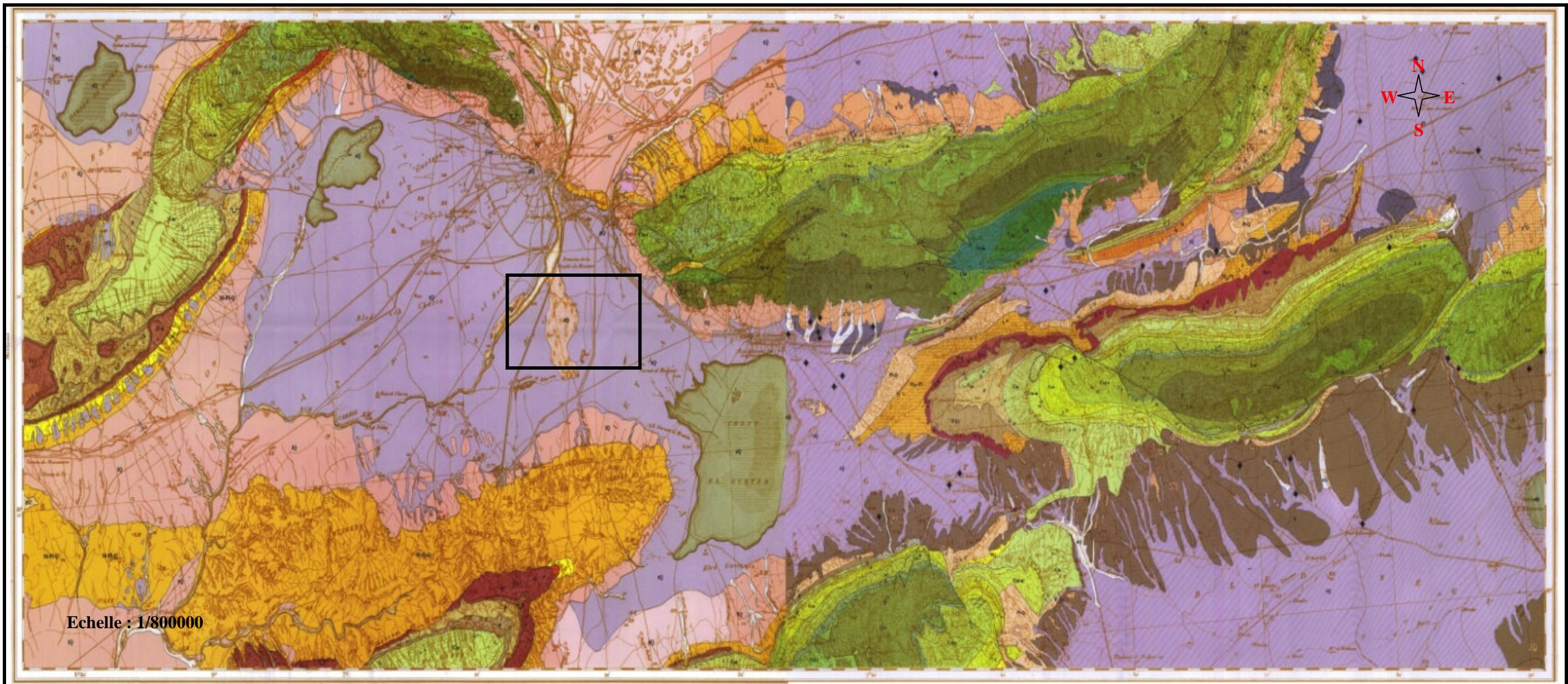


Figure 28 : Assemblage des cartes géologiques de Gafsa et d'El Ayacha au 1/100000 (Edition ONM)

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 91/158
--------------------------	---	--



I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 92/158
--------------------------	---	--

a. Le Jurassique

Le Jurassique affleure au pied de J. Ben Younes (Ben Youssef, 1999).

Il est constitué par des alternances à dominance marneuses et de calcaires dolomitiques à la base, et des bancs calcaires, suivies par un ensemble marneux d'une dizaine de mètres d'épaisseur d'âge Berriasien inférieur à moyen constitué par des intercalations de marnes vertes avec des petits bancs dolomitiques.

b. Le Crétacé

Les séries du Crétacé affleurent au J. Stah, J. Ben Younes et J. Orbata. Elles sont constituées essentiellement par une série sableuse à la base suivie par des barres dolomitiques au sommet et forment les principales falaises de ces Djebels (voir Log stratigraphique synthétiques).

c. Le tertiaire

Le tertiaire débute par une épaisse série argileuse attribué à la formation El Haria ; et se poursuit par la série phosphatée de Chouabine et la dalle lumachélique de la formation Metlaoui. Des couches d'argiles vertes à grisâtres et des sables blancs à stratification obliques, reposent sur des séries sous jacentes par l'intermédiaire des conglomérats, cet ensemble est attribué à la formation Beglia. La série stratigraphique se termine par un conglomérat de bas sur lequel des argiles brunes à rougeâtres, des silts, et des conglomérats vers le sommet.

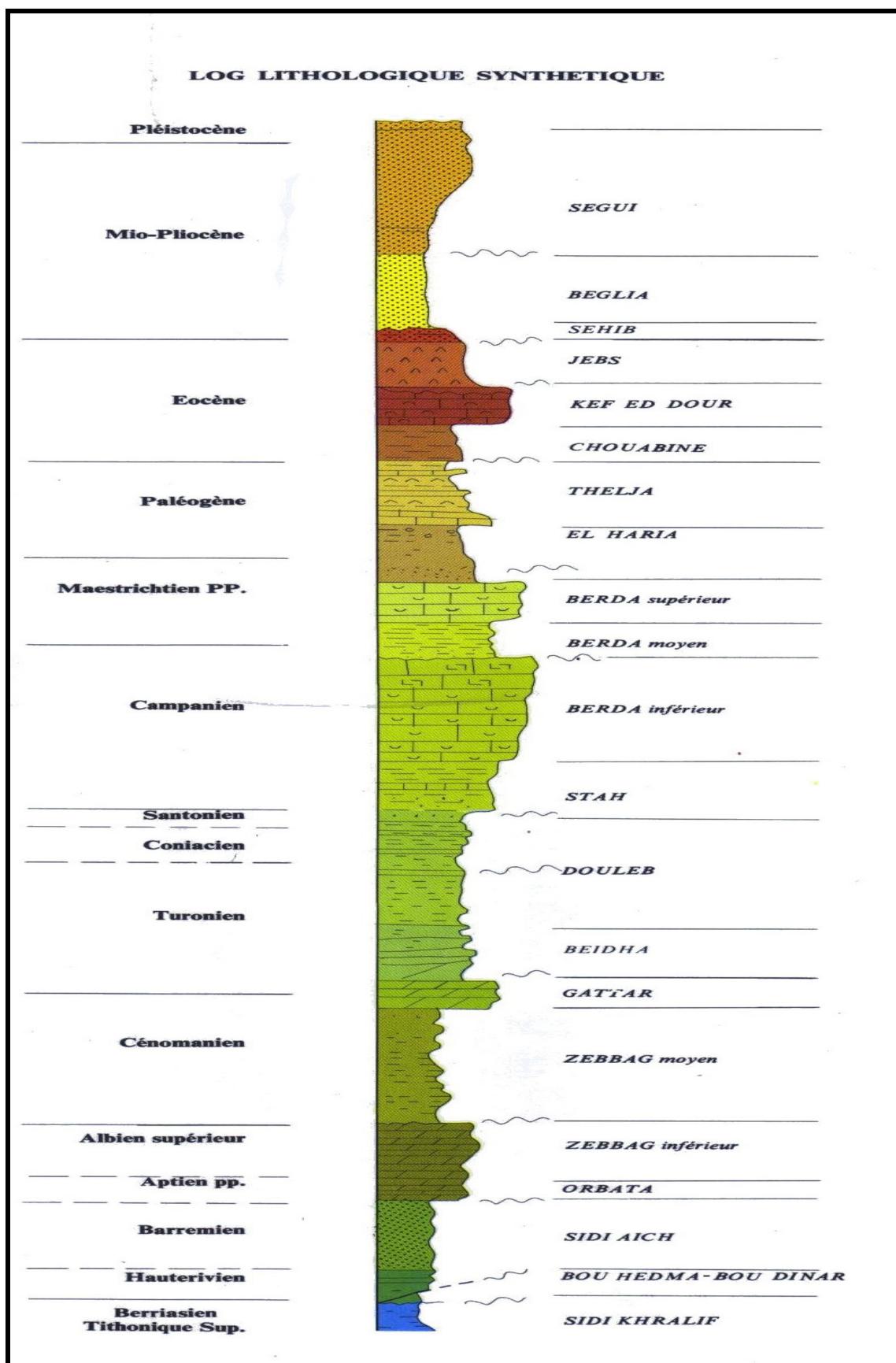


Figure 29 : stratigraphique synthétique du secteur d'étude (Edition ONM).

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 94/158
---	--	--

9.2.3.4 Tectonique

Les monts de Gafsa sont constitués par des reliefs assez jeunes et tourmentés formant le prolongement oriental de l'atlas saharien.

a. Les faisceaux de plis

➤ *La structure de Ben Younès*

Cette structure est orientée N110-120, elle présente dans son ensemble un aspect monoclinal. Cette configuration est due aux jeux de la faille de Gafsa qui tronque longitudinalement cette structure. A l'Ouest de Gafsa cette structure admet une fermeture périclinale de direction N70, 10° ENE ; alors qu'au voisinage de la terminaison orientale, cette structure présente un bourrelet anticlinal très serré, déjeté à déversé au Nord.

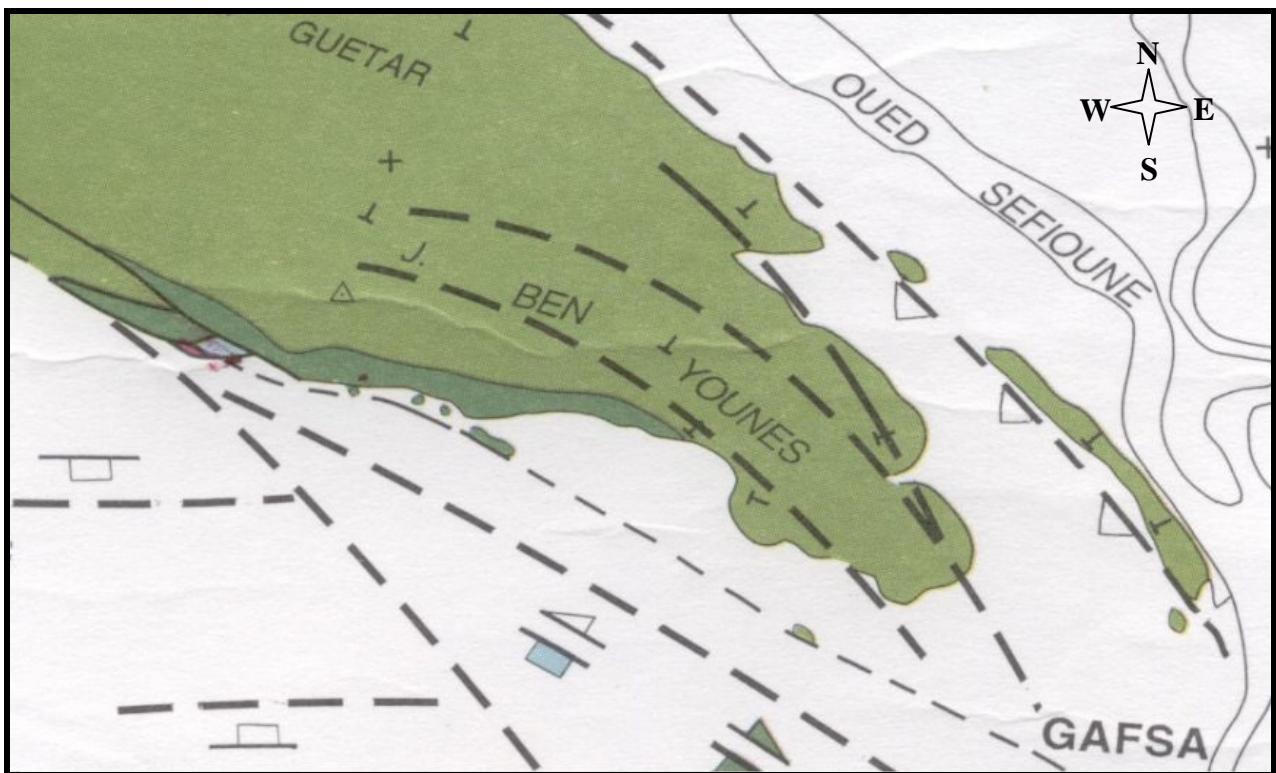


Figure 30 : Structure de Ben Younès (extrait de la carte tectonique de bassin phosphaté de Gafsa à 1/150000, CPG 1995).

➤ *La mégastructure anticlinale de Orbata*

A l'Est de la ville de Gafsa, la mégastructure de Orbata, de direction N80-90, évoluant en une structure coffrée dissymétrique, déjetée à déversée vers le Sud, est tronquée par faille de Gafsa matérialisée par des lentilles hectométriques de brèches allongées selon une direction moyenne N120.

Cette faille induit l'entraînement de la terminaison occidentale de la mégastructure et contrôle la formation des replis hectométriques à kilométriques en relais à terminaison conique.

Ces replis sont déchirés par des failles directionnelles inverses dextres, et soumises à un déversement et à une expulsion vers le Sud. (Zargouni, 1986).

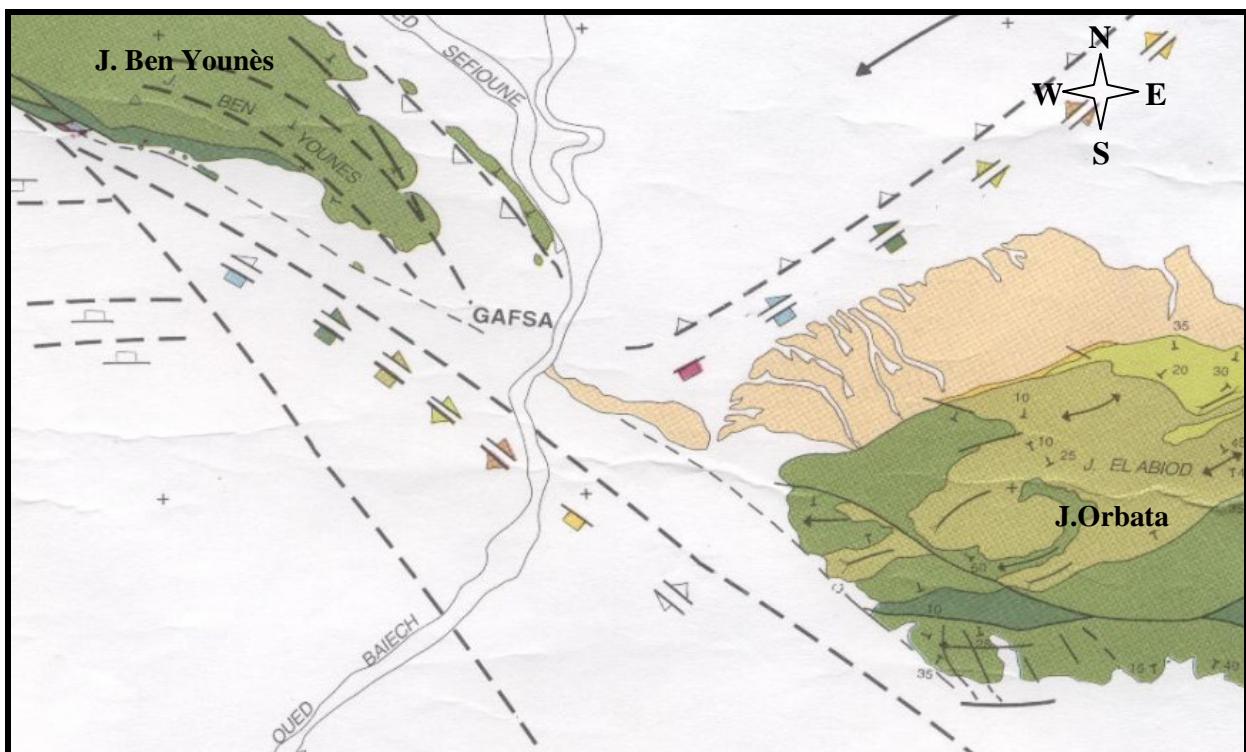


Figure 31 : La mégastructure anticlinale de Orbata (extrait de la carte tectonique de bassin phosphaté de Gafsa à 1/150000, CPG 1995),

➤ ***La structure anticlinale de jebel Stah***

Cette structure anticlinale constitue le prolongement oriental de la mégastructure du faisceau de plis de Metlaoui. Ce dernier est constitué par une série de plis en relais droit d'orientation moyenne N80-90, la connexion continu de la direction N80-90 (faisceau de plis de Metlaoui) à la direction N60 (jebel Stah).

➤ ***L'anticlinal de Séhib***

Cet anticlinal est situé au Sud du faisceau de plis de Metlaoui et au Nord de celui des chotts. Le cœur de la structure, occupé par les calcaires blancs da la barre supérieure de la formation Abiod, et affecté par des failles normales conjuguées en deux systèmes de direction N150-170 et N120-130.

L'enveloppe externe de la structure anticlinale de Séhib est constituée par des argiles de la formation El Haria et par les calcaires de la formation Metlaoui.

La partie principale de l'anticlinal correspond à un pli cylindrique régi par un axe subhorizontal de direction N80.

Le projet de cette présente étude se trouve à l'extrême nord-occidentale de cette structure.

Les failles

Le pays d'étude est marqué par la présence d'un trait structural majeur de la Tunisie méridionale il s'agit de la faille de Gafsa est orientée WNW-ESE.

Elle est responsable de l'effondrement de la plaine de Gafsa et de tout le flanc méridional de pli-faille de J. Ben Younès.

Il est à signaler que cette faille de Gafsa présente un intérêt hydrogéologique important et joue le rôle d'un seuil hydraulique.

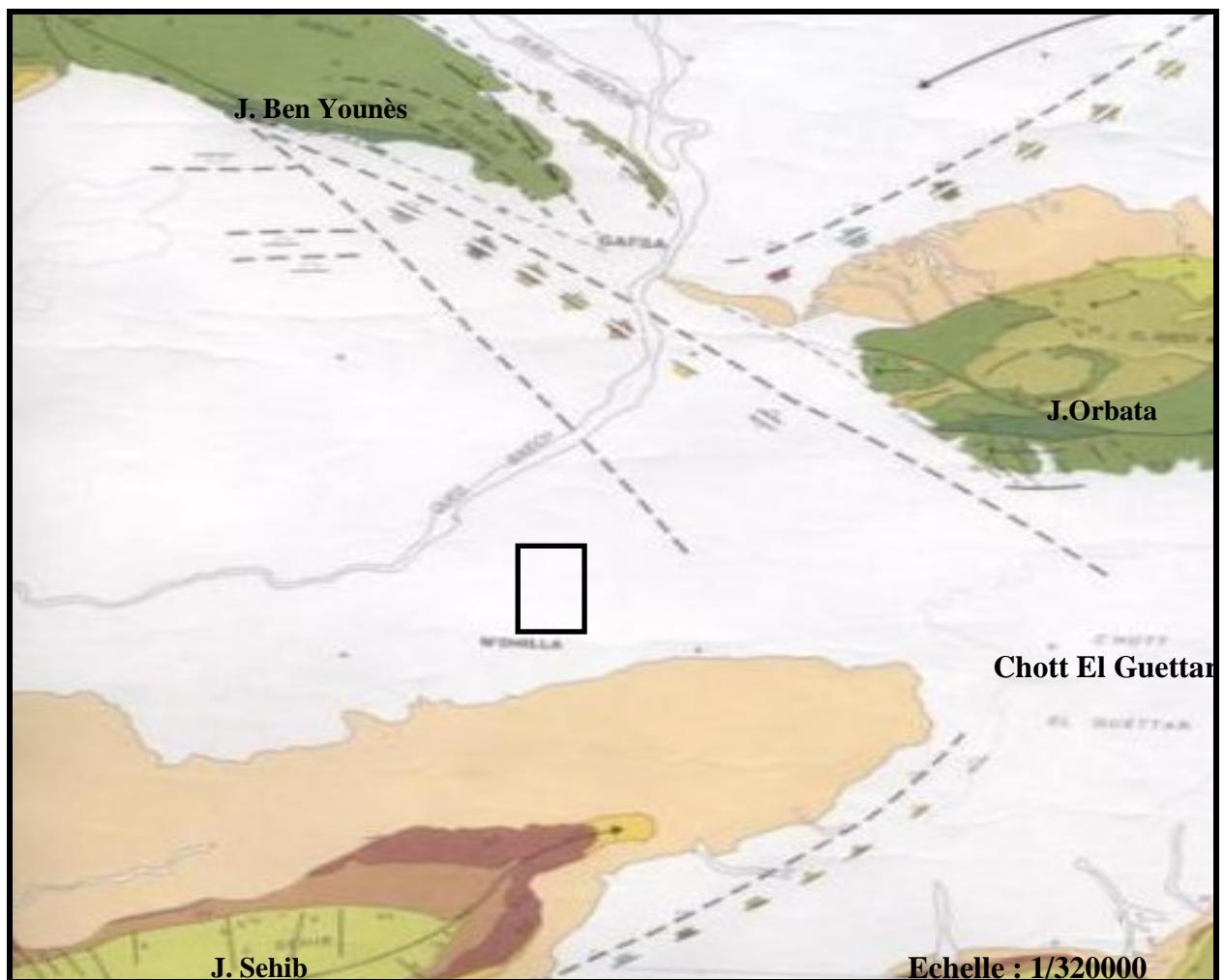


Figure 32 : Extrait de la carte tectonique de bassin phosphaté de Gafsa à 1/150000, CPG 1995

LEGENDE :

PONDAGE DES STRATES	SURFACE	ARGILES SABLEUSES ET CONGLOMERAT DU SEGUI
FAILLE		ARGILES SABLEUSES ROUGES ET SABLES DE BEGUA
FAILLE PROBABLE		CALCAIRES, DOLOMIE DE KEF ED DOUR, GYPSÉS ET DOLOMIE BLANCHE
AXE ANTICLINAL		ARGILE, CALCAIRES, GYPSÉS ET PHOSPHATES
AXE SYNCLINAL	SUB-SURFACE	ARGILE, CALCAIRES DE BERDA
FAILLE		EVAPORITES DE BEIDHA ; ARGILES ET CALCAIRES DU DOULEB
AXE ANTICLINAL		CALCAIRES, LUMACHELLES, GYPSÉS ET ARGILES DE ZEBBAG
FAILLE NORMAL		SABLES, ARGILES, CALCAIRES, DOLOMIES ET GYPSÉS
FAILLE INVERSE	CINÉMATIQUE	
DECROCHEMENT DEXTRE		
DECROCHEMENT SENESTRE	CINÉMATIQUE	
LAMBEAU GLISSE		

9.2.3.5 Système hydrogéologique de Gafsa-Sud

Elle occupe la cuvette de Gafsa Sud ; elle est limitée par J. Ben Younès, J. Orbata au Nord, et par les structures de Sehib-M'Dhilla au Sud.

Le seuil hydrologique de Gafsa (Castany; Breusse, 1950) sépare un aquifère au nord logé dans un ensemble sableux conglomeratique et calcaire et un autre argilo-sableux peu perméable au sud.

Ce seuil est en relation avec le jeu de la faille de Gafsa provoquant l'affaissement des calcaires crétacés du compartiment méridional et entraînant des répercussions hydrologiques. Ceci se matérialise par la chute brusque du niveau de l'eau allant jusqu'à 30 m et par l'alignement des sources artésiennes de Sidi Ahmed Zarroug, de Gafsa et d'El Ksar.

D'éventuelles communications entre les structures Nord et Sud de Gafsa peuvent avoir lieu à travers ce seuil de Gafsa.

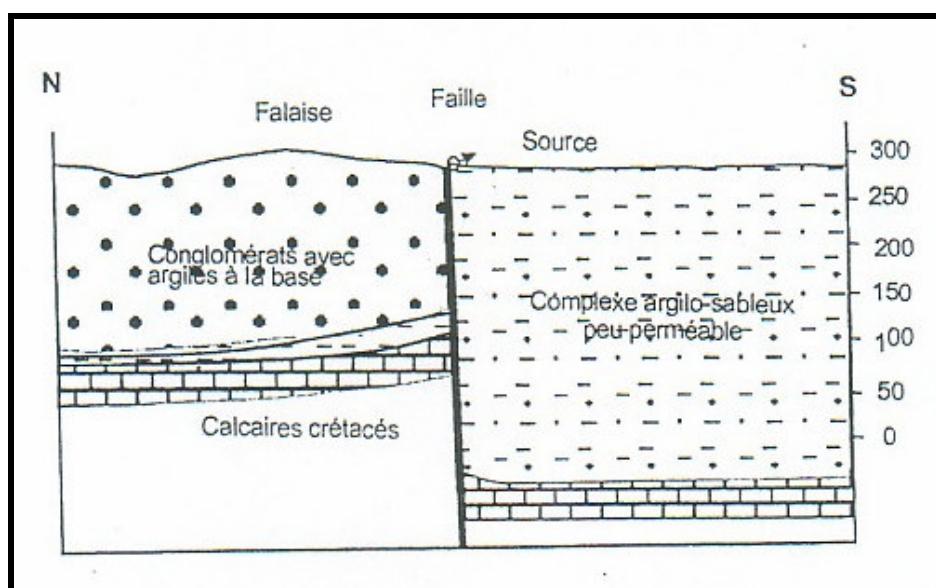


Figure 33 : Le seuil hydraulique de Gafsa (Castany, 1950)

a. La nappe phréatique

La nappe phréatique qui est susceptible d'être exploitée par puits de surface, est le premier aquifère rencontré dans les formations superficielles appartenant au Plio-Quaternaire.

Notons qu'il n'existe aucun critère lithologique permettant de différencier le Quaternaire du Mio-Pliocène. Cependant la distinction entre la nappe phréatique et la nappe profonde sera nette si nous considérons les niveaux hydrostatiques. La nappe phréatique présente une surface piézométrique plus haute que celle de la nappe profonde. La différence de niveau entre les deux nappes décroît du Nord vers le Sud.

➤ Etat d'exploitation

La nappe de Gafsa Sud El Guettar est exploitée par 1157 puits de surface dont 618 sont équipés par groupes motopompes et électropompes. Ils prélevent 4.6 M m³/an contre des ressources exploitables estimées à 3.91 M m³/an soit un dépassement de 0.69 M m³/an et un taux d'exploitation de 118%.

Généralement, cette nappe n'est exploitée que dans la partie Nord du bassin de Gafsa Sud-El Guettar. Vers le Sud, elle présente des mauvaises performances hydrauliques. Depuis 1978, cette nappe a montré une tendance à la baisse du niveau piézométrique.

Cet état de surexploitation s'est aggravé davantage avec le manque d'eau météorique. Elle s'est traduite par une baisse du plan d'eau d'une moyenne de 1.03 m pendant les trois dernières années.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 98/158
---	--	--

La surexploitation de la nappe est concentrée au niveau d'El Aguila, Lalla et Mejni. Les zones favorables à l'exploitation, caractérisées par une faible profondeur du plan d'eau ne dépassent pas les 200 m et ayant un résidu sec acceptable inférieur ou égal à 4 g/l (Ben Marzouk, 1982), s'étendent de Gafsa à Sidi Salem Majouri et à Bled El Guetaya. (DGRE, 2005).

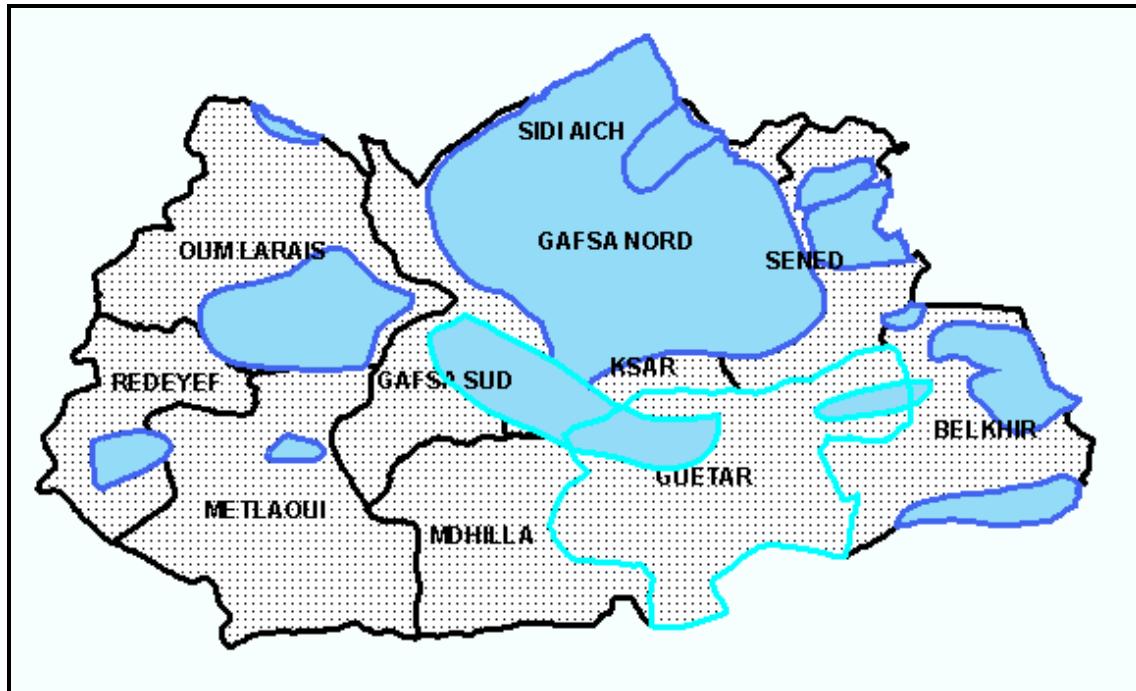


Figure 34 : Localisation de la nappe phréatique de Gafsa Sud –El Guettar (DRE, 1998)

➤ *Le réservoir*

Les limites

La nappe phréatique couvre tout le bassin de Gafsa Sud et d'El Guettar bien qu'elle n'est exploitée que dans la partie nord, ceci est du aux mauvaises performances hydrauliques de la partie Sud.

La limite du réservoir est formée au Nord par le Jebel Ben Younès, la faille de Gafsa et le Jebel Orbata. A l'Ouest par les reliefs de Jebel Stah. A l'Est par les reliefs de Bou Rhedja. Au Sud la limite est arbitraire du fait de l'inexistante de point d'eau. Ainsi la superficie du réservoir couvre environ 310 km².

La lithologie

La nappe phréatique a été captée par plusieurs forages à des endroits différents.

A l'Ouest de Sebkhet El Melah, nous avons creusé 3 forages qui ont été complètement abandonnés. Il s'agit du forage de l'oued Tfel 1: N° 1311/5, forage oued Tfel 2 : N° 1314/5 et du forage au niveau de la piste de Moularès N° 380/5.

Au niveau de l'oasis de Gafsa, 2 forages ont traversé cette nappe. Ce sont les forages d'El Guitna 3 N° 107 bis/5, Gafsa SONED 1 N° 3384/5.

A Bled Aguila se trouve Le forage de l'Aguila : N° 18703/5 qui capte cette nappe. Plus à l'Est se localise le forage de Bled El Arich 19584/5.

D'après les coupes des forages qui ont capté cette nappe: La nappe phréatique est renfermée essentiellement dans la partie supérieure du cône de déjection d'l'oued Bayech, caractérisé par une grande hétérogénéité granulométrique. Il s'agit d'alluvions allant des plus fines aux plus grossières, d'argiles sableuses, de sables argileuses, de graviers et des galets admettant des intercalations argileuses. Plus loin vers l'Ouest et vers le Sud la lithologie devient plus argileuses.

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 99/158
--------------------------	---	--

A El Guettar nous avons une formation qui correspond aux cônes de déjection des petits oueds, composée de galets de graviers et de sables enrobés dans une matrice argileuse. La pente décroît du Nord vers le Sud où nous assistons à un changement de sédimentation. Cette dernière devient beaucoup plus fine. Elle essentiellement formée de sables argileux.

Epaisseur

Pour reconnaître des niveaux aquifères constituant cette nappe nous devons faire appel aux coupes des forages.

A Gafsa la puissance fait environ 30m tandis qu'à El Guettar elle ne dépasse pas une vingtaine de mètres.

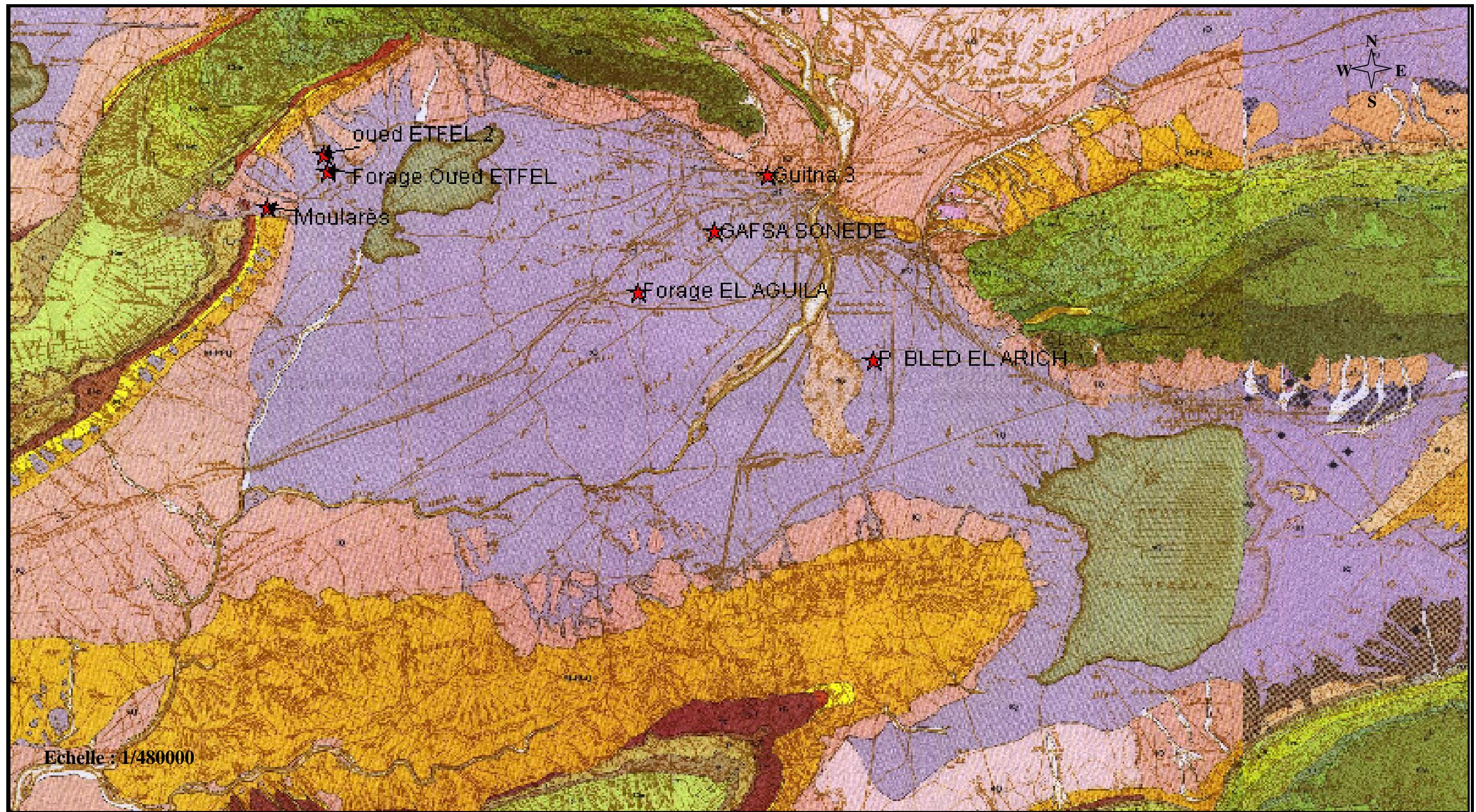
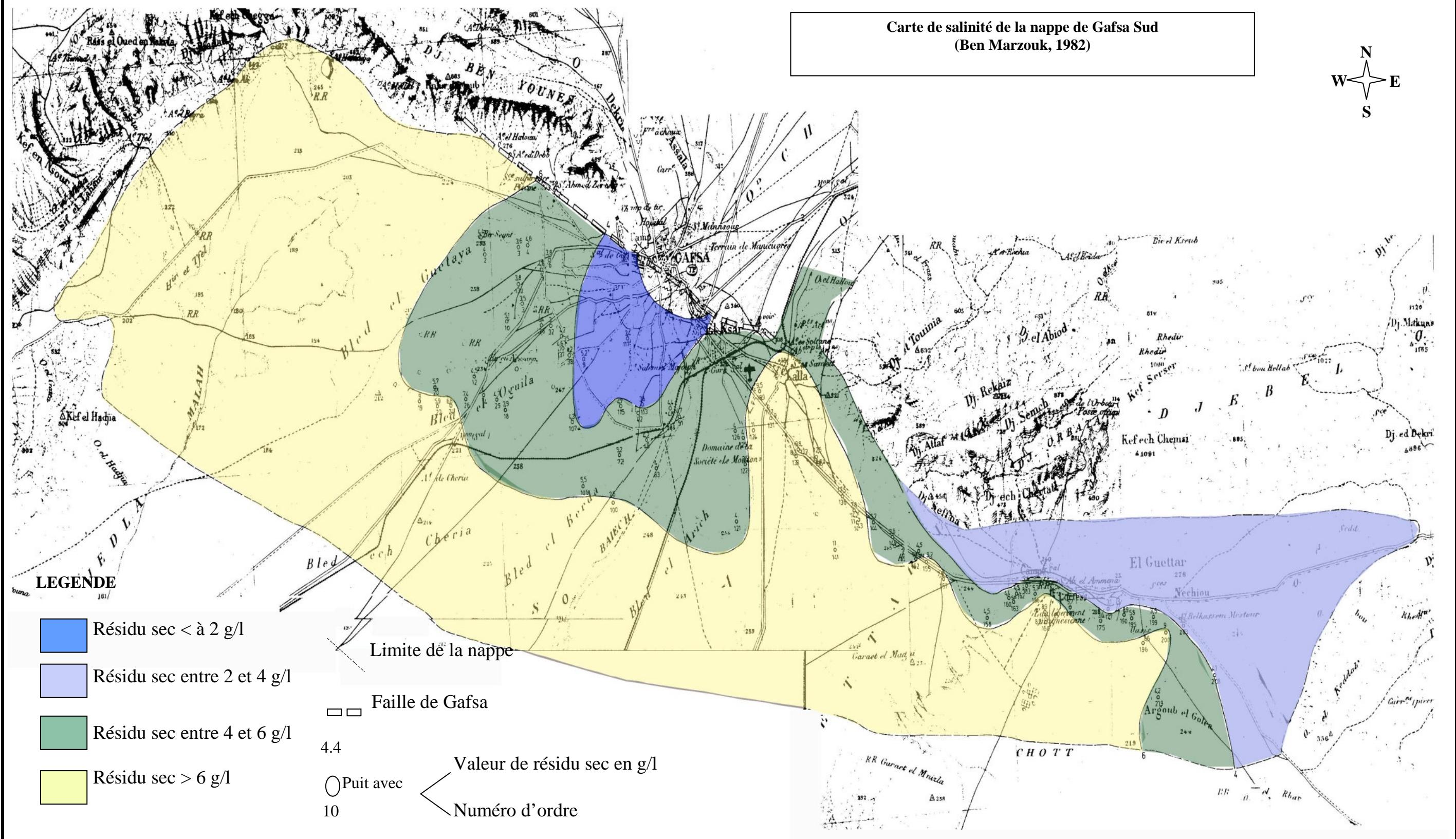
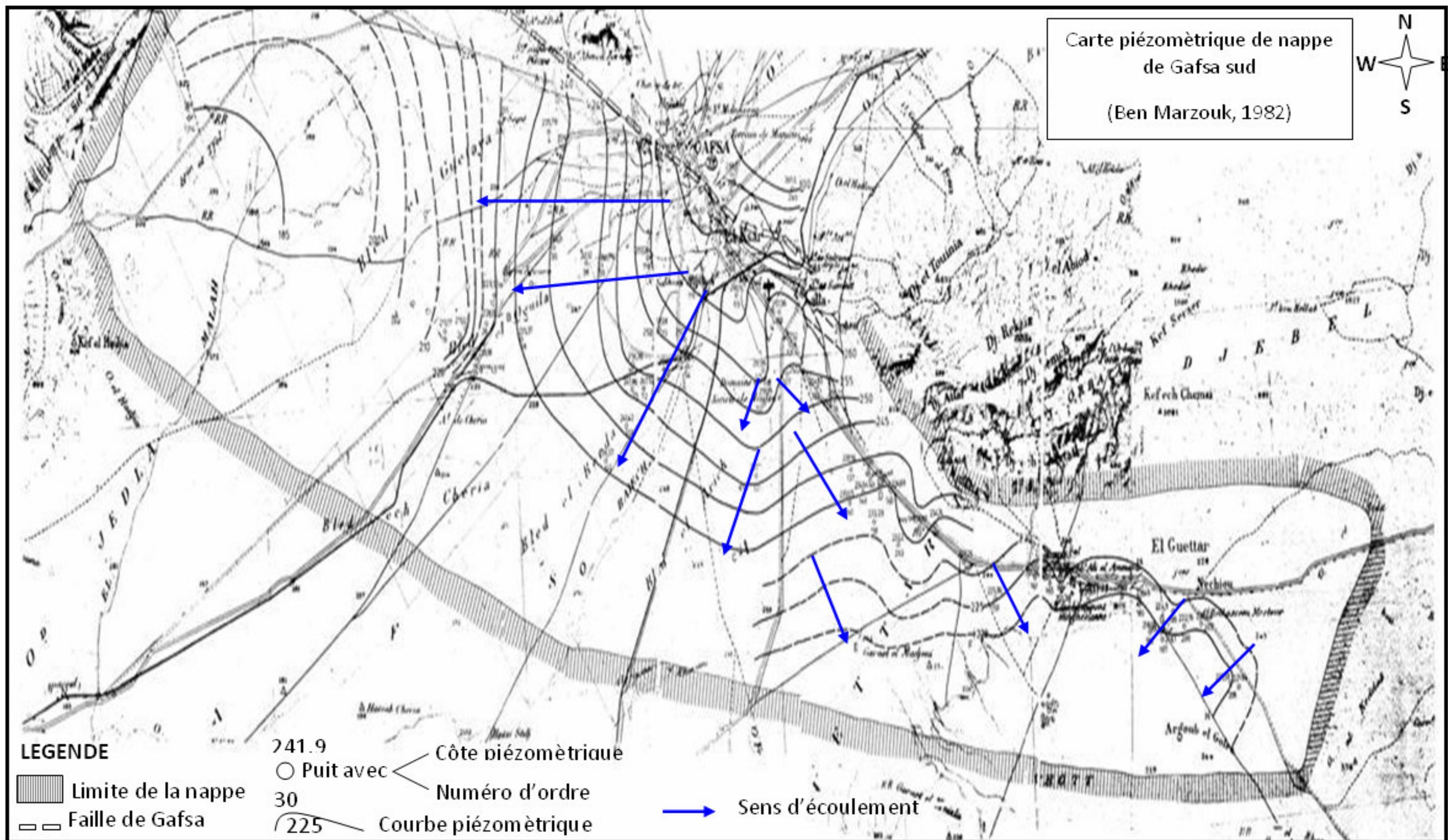


Figure 35 : Localisation des forages qui captent la nappe phréatique

Carte de salinité de la nappe de Gafsa Sud
(Ben Marzouk, 1982)





b. Nappe Profonde

➤ *La nappe du Mio-Pliocène*

Nous rappelons que la faille de Gafsa a mis en contact les formations du crétacé supérieur du bassin de Gafsa Sud avec celles du remplissage Mio-Plio-Quaternaire. Cet accident tectonique constitue ce qu'on appelle le seuil hydrologique de Gafsa.

Le Mio-Plio-Quaternaire constitué de sables argileux, des sables, des graviers et des niveaux à galets ou conglomérats, renferme une nappe reconnue par plusieurs forages. Cette nappe s'alimente par abouchement avec la nappe de Gafsa Nord.

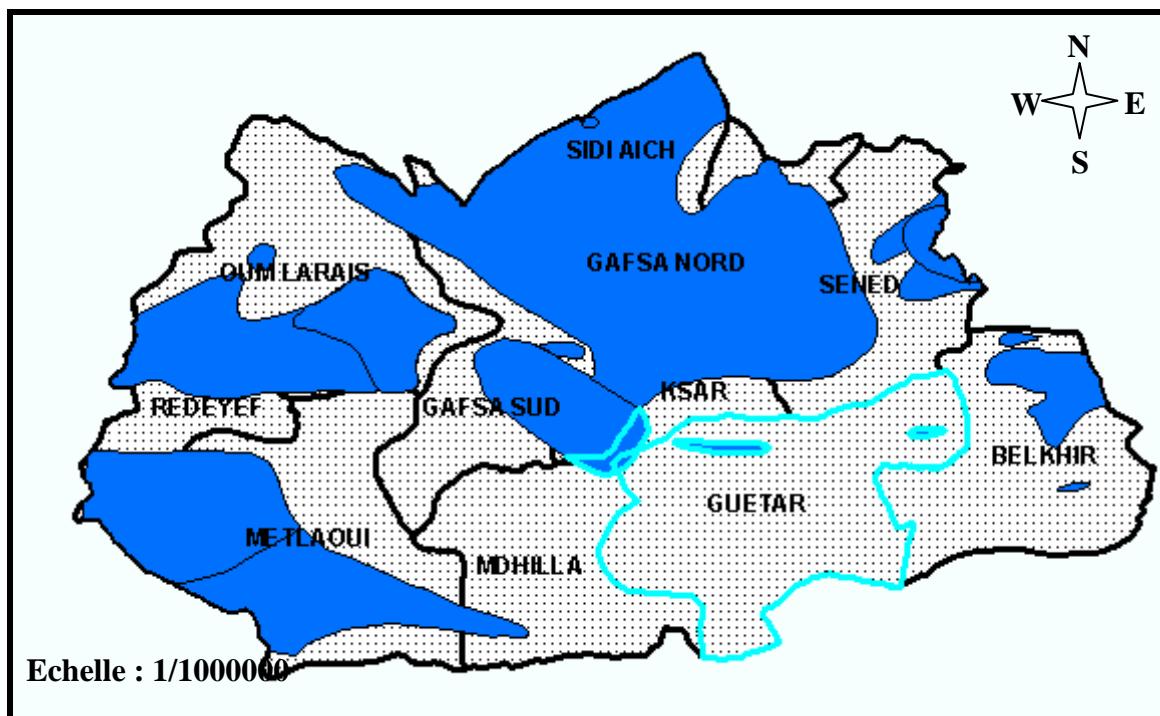


Figure 36 : Localisation de la nappe profonde de Gafsa Sud –El Guettar (DRE, 1998)

➤ *Le réservoir*

La nappe de Gafsa Sud est limitée au Nord par la faille de Gafsa et les reliefs de jebel Orbata. Au sud les formations qui la renferment deviennent de plus en plus imperméables en s'éloignant de la région des Oasis. L'épaisseur totale du remplissage est variable.

Près des reliefs elle est relativement faible, vers le Sud l'épaisseur augmente très sensiblement. Elle passe de 300m au niveau des Oasis pour dépasser 600 m au niveau d'Oued el Magroum (Forage n° 5775/5) Les niveaux aquifères se localisent dans les niveaux supérieurs ne dépassant pas souvent 170m. Le captage des niveaux gréseux inférieurs au niveau du forage d'Oued Bayech n°18676/5 et Gafsa Gare n° 16747/5 a donné des résultats négatifs.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 104/158
--	--	---

➤ ***Exploitation et débit de nappe***

Le niveau statique de la nappe phréatique étant supérieur à celui de la nappe du Mio-Pliocène, il y a lieu de penser que les intercalations des horizons argileux ont permis une certaine distinction des deux aquifères.

Les ressources de la nappe du Mio-Pliocène sont estimées à 208 1/s, l'exploitation de cette nappe au cours de 1981a était de 4,25 106 m³ /an soit un débit fictif continu de 134 1/s.

Les ressources de cette nappe sont allouées à raison de : 150 1/s pour les besoins de l'agriculture contre 60 1/s pour les besoins en eau industrielle des industries chimiques de Gafsa.

➤ ***Chimie des eaux***

Les eaux de la nappe du Mio-Pliocène appartiennent à deux familles:

- Sulfatée - calcique
- Chlorurée - sodique

Le résidu sec augmente dans le sens de l'écoulement. Il passe de 2 g/l au Nord à des valeurs supérieures à 6 g/l au sud. Dans la zone contaminée par la nappe de Sidi Ahmed Zarroug des valeurs de 18 g/l ont été enregistrées.

c. Nappe de SEBSEB

Elle se situe dans la région de bled SEBSEB située à mi chemin entre Metlaoui et Hamet ed jerid. Elle est logée dans une série sableux du Mio-Quaternaire à une profondeur de 450 m. Le débit spécifique est de l'ordre de 15 à 20l/s le résidu sec de l'eau varie de 8 à 10g/l :

Tableau 24 : Les analyses physico-chimique de la nappe de Sebseb (Sebseb P.Q.N°IRH 19434/5)

Date	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	HCO ₃	RS	P.H
25/10/86	748	363	1058	7	2400	2130	117	8160	1.92

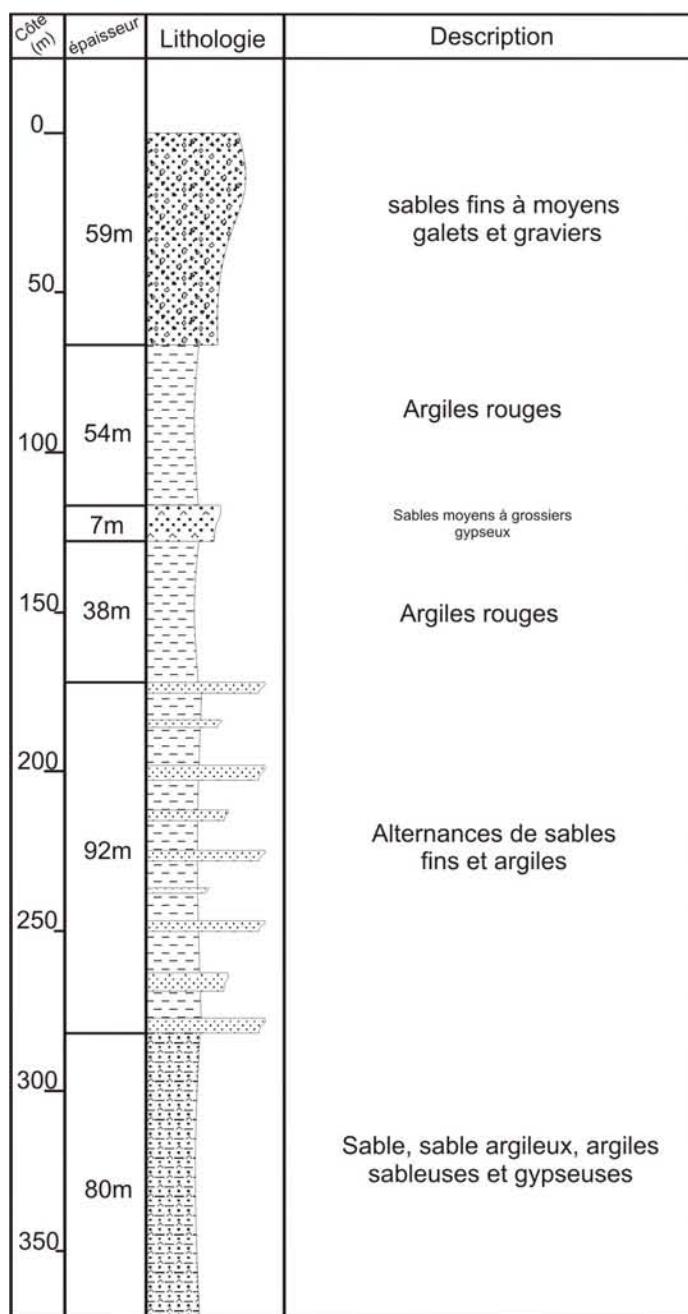
SEBSEB P.Q n°: I.R.H 14434/5
Etat des travaux réalisés
Reconnaissance:

Date : 23/07/1986 (début des travaux)

Appareil : 55 80 Entreprise forage R.S.H

Profondeur : 445m Diamètre : 12 " 1/4

Echelle : 1cm : 10m

Log lithologique:


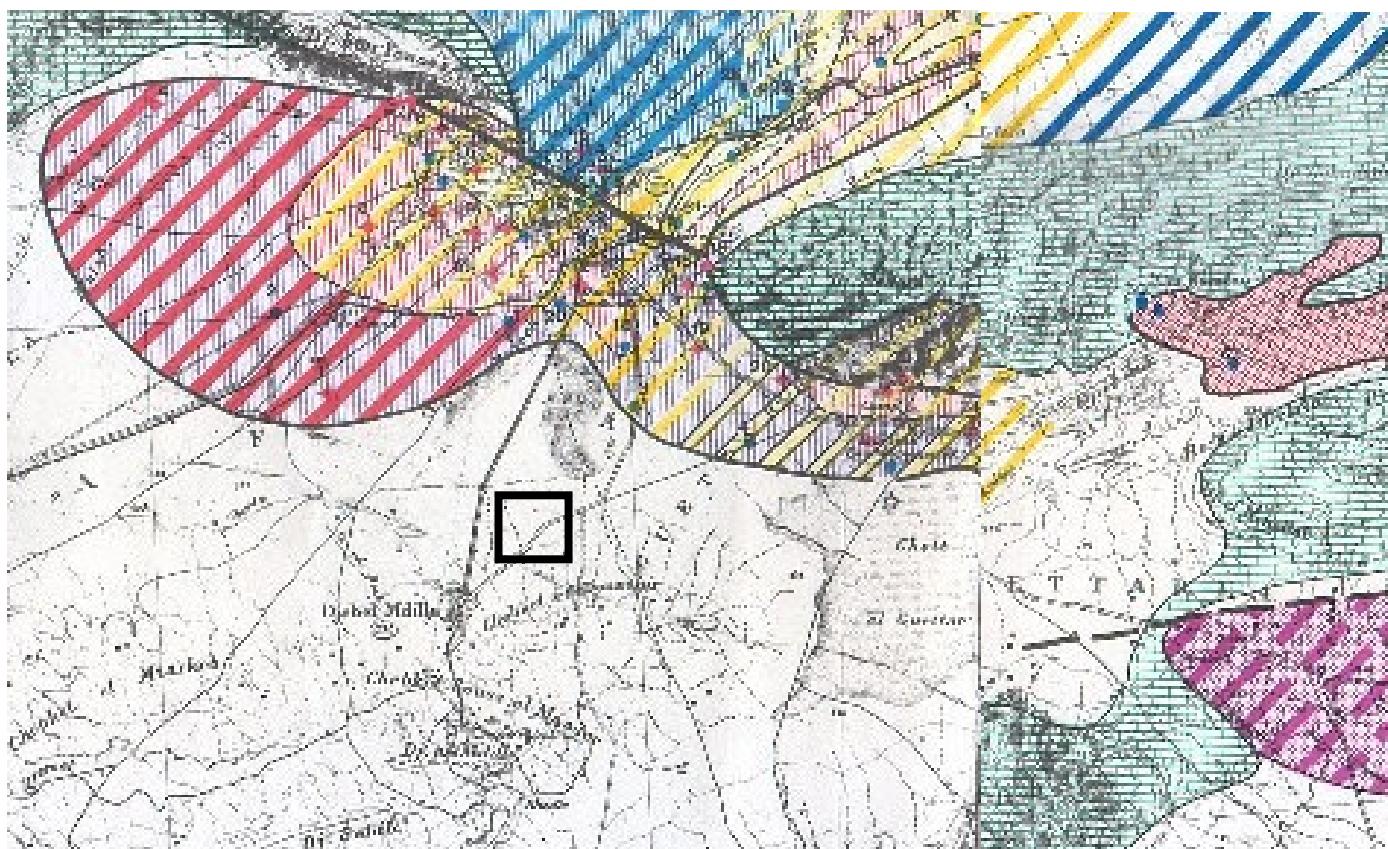
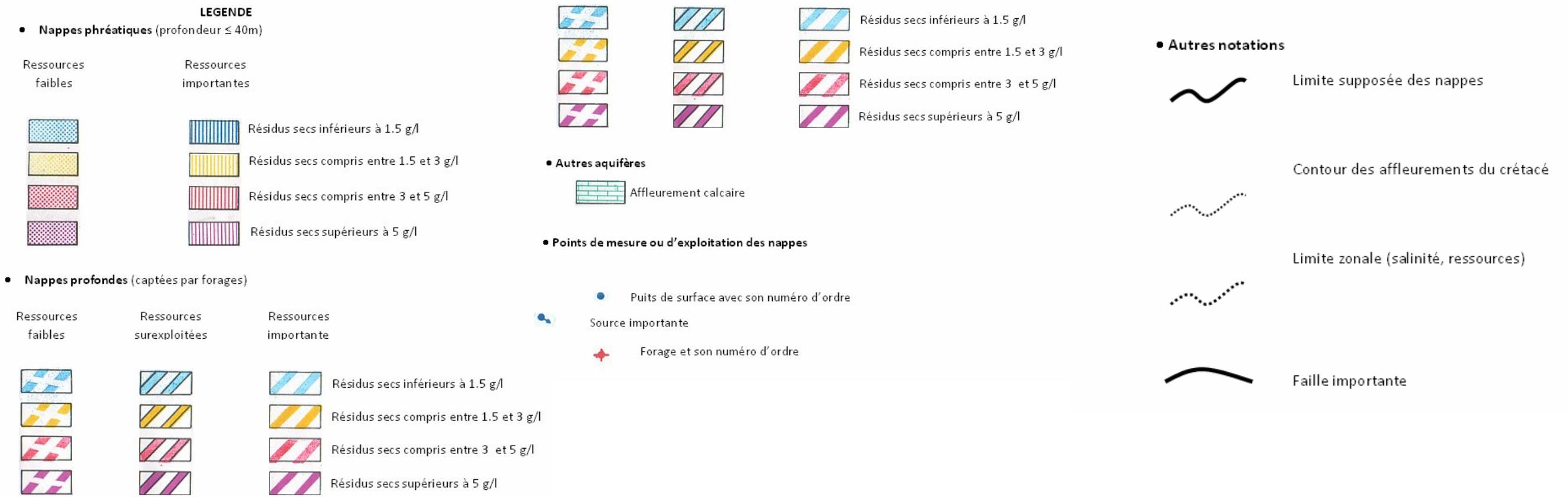


Figure 37 : Assemblage des cartes des ressources en eaux souterraines de Gafsa et d'El Ayacha à 1/200000 DRE 1985



	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 107/158
--	--	---

9.2.4 Milieu biologique

Dans ce chapitre seront traités les éléments biologiques dans le périmètre de l'étude. L'identification de ces éléments (la flore et la faune) qui caractérisent la région va nous permettre de cerner les principales entités biologiques sensibles pouvant être influencées par la réalisation du projet.

9.2.4.1 La flore

La zone d'étude est située au sud-ouest. C'est une région appartenant au désert saharien dominée par des pseudo-forêts de *Calligonum* sp, par le groupement de *Rhantherium suaveolens*, par *Anthyllus henoniana* et *Gymnocarpos decander* du côté sud-ouest très adaptés à la sécheresse et à la désertification.

Selon la carte de la végétation Tunisienne, cette région appartient aux basses plaines situées au nord de chott El Jerid, elles sont formées par les plaines et le grand Erg oriental au sud et s'étend vers le sud-est jusqu'aux plaines côtières. Cette région est caractérisée par un milieu naturel (82,7 %) constitué entièrement de terrains de parcours, tandis que l'occupation anthropique ne représente que 17,3 % et est localisée au nord.

A l'intérieur de cet espace pastoral, la végétation est essentiellement dominée par les unités suivantes:

- *Arthrophytum Achmittianum*;
- *Aristida acutiflra*;
- *Cornulaca monacantha*;
- *Aristida pungens*;
- *Retama Retam*;
- *Echiochilon fruiticosum*;
- *Astragalus Armatus*;
- *Plantago Armatus*;
- *Rhantherium*;
- *Aristidra obtusa*;
- *Moltzia ciliata*.



Figure 38 : Végétation rencontrée au site M'Dhilla 2.

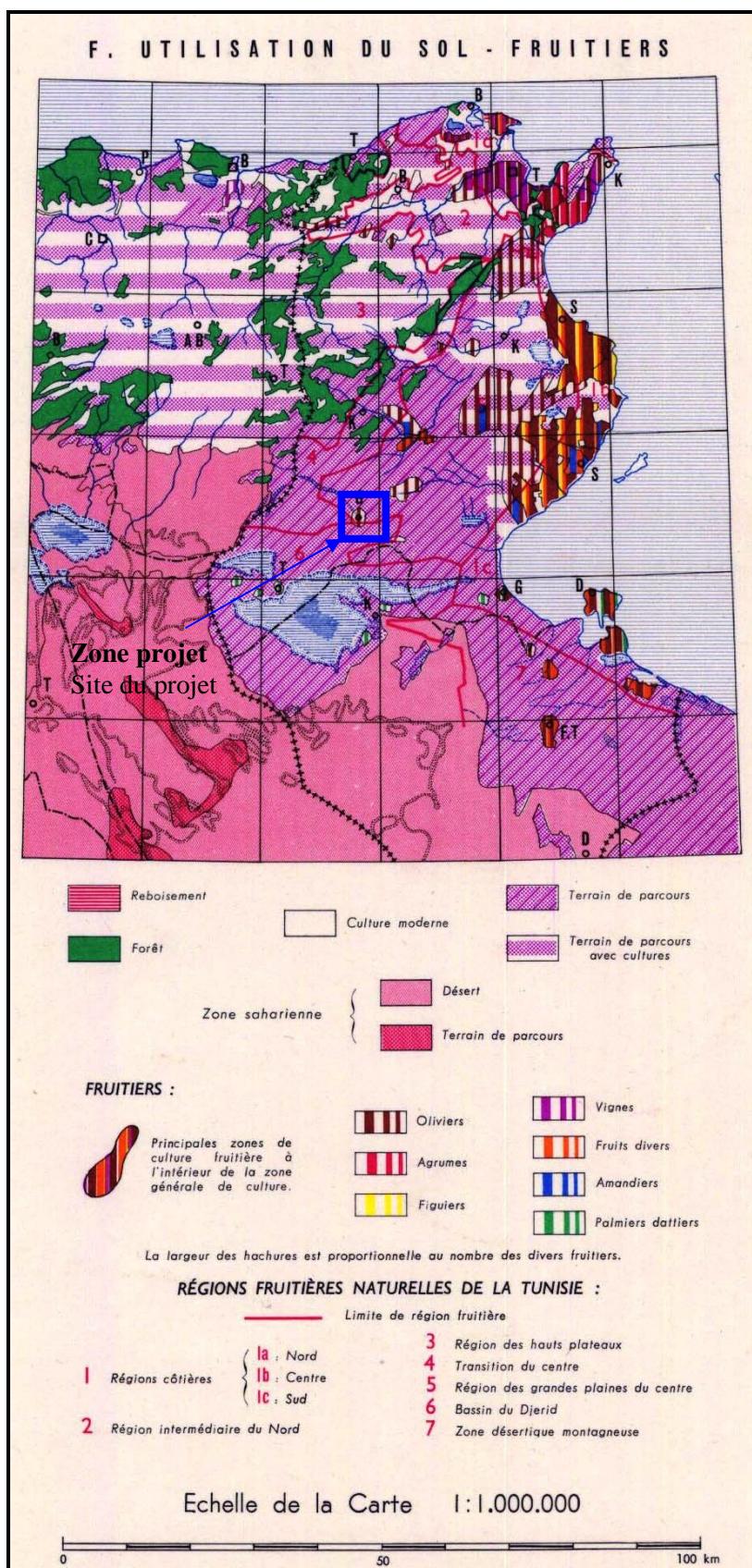


Figure 39 : carte de la végétation Tunisienne

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 109/158
--	--	---

9.2.4.2 *La faune sauvage*

Malgré son aspect inhospitalier, cette région constitue une aire de repos et de chasse pour de nombreux passereaux sédentaires, des oiseaux migrateurs, divers types de gazelles, le gundi (endémique en Afrique du Nord) ainsi qu'une grande variété d'oiseaux et de reptiles. Cette région renferme des espèces animales et végétales qui ont pu développer une capacité d'adaptation au milieu désertique caractérisé par le manque d'eau. Afin de résister, non seulement aux fortes chaleurs mais également au manque d'eau, les animaux du désert font preuve d'une faculté d'adaptation aux multiples facettes. Les oreilles s'allongent pour permettre de dissiper l'excédent de chaleur corporelle, les corps des insectes et des reptiles se couvrent de carapaces étanches qui leur évitent une transpiration excessive, les pelages et plumages se font clairs, afin de réfléchir la lumière, et de nombreuses espèces, fuyant la canicule du jour, sont crépusculaires ou nocturnes. Des oiseaux et des reptiles se perchent dans les buissons et les terriers, se soustrayant au sol brûlant. La liste des animaux du désert est longue.

9.2.4.3 *Faune domestique*

D'autres espèces animales associées à l'homme (ovins, caprins et camelins) pâturent dans la région rurale du gouvernorat de Gafsa.

9.2.5 Cadre socio-économique

9.2.5.1 *Population et habitations*

La population totale dans la ville de M'Dhilla, selon le recensement général de la population et de l'habitat de 2004, est de 38 938 habitants.

9.2.5.2 *Activités économiques*

Les activités économiques dans la région se basent, essentiellement, sur les mines et l'industrie, le commerce et la production agricole. Ce dernier secteur, reste peu contribuant au développement économique de la région compte tenu des conditions climatiques de la région.

9.2.5.2.1 *Agriculture*

La production agricole est influencée par l'aridité, la surexploitation des terres mues et des terres de parcours. La production fruitière a augmenté suite à l'extension de l'arboriculture sèche. La production de l'élevage reste tributaire de l'amélioration des parcours et de l'extension des cultures fourragères irriguées. La stagnation de la production oasis est due au vieillissement des arbres et aux faibles potentialités en eau.

9.2.5.2.2 *Secteur industriel et minier*

a. *Les mines de phosphates*

De loin le plus étendu de la Tunisie, le bassin phosphatier du sud comporte les usines de Rdeyef , de Moularès, de Metlaoui, de Mdilla, de Mrata, de Shib et de Kef Schfaier. Ces centres se trouvent à 50 km autour d'El Metlaoui, à une distance de Sfax de 250 km. Les usines de Sehib et de Kef Schfaier ont été mises en service dans le but de relayer les anciens centres où l'extraction se heurte à l'appauvrissement des gisements et de répondre aux nouvelles capacités de traitement déjà existantes ou prévues. L'entrée en production de la mine de kef Eddour s'inscrit également dans ce même contexte.

En général, la teneur des phosphates de Gafsa n'est pas exceptionnellement élevée. D'ailleurs, les mines sont dotées de diverses unités d'enrichissement (ventilation, lavage, relavage...). Les réserves totales sont estimées à 621 millions de tonnes. Quant à la production, elle atteint 6 250 000 tonnes de phosphates marchants, destinées essentiellement (89%) pour le marché local des usines de premières transformation de Sfax, de Gabès et d'El Mdilla contre 53% en 1978.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 110/158
--	--	---

b. L'industrie

En se bornant aux industries de 10 emplois et plus, on compterait 41 établissements donnant du travail à 1167 personnes et réalisant un chiffre de vente de 61 413 584 dinars. La principale usine reste la SIAPE-ICG avec 45.4% des emplois et 86.9 des ventes de l'industrie (10 salariés et plus), de toute la région.

Depuis 1982, le FONAPRA a permis de réaliser dans tout le gouvernorat de Gafsa 155 projets pour 672 bénéficiaires. La répartition des projets financés par le FONAPRA montre l'importance des secteurs de l'alimentation (cafetiers, en particulier) de l'entretien hygiénique (coiffeurs et bains maures) de répartition-maintenance (soudeurs et mécaniciens en particulier) et des professions médicales (infirmiers en particulier).

9.2.5.2.3 L'activité artisanale

Les activités artisanales les plus répandues dans le gouvernorat de Gafsa sont le Klim gafsi, le Mergoum et les couvertures en laine.

Le centre de production le plus important du gouvernorat est celui de Gafsa. Spécialisée dans le klim (Ouled Bou Saâd) et dans le Mergoum, ce centre qui appartient à la SOPART, donne de l'ouvrage à 107 artisanes (travail en ateliers) et à 123 autres artisanes à domicile. En même temps, il assure la formation d'une quarantaine de jeunes filles. La production s'élève à 900 m² au centre et à 490 m² à domicile, où la productivité est deux fois moindre.

La SOPRAT dispose aussi d'une antenne à Ouled Bou Saâd, pour réunir la production (800m²) réalisée par 68 artisanes formées auprès des parents et travaillent à domicile. Comme pour le centre de Gafsa, ces artisanes sont approvisionnées en laine essentiellement par teinturerie de Djerba.

Le secteur artisanal reste peu développé, para rapport aux potentialités humaines réelles de la région ; ainsi le nombre des artisanes, ayant satisfait au test et ayant obtenu la carte professionnelle, s'élève aujourd'hui à 1815, contre 300 en exercice dans le secteur organisé (SOPART).

9.2.5.3 Infrastructures ferroviaires et routières

9.2.5.3.1 Réseau ferroviaire

Implanté dès le début de l'époque coloniale, le rail constitue encore le principal moyen d'échange du gouvernorat de Gafsa avec les autres régions du pays. Les quatre lignes qui forment le réseau local se croisent à Gafsa.

- La ligne 13, qui traverse le gouvernorat du Nord-Est vers le sud – Ouest relie Gafsa au Jrid, vers le sud et à la région de Sfax et la Skhira en particulier vers le Nord – Est.
- La ligne 21, reliant Gafsa au complexe d'industries chimique de Gabès.
- La ligne 16 reliant, au niveau d'El Metlaoui, la ligne 13 au reste des villes minières, comme Er Redeyyef et Moularès, en passant par Tabdit. Cette ligne est interrompue au niveau de Henchir Souatir et empêche par conséquent les convois de relayer la ligne 6, qui arrive jusqu'à Tunis.
- La ligne 14, quant à elle, est une ligne courte qui relie Gafsa à Shib, en passant par El Mdhilla.

Toutes ces lignes se joignent à Gafsa, constituant ainsi une structure arborescente. Cet aspect permet en principe à Gafsa d'être le centre d'échange le plus large. Néanmoins, la rupture de la ligne 6 limite sensiblement l'impact spatial de ce réseau et le contraint à jouer un rôle régional, orienté uniquement vers le centre-est et le sud-est, alors qu'il est économiquement (tout au moins) adapté à une portée plus large.

Le réseau ferroviaire assurait en 1991, le transport de 6 188 453 tonnes de marchandises dont 85.56% des phosphates soit 5294840 tonnes, et le reste des produits divers tels que les machines, les sources d'énergie (gaz et gazole), les matériaux de construction, produits alimentaires (céréales et huiles)...

Concernant le trafic des voyageurs, le réseau est marqué par une faiblesse de ce trafic avec 136657 montées seulement pour les six gares à voyageurs ont été enregistrées. Cet effectif ne constitue que 6.4% du marché de transport de la région.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 111/158
--	--	---

9.2.5.3.2 Réseau routier

Le réseau routier du gouvernorat est caractérisé par l'intersection de plusieurs axes au niveau de la ville de Gafsa. Il s'agit, par conséquent, d'un réseau arborescent, qui ramène tout vers Gafsa.

Le réseau viaire du gouvernorat de Gafsa est généralement caractérisé par une faible densité. Les flux de Gafsa vers les principales régions avoisinantes sont :

- le Djerid avec 1353 véhicules/j répartie entre la GP3 (1067 véhicules/j), la MC201 vers Tameghza (286 véhicules/j).
- la région de Gabès, avec 489 véhicules /j sur la GP3 à partir d'El Gtar. Cependant ces flux sont renforcés d'une façon notable au niveau de Sidi Mansour (1171 véhicules /jour)
- la région de Sfax grâce à un trafic de 776 véhicules/j sur la GP14.

Ce trafic se voit tripler au niveau d'ES Sned. Cet accroissement serait lié plutôt à des flux entre la région d'Es Sned et celle de Sidi Bouzid, qu'à un trafic entre Sfax et Gafsa. :

- Le sahel et surtout la région de Tunis grâce à des flux évalués à 1185 véhicules/j, à travers la GP3.
- Le gouvernorat de Kasserine, avec un débit journalier de 642 véhicules/j à travers la GP15.

9.3 Identification des atteintes existantes à l'environnement

9.3.1 Pollution atmosphérique

Pour quantifier la pollution atmosphérique existante dans le site de M'Dhilla, nous nous sommes référés aux résultats des travaux de GEREPI ENVIRONNEMENT réalisés dans le cadre du projet *Etude des effets sanitaires et environnementaux dus aux émissions gazeuses des unités de transformation de phosphate dans les régions de Sfax, Gabès et Gafsa (PHASE 1)* pour le compte de la Direction Générale de l'Environnement et de la Qualité de la Vie du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable.

9.3.1.1 Quantification des émissions atmosphériques

La zone du projet ne représente pas un tissu industriel variant. On note seulement l'existence de deux grandes usines à savoir la laverie du CPG et l'usine du GCT. Cette dernière, et d'après l'étude faite par GEREPI-environnement, génère une pollution atmosphérique caractérisée comme suit :

Tableau 25 : Inventaire total des émissions dans le site de M'Dhilla 1

	Unité	TSP		Unité Phosphorique	Unité Sulfurique	TOTAL
		U TSP A	U TSP B			
Position de cheminée	m NGT	295.5 306 40.4	334 306 40.4	425.9 343.617 31.182	530 130.5 50	
Nombre de Cheminée	-	1	1	1		
Hauteur par rapport au sol	m	34	34	14		
Diamètre de la cheminée	m	2	2	1.6		
Température des rejets	°C	70	70	70		
Débit	Nm ³ /h	84000	84000	128012		
Production journalière	Tonne/j	700	700	500		
PM10 (g/s)		26.372	26.372	9.815	1.076	63.634
SO ₂ (g/s)		80.832	80.832	0.156	225.698	387.519
NOx (g/s)		9.641	9.641	0.079	0.205	19.567
F- (g/s)		1.633	1.633	0.605	0.023	3.894
H ₂ S (g/s)		-	-	-	-	-

TOTAL
EMISSION
(g/s)

9.3.1.2 Qualité de l'air ambiant dans la zone du projet

Une campagne d'analyse a été menée par GEREP ENVIRONNEMENT dans le cadre du même projet. Les points de mesure sont représentés sur le plan d'implantation suivant :

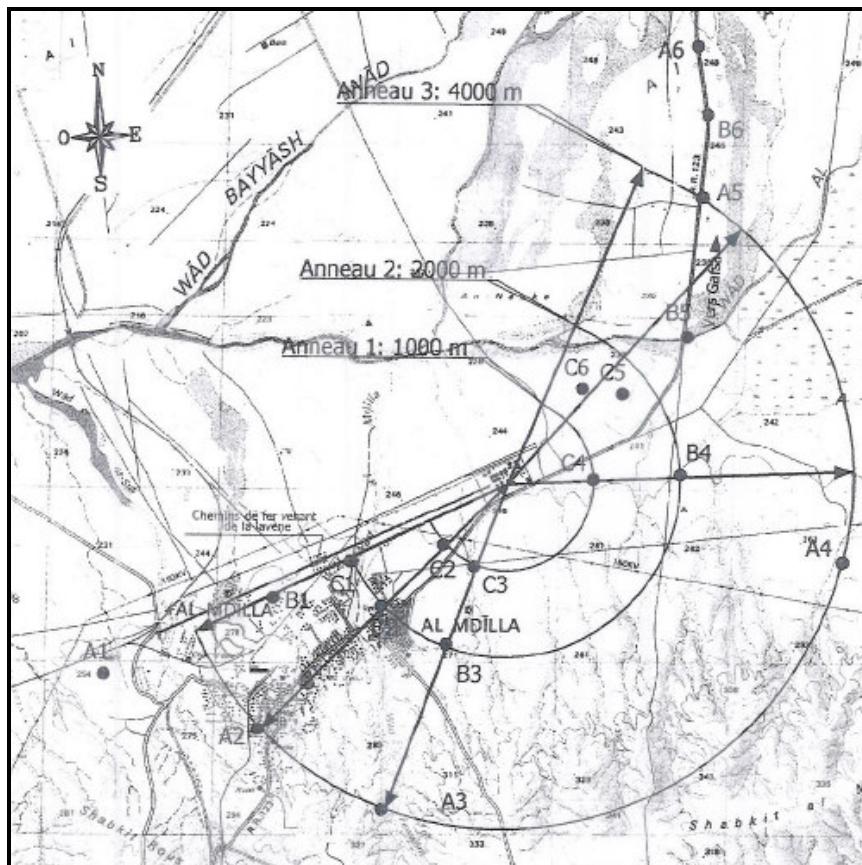


Figure 40 : Plan d'implantation des points de mesure de la campagne de balayage

(Source GEREP, rapport phase1, Octobre 2007)

Le tableau suivant illustre les concentrations des polluants enregistrées lors des campagnes de mesure de la qualité de l'air effectuées par GEREP.

Par comparaison des résultats de la simulation réalisée dans le cadre de cette étude avec le niveau de qualité de l'air ambiant (résultats des campagnes de mesure, GEREP 2007), on a montré que l'impact de la nouvelle unité sera faible et ne modifie pas le niveau actuel de la qualité de l'air.

Tableau 26 : Concentrations des polluants enregistrées lors des campagnes de mesure de la qualité de l'air- site de M'dhilla

Point	SO2			H2S			NOx			Fluor	PM 10			
	Concentration mesurée sur 1 ' en µg/m³			Concentration mesurée sur 1 ' en µg/m³			Concentration mesurée sur 1 ' en µg/m³				Concentration mesurée sur 1 ' en µg/m³			
	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max		Min	Moy	Max	
A1	0	7,5	15	0	37,5	75	4,77	49,5	94,21	0,54	20	258,9	497,7	
A2	0	478,065	956,13	0	2370,4	4740,77	0	454,7	909,33	1,1	8,2	2552,1	5096	
A3	0	4	8	0	1	2	10,39	77,6	144,74	0,32	0,01	2413,5	4827	
A4	0	232,5	465	0	578,5	1157	6,53	59,6	112,4	0,32	11	1235	2459	
A5	0	19	38	0	16	32	13,18	188	362,9	0,32	36	286	536	
A6	0	18,5	37	0	14	28	14,18	234,3	454,5	0,32	9	649	1289	
B1	0	70	140	0	83	166	6,32	61,8	117,32	-	4	201,8	399,6	
B2	0	301,015	602,03	0	592	1184	0	251,5	503	2,31	7	239	471	
B3	0	548,6	1097,2	0	1223,4	2445,73	11,25	373,6	736	-	2	211	420	
B4	0	566	1132	0	2109	4218	0	135,5	271	0,32	34,5	1801,8	3569	
B5	0	91,5	183	0	472	944	5,99	145,1	284,2	0,64	10	707,5	1405	
B6	0	1,5	3	0	2,5	5	4,79	151,9	299	0,32	3,1	2062,6	4122	
C1	0	1,5	3	0	0,5	1	15,3	59,4	103,4	-	0,01	519	1038	
C2	0	288	576	0	1573	3146	12,62	231,9	451,1	-	0,01	3309	6618	
C3	0	893,565	1787,13	0	1948,5	3897	0	95,8	191,67	12,6	0,01	1502,5	3005	
C4	0	1444,5	2889	0	1958	3916	22,08	128,5	235	-	0,01	244,5	489	
C5	0	1432	2864	0	1227,4	2454,77	16,63	186,3	356	0,32	2	111	220	
C6	0	200	400	0	383	766	10,07	57,9	105,79	0,92	8,7	1547,9	3087	

Source : Etude des effets sanitaires et environnementaux dus aux émissions gazeuses des unités de transformation de phosphate dans les régions de Sfax, Gabès et Gafsa (PHASE 1) réalisée par GEREP ENVIRONNEMENT pour le compte de la Direction Générale de l'Environnement et de la Qualité de la Vie du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable.

Chapitre III, Tableau 11 page 46

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 114/158
--------------------------	---	---

9.3.2 Phosphogypse

Actuellement, le phosphogypse produit par l'usine existante M'Dhilla1 est stocké à l'air libre à côté de l'usine et forme les «tabias» de phosphogypse. Cette « tabias » a une emprise de 32.34 ha et s'élève à 45 m environ de la surface de la terre.

9.3.3 Pollution hydrique

9.3.3.1 Eaux usées

Les eaux usées domestiques de l'usiné M'Dhilla 1 sont collectées dans des fosses septiques.

9.3.3.2 Eau de drainage de la Tabia existante de l'usine M'Dhilla1

La Tabia est composée essentiellement d'une aire de stockage au voisinage de l'usine M'Dhilla 1.

La zone de stockage est aménagée pour collecter les eaux de drainage pour être réutilisés dans le procédé.

9.3.4 Radioactivité

Toutes les récentes études affirment que l'impact radiologique du au dépôt de phosphogypse est inférieur à la valeur de référence de 1 mSv/an (on peut citer l'étude de l'impact radioactif du dépôt de phosphogypse Ex-NPK Sfax, réalisée en 1998/99 par le CNRP et l'ALGADE).

Par ailleurs, ces études confirment que le Radon, qui est un gaz à durée de demi-vie très courte, se désintègre à un niveau réglementaire (recommandation de la CIPR 60) pendant sa traversée d'une couche de terre de 0.3 m d'épaisseur au minimum. De plus, cette couche de terre réduira pratiquement à zéro la vitesse d'exposition provenant du seul dépôt.

Se référant au projet de Taparura qui traite une problématique similaire, il y'a lieu de retenir pour le GCT la solution d'isolement des dépôts de phosphogypse qui consiste à confiner sur place le dépôt de phosphogypse et les sols sous-jacents pollués.

9.3.5 Analyse de l'état initial du bruit

L'environnement sonore du site de l'usine M'Dhilla 2 est un environnement industriel. Une campagne de mesure acoustique a été effectuée le 19 mai 2009.

La figure ci-dessous montre l'emplacement de quatre points de mesure:



Figure 41 : Localisation des points de mesures acoustiques de l'environnement site.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 27 : Résultats des mesures des niveaux acoustiques réalisés dans le site de la nouvelle usine M'Dhilla2.

Réf point	Endroit	X	Y	Z	Fréquence (dB)
1	Borne 1	34°18'45.89"	8°46'41.66"	241	65
2	Borne 2	34°18'36.17"	8°46'47.85"	246	63
3	Borne 3	34°18'45.84"	8°47'10.27"	236	47
4	Borne 4	34°18'53.95"	8°47'04.85"	239	49

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 116/158
--	--	---

10 ANALYSE ET EVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

10.1 *Introduction*

Dans ce chapitre, nous présentons le rayon d'impact du projet ainsi que les impacts potentiels relatifs à cette unité de production M'Dhilla 2. Il faut cependant préciser que des mesures préventives ont été prises en compte dès la phase conception, ce qui aura pour effet d'éviter et de limiter un certain nombre d'interactions nuisibles pour l'environnement.

Les impacts potentiels, qui concernent aussi bien la phase construction que celle d'exploitation, seront décrits pour les différentes composantes du projet.

10.2 *Rayon d'impact*

L'étude des rejets solides, atmosphériques et hydriques d'une part (Chapitre 7) et l'analyse de l'état initial du site et de son environnement d'autre part (chapitre 9), permettent de délimiter le rayon d'impact du projet. Ce rayon intègre le site lui même, la zone de dispersion maximale des émissions et la zone des écoulements des eaux d'oued El Maleh vers oued Gouifla jusqu'à Chott El Gharsa.

Les cartes des concentrations moyennes et maximales journalières et annuelles des gaz fluorés et du SO2 ainsi que les cartes de concentration maximales horaires du SO2, montrent un panache situé juste au Sud de la ville de Gafsa, à l'Ouest d'El Guetar et au sud de la ville de Mdhilla, soit un rayon de 07 à 08 km tout autour du site des usines de Mdhilla.

En se basant sur la carte hydrographique de la Tunisie, tout rejet hydrique accidentel provenant des usines sera acheminé vers Chott El Gharsa via oued El Maleh en passant par oued Gouifla.

Ainsi, la carte de la Figure 42 présente le rayon d'impact du projet sur l'environnement.

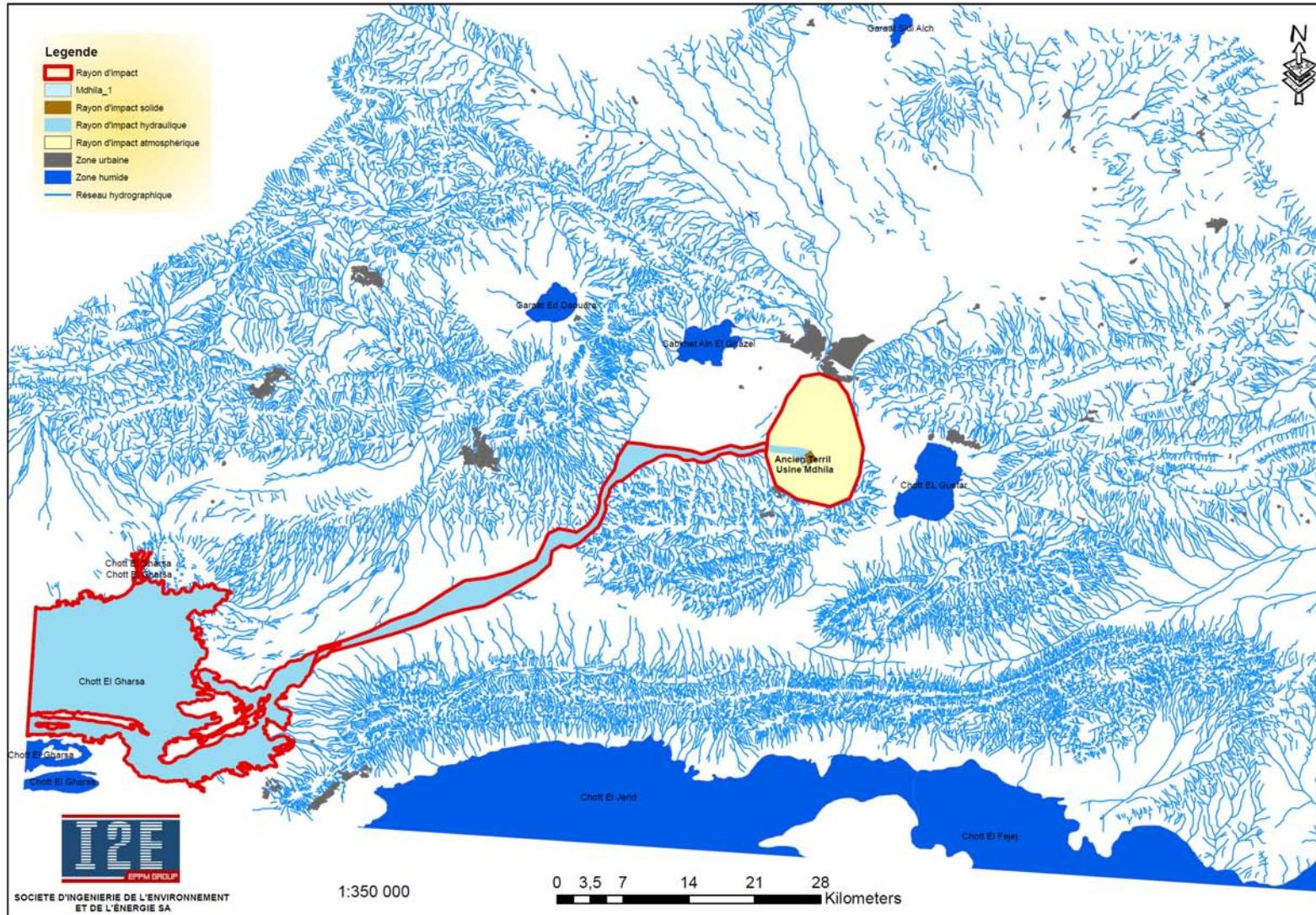


Figure 42 : Carte du rayon d'impact du projet de Mdhila2

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 118/158
--	--	---

10.3 Impacts durant la période de construction

La construction de l'usine M'Dhilla 2 induira diverses sources d'impact sur l'environnement et le milieu humain. Parmi celles-ci nous mentionnons la mobilisation et la circulation des engins de chantier, la présence de travailleurs, diverses activités de construction comme le décapage et le débroussaillage, le transport routier des déblais et remblais, de même que la mise en place des ponceaux et de la chaussée. Certaines de ces activités auront cours pendant une période relativement brève, tandis que d'autres se poursuivront pendant toute la période des travaux, période évaluée à environ 27 mois.

10.3.1 Impacts potentiels du transport des équipements et des matériaux de construction

Les différents équipements à savoir, les filtres, les réacteurs, les bacs tampon, les systèmes de dosage, les pompes, les réservoirs d'eau de service, l'unité d'osmose, les pipes, les robinetteries ainsi que le matériel électrique seront fabriqués en Tunisie et à l'étranger, et acheminés jusqu'au M'Dhilla 2. Le transport de ces divers équipements et matériaux devra être organisé afin de minimiser les nuisances potentielles générées le long du trajet du lieu de livraison (usine de fabrication, port de commerce, carrière d'emprunt) jusqu'au site. Ce transport se fera à l'aide de convois spéciaux de camions.

Le transport des équipements à travers les voies existantes (C123, P15, P14 et P3) va générer quelques perturbations du trafic routier et des émissions des gaz polluants tels que les poussières, les oxydes d'azote (NOx), le dioxyde de soufre (SO2) et les oxydes de carbone (CO2). Ceci peut générer des nuisances aux riverains tout au long de la trajectoire du parcours des camions. En effet, l'entrepreneur devra éviter au maximum les voies où l'urbanisation est importante.

Le transport des matériaux de construction génère essentiellement des poussières. Ces dernières figurent en tête de la liste des polluants atmosphériques pouvant être introduits de manière significative dans l'atmosphère suite aux différentes activités liées à la manipulation du sol et des matériaux de construction.

Enfin, la circulation d'un nombre important de camions poids lourds durant l'étape de transport pourrait endommager les infrastructures existantes. En outre, ces camions constituent un danger potentiel pour la circulation le long de leur trajet entre les lieux de livraison des équipements et les sites de projet.

Les paramètres qui peuvent influencer l'étendue et l'intensité des nuisances atmosphériques sont la durée du transport des équipements, les conditions météorologiques et le nombre, le type, l'âge des véhicules et engins employés.

Cependant, dans la mesure où :

- La machinerie employée reste semblable à celle rencontrée de façon courante dans les milieux urbains et ruraux ;
- Les équipements employés répondent aux normes de fonctionnement et demeurent régulièrement entretenus ;
- Les travaux seront réalisés selon les règles de l'art en la matière ;
- Le transport des équipements ainsi que les travaux seront de courte durée.

L'importance de l'impact sera ainsi considérée comme **très faible** et limité dans le temps.

10.3.2 Impacts potentiels de la construction de l'usine M'Dhilla 2

La construction de l'usine M'Dhilla 2 sera réalisée par des entreprises de travaux dûment choisies. Ces travaux de construction comprennent deux phases : la préparation du terrain et le montage des installations.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 119/158
--	--	---

10.3.2.1 *Travaux préparatoires de terrain*

Ces tâches seront sous-traitées à des entreprises tunisiennes agréées pour ce genre de travaux préparatoires de génie civil qui comprennent notamment :

- La préparation du terrain nécessaire pour l'implantation de l'usine. Cette phase comporte la réalisation des travaux préparatoire topographiques et la mise à niveau du terrain de manière à faciliter la réalisation des divers travaux. Les impacts liés à ce type de travaux sont relatifs à une certaine modification du paysage naturel du site. Au niveau du site M'Dhilla 2, cette action va nécessiter l'arrachement de quelques végétations existantes ;
- Le revêtement de la surface de l'usine par des matériaux (tuf, gravier, asphalte, etc.). Ces travaux vont générer des quantités de poussières pendant les travaux et lors du transport des matériaux de construction par camion.

10.3.2.2 *Génie civil et structures*

Cette phase comprendra essentiellement :

- le coulage des fondations, des piliers et des dalles en béton pour les bâtiments, fondations pour les compresseurs, équipement, dalles et fosses, murs en briques, Les impacts liés à ce type de travaux sont relatifs à un certains rejets d'eaux de lavages des centrales de bétons et des bétonnières, une pollution atmosphérique par les gaz d'échappement des véhicules et moteurs, une émission de bruits et de vibrations, etc.
- la clôture définitive entourant le site,
- les travaux d'électricité et instrumentations.

10.3.2.3 *Montage des installations*

Après la préparation du terrain et la réalisation des différents travaux préparatoires de génie civil, la pose des diverses installations va être effectuée par d'autres entreprises. Cette phase de construction, comporte le transport et la pose des équipements et le montage des divers équipements de l'usine. Les impacts durant le montage de ces installations sont généralement faibles car toutes les dispositions de sécurité sont prises en compte pour protéger aussi bien le personnel que les installations.

10.3.3 *Mise en terril*

Ce paragraphe doit permettre de présenter les conséquences prévisibles, directes et indirectes de la réalisation de terril sur l'environnement, dans les limites du périmètre de l'étude.

L'analyse et l'évaluation des impacts doivent porter notamment sur les phases suivantes :

- Sélection du site
- Préparation du site

Les sites doivent faire l'objet d'une procédure de sélection qui tienne compte de la nature et de la localisation des zones sensibles repérées. Ainsi, le site d'accueil du terril doit éviter ou minimiser les impacts sur :

- les espèces et habitats sensibles et vulnérables.
- la qualité des eaux de surface et celles souterraines, ainsi que des sols.
- la vocation de la terre.
- les intérêts économiques dans la zone.

Les préparatifs du site sont d'une grande importance et déterminent le succès des actions de réduction des impacts sur l'environnement, ainsi que celles de restauration des lieux.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 120/158
--	--	---

Il y a donc lieu de mettre en œuvre les techniques les plus appropriées pour réduire les nuisances générées au voisinage, et notamment:

- bien définir la taille du site.
- stockage de la terre végétale ;
- stockage du gazole et du carburant, ainsi que des produits chimiques ;
- drainage des eaux;
- éviter le rejet direct dans le milieu naturel.

10.3.4 Pose des pipes

Les travaux relatifs à la pose de la pipe comportent les actions suivantes :

- L'ouverture des pistes du tracé par un bulldozer ;
- L'ouverture des tranchées ;
- L'assemblage des éléments tubulaires et des équipements annexes ;
- Le test des pipes avant leur mise en exploitation.

Dans ce qui suit, nous présentons les détails ainsi que les impacts relatifs aux principales phases de construction.

10.3.4.1 *Ouverture de la piste et de la tranchée pour l'enfouissement de la pipe*

La pose des pipes va nécessiter l'ouverture des tranchés par les engins, la construction des divers regards (ventouse, vidange, piquage), et par la suite, le contrôle visuel des pipes durant toute la période d'exploitation. Une parcelle de terrain, dont la largeur est environ deux mètres, sera occupée par une piste et la zone nécessaire pour la mise en place de la pipe

Après l'ouverture de la piste d'accès, des engins (type pocklain) interviendront pour creuser une excavation longitudinale, à ciel ouvert, tout au long du tracé de la pipe. Cette opération est accompagnée de quelques perturbations aux niveaux :

- des pistes et routes d'accès touchés par le projet par leurs fermetures temporaires ce qui influera sur la dynamique de la population.
- des points de rencontre avec les chenaux des eaux de ruissellement, l'aménagement de la tranchée pourrait poser des problèmes pour le drainage des eaux en cas de pluie torrentielle qui habituellement tombe très rarement.

10.3.4.2 *Assemblage des éléments tubulaires et des équipements annexes*

Les éléments tubulaires, seront déposés le long du tracé avant le démarrage des travaux des tranchés. Les différents éléments seront assemblés, tout le long des tranchés, par tronçon. Un contrôle non destructif sera effectué par une entreprise d'inspection agréée.

Les divers types d'impacts qui peuvent se produire durant cette phase de construction sont les suivants :

- L'accumulation sur le terrain de quelques déchets solides issus des diverses chutes de plastiques, ferrailles, déchets de chantier et des produits organiques alimentaires etc.
- Les nuisances sonores issues des divers générateurs ou postes de soudure utilisés sur site. Ceci aura un impact négatif sur le paysage naturel, ainsi que la vie des habitants.

10.3.4.3 *Le test hydrostatique des pipes*

La réalisation d'un test hydraulique avant l'entrée en service des pipes est généralement exigée. Ce type de test peut être réalisé par l'emploi d'eau, sans ou avec utilisation de produits chimiques. La quantité totale d'eau et éventuellement celle de produits chimiques sera déterminée par le bureau d'ingénierie et une procédure complète et détaillée de réalisation du test hydraulique sera décrite.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 121/158
--	--	---

Les impacts potentiels qui peuvent se produire au cours de la réalisation de ce test sont :

- **Rupture de la pipe en cours du test:** En cas de rupture de la pipe par suite à un défaut de mode d'assemblage par exemple, une importante quantité d'eau peut se déverser dans la nature. Ces eaux peuvent causer des inondations surtout si ce déversement s'effectue à proximité d'un point sensible (route, zone résidentielle, etc.) où les conditions de drainage des eaux sont difficiles ;
- **Déversement des eaux à la fin du test :** Les eaux du test hydrostatique seront déversées dans le chott. Donc aucun impact n'est prévu suite à cette opération.

Des mesures préventives seront proposées au chapitre suivant pour éviter ces divers types d'impacts négatifs sur l'environnement.

10.3.5 Impacts dus aux rejets générés par le chantier

10.3.5.1 Impact des déchets solides

Lors de la construction de l'usine, les déchets des matériaux de construction non évacués, les déchets résultant des déblais provenant des travaux de pose et les déchets solides ménagers, auront un impact négatif sur le milieu naturel, en général, et sur le paysage de la zone.

10.3.5.2 Impact des rejets hydriques

En cours de la phase chantier, les impacts potentiels des rejets hydriques dus au déversement accidentel des carburants, des huiles usagées des engins ainsi que des eaux sanitaires, générées par 600 ouvriers en période de pointe, sont les sources de nuisance pour le sol et éventuellement pour les eaux souterraines.

Les impacts des déchets solides ainsi que les rejets hydriques peuvent être réduits au maximum, tant que l'entrepreneur est chargé d'établir un plan détaillé de gestion environnemental et y compris un plan de gestion de déchets.

10.3.5.3 Impact des ateliers de stationnement et d'entretien des engins

Les problèmes relatifs à ces ateliers sont les rejets des différents produits liquides et solides issus des différentes opérations d'entretien mécanique. Les rejets liquides sont des huiles de vidange, des pertes de gasoil, des graisses de lubrification et des fuites d'eau. Les rejets solides sont généralement des chutes de soudure, des filtres à huile, des pièces mécaniques usées, des batteries usées, etc. Un plan de gestion des différents rejets et déchets solides doit être contractuellement signé par l'entreprise des travaux. En cas de non respect, d'importantes atteintes à l'environnement sont envisageables.

10.3.5.4 Impact de la centrale à béton

Les centrales comprennent la bétonnière ainsi que le parc de stockage des matériaux de construction. Les impacts relatifs à l'installation de cette centrale à béton sont la formation de récifs en béton dans le sol, la contamination des sols par les huiles de vidange et détérioration de la qualité du sol. Les émissions des poussières générées par la centrale à béton ont été quantifiées avec les émissions atmosphériques pendant la construction.

10.3.5.5 Impact des émissions atmosphériques

- **Emissions de gaz**

En cours de chantier, les émissions gazeuses proviendront essentiellement du fonctionnement des engins.

- **Emissions de particules**

Les émissions de poussières ne seront pressenties qu'en cours de chantier. Elles seront provoquées par les fines particules de terres dégagées par la circulation des engins dans le site du chantier et par les particules d'apports lors du chargement et de déchargement des remblais et autres matériaux.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 122/158
--	--	---

Ces émissions ne seront vraiment appréciables que pendant la période sèche de l'année, et seront amplifiées quand les vents soufflent dans la direction des routes proches.

Les nuisances directes pour le voisinage dues aux émissions de poussières ne peuvent pas être négligées, même si elles ne sont que temporaires.

10.3.6 Impacts socioéconomiques durant la phase de construction

En phase de construction, un pic d'effectif de 600 personnes environ travaillera sur le site. En termes d'emploi, il est prévu que cet effectif soit composé à une grande partie de personnes locales.

Les travaux de construction exigeront des moyens propres lors de la phase de montage des installations, de génie civil et de pose des pipes pouvant représenter plusieurs centaines de personnes sur une période d'environ 27 mois. L'entrepreneur emploiera de préférence de la main d'œuvre locale, adossée si nécessaire à des sociétés extérieures lorsque les moyens matériels seront inexistant sur le Territoire.

Enfin, la gestion des effets socio-économiques dus à la construction du site sera conduite en étroite collaboration par les parties suivantes:

- L'entrepreneur et ses sous-traitants ;
- GCT ;
- Le gouvernorat de Gafsa ;

Le cadre de cette collaboration pourrait impliquer un comité provincial. Un accompagnement par des spécialistes avec implication de la population est recommandé.

Les conséquences économiques et socioculturelles des activités de construction de l'usine M'Dhilla 2 et ses annexes sont comme suit :

10.3.6.1 Conséquences économiques

De manière immédiate, la construction de l'usine M'Dhilla 2 aura des répercussions économiques sur :

- L'emploi et la formation,
- Les revenus des ménages,
- La capacité d'investissement privée et publique, permettant notamment le développement des infrastructures et des communautés.

Ces répercussions économiques pourront d'ailleurs avoir une importante incidence sociale, et aussi culturelle.

Des emplois directs et indirects seront créés pendant la période de chantier. La main d'œuvre spécialisée sera mobilisée pour plusieurs disciplines à savoir la maçonnerie, tuyauterie, construction métallique, électricité, mécanique...

Des emplois directs et indirects seront occasionnés pendant toute la période d'exploitation des installations de M'Dhilla2.

10.3.6.2 Conséquences socioculturelles

A titre indicatif, les répercussions sociales et culturelles de la construction de l'usine M'Dhilla2 pourraient être les suivantes (les conséquences précises seront à explorer avec la population) :

- Incidence sur le niveau de vie de la population,
- Incidence sur la cohésion sociale,
- Incidence démographique.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 123/158
--	--	---

10.3.7 Impacts des accidents durant la phase de construction

Il s'agit d'un projet de grande envergure. Bien que le maître d'ouvrage GCT ainsi que l'entreprise chargée de réalisation du projet bénéficie d'une large expérience dans la réalisation de projets similaires, les risques d'accidents ne sont pas écartés. Parmi les accidents potentiels, nous pouvons citer :

- Accidents de travail
- Déversement accidentel

Les dégâts peuvent être des blessures, décès, pollution, risque d'incendies, perturbation dans les installations touchés.

10.3.8 Matrice d'évaluation des impacts de la phase de construction

Dans le tableau suivant, on présente une évaluation des impacts sur l'environnement durant la phase de construction du projet. Pour indiquer les degrés des impacts, les notations suivantes ont été employées :

	Les Impacts négatifs	Les impacts positifs
Aucun impact	0	0
Impact très faible	*	+
Impact moyen	***	+++
Impact fort	****	++++

Tableau 28 : Matrice d'évaluation des impacts pendant la phase de construction.

Composantes du milieu			Sources d'effets			Usine M'Dhilla2			Mise en terril			Pipelines		
									Travaux préparatoires de terrain et génie civil	Transports des équipements	Installation et montage des équipements	Travaux préparatoires de terrain	Assemblage des éléments tubulaires et des équipements annexes	Remblayage des tranchées
Milieu physique	Sol	Qualité du sol	*	0	0	***			0	*	*	0	0	0
	Air	Ambiance sonore	**	***	*	***			*	0	0	0	0	0
		Qualité de l'air	**	***	0	***			*	0	0	0	0	0
	Eau	Nappe	0	0	0	0			0	0	0	0	0	*
		Paysage naturel	*	*	0	*			0	0	0	0	0	0
Milieu biologique		Flore	*	*	0	*			0	0	0	0	0	0
		Faune	*	*	0	*			0	0	0	0	0	0
Milieu socioéconomique		Infrastructures	0	***	0	***			0	0	0	0	0	0
		Santé	0	*	0	*			0	0	0	0	0	0
		Economie régionale/nationale	++	++	++	++			++	++	+	0	+	0

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 124/158
--	--	---

10.4 Impacts potentiels générés en phase d'exploitation

Pour bien définir les impacts générés en phase d'exploitation, on va en premier lieu, identifier les principales émissions et sources de nuisance et on énumérera, ensuite, les impacts sur les divers composants de l'environnement.

10.4.1 La nouvelle usine de M'Dhilla 2

10.4.1.1 Impacts potentiels des émissions gazeuses

Au niveau de cette unité, les émissions atmosphériques sont formées essentiellement de polluants de nature fluorée et soufrées. Les impacts de ces deux polluants se présentent comme suit :

a. Impacts potentiels des émissions de Fluor

- **Impacts potentiels sur la végétation** : Les émissions du gaz fluoré dans la région peuvent avoir des influences, essentiellement sur la croissance des végétaux, la santé de la faune et la santé humaine.
- **Impacts potentiels sur les animaux** : L'émission accidentelle du gaz fluoré dans la région peut avoir une légère influence sur la santé des animaux. Ce gaz, assimilé par voies respiratoires à une certaine dose, peut entraîner des complications respiratoires. Suivant le type des animaux exposés, les impacts du gaz se manifestent comme suit :
 - *Animaux domestiques* : Les animaux domestiques dans la région sont essentiellement des ruminants (ovins, caprins et camelins) qui viennent pâturer dans les zones environnantes de la zone du la nouvelle projet. Des émissions du gaz fluoré peuvent (potentiellement) entraîner de légères complications respiratoires momentanées ;
 - *Faune sauvage* : Certaines espèces sauvages sont beaucoup plus sensibles que d'autres. Les oiseaux sont les plus sensibles à ce gaz. Les émissions des polluants fluorés dans la région vont obliger certaines espèces à se déplacer vers les zones les moins exposées (cas du gibier, du chacal et des renards). D'autres espèces moins mobiles peuvent être exposées à l'effet des gaz (cas des reptiles). Du point de vue écologique de grandes émissions de gaz pourraient entraîner une légère perturbation et un déséquilibre de ponctuel de l'écosystème.
- **Impacts potentiels sur les humains** : L'effet de ces gaz concerne essentiellement les techniciens et les travailleurs au niveau de la nouvelle usine, et à un moindre degré les utilisateurs de route C123 :
 - *dans la nouvelle usine* : L'assimilation d'une quantité importante de gaz fluoré affecte les voies respiratoires et pourrait provoquer potentiellement des complications de santé ;
 - *Les passagers* : Les divers passagers (les gens des régions les plus proches, les paysans et les voyageurs par voie terrestre) utilisant les routes les plus proches de la nouvelle usine sont moins exposés aux émissions du gaz fluoré. Ils sont soumis à ces gaz pendant de courtes durées. Ces gaz peuvent gêner la respiration.

b. Impacts potentiels des émissions des composés soufrés

Les composés soufrés peuvent être à l'origine de troubles respiratoires et interviennent dans le phénomène de dépérissement des forêts en formant dans l'atmosphère des composés acides. Leurs principaux effets sont :

- **Effets sur la santé** : Le dioxyde de soufre est un gaz irritant, notamment pour l'appareil respiratoire. Les fortes pointes de pollution peuvent déclencher une gêne respiratoire chez les personnes sensibles (asthmatiques, jeunes enfants ...). Les efforts physiques intenses accroissent les effets du dioxyde de soufre. Aux concentrations habituellement observées dans l'environnement, une très grande proportion du dioxyde de soufre inhalé est arrêtée par les sécrétions muqueuses du nez et des voies respiratoires supérieures. Le dioxyde de soufre qui atteint le poumon profond, passe dans la circulation sanguine puis est éliminé par voie urinaire. Des études épidémiologiques ont récemment montré qu'une hausse des taux de dioxyde de soufre s'accompagnait notamment d'une augmentation du nombre de décès pour cause cardio-vasculaire.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 125/158
--	--	---

- **Effets sur l'environnement :** dans l'atmosphère, le dioxyde de soufre se transforme principalement en acide sulfurique, qui de dépose au sol et sur la végétation. Cet acide contribue, en association avec d'autres polluants, à l'acidification et à l'appauvrissement des milieux naturels, il participe aussi à la détérioration des matériaux utilisés dans la construction des bâtiments (pierre, métaux).

c. Impacts potentiels des polluants

L'estimation des émissions des rejets atmosphériques en provenance de la future usine M'Dhilla 2 et l'analyse de l'état initial du site de la future unité industrielle M'Dhilla 2 qui est située à coté de l'usine existante M'Dhilla 1 montrent que la qualité de l'air existante actuellement dans la zone du projet ne va pas subir un changement majeur étant donné que la simulation numérique de la pollution atmosphérique en provenance de la nouvelle usine M'Dhilla 2 a montré que les concentrations maximales des polluants sont d'une part, au dessous de la norme de la qualité de l'air ambiant NT106.004 et d'autre part, négligeables devant les concentrations des polluants rencontrées actuellement sur site (voir partie 9.3.1 ci-dessus).

10.4.1.2 *Impacts potentiels des rejets hydriques*

Les eaux usées proviennent essentiellement des locaux sanitaires. En cas de déversement direct dans la nature, des impacts peuvent se produire à savoir:

a. Impacts potentiels sur les nappes souterraines

S'il y a des rejets hydriques accidentels dans le milieu naturel une percolation des eaux usées est susceptible de contaminer légèrement le sol, et par percolation, aller vers la nappe souterraine la plus proche. Toutefois, la nature imperméable du sous sol (sols argileux) rend faible la probabilité que ces eaux puissent atteindre les eaux souterraines.

b. Impacts potentiels sur les animaux

Ces rejets, qui peuvent s'accumuler en grandes quantités dans le milieu naturel (Oued, Sebkha, dépression etc.), peuvent affecter les oiseaux, les insectes, les reptiles et autres animaux de la zone. Il en est de même pour les animaux domestiques qui pâturent dans ces zones.

c. Impacts potentiels sur la végétation

Ces rejets peuvent entraîner la modification de la nature du couvert végétal initial de la zone du rejet.

10.4.1.3 *Impacts potentiels des déchets solides*

Les déchets solides sont essentiellement les phosphogypses. Ces déchets seront mis en terril.

Il est aussi à noter que l'opération de conversion du SO₂ en SO₃ produit annuellement entre 5 et 260 tonnes de masse catalytique, contenant (à 5%) du Pentoxyde de Vanadium.

Le Pentoxyde de Vanadium est une poudre cristalline de couleur jaune à orange ou grumeaux de couleur gris foncé à brun; inodore et insipide. Il est insoluble dans l'eau, l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique de même que dans les lessives alcalines à température normale; mais soluble dans l'acide fluorhydrique et dans l'acide nitrique.

Le pentoxyde de vanadium provoque des irritations de la peau et des muqueuses (au bout de huit heures pour une dose de 0,1 mg/m³) et constitue un poison pour le sang, le foie et les reins. Les effets de l'intoxication chronique sont les suivants: bronchite, pneumonie, anémie ainsi que lésions du foie et du système rénal (0,1-0,4 mg/m³ entraînent, au bout de 10 ans, des altérations des muqueuses nasales, une bronchite chronique et une coloration de la langue; sel.HORN, 1989).

Les effets sont fonction de la taille des particules: les aérosols >5µm ne peuvent pas pénétrer dans les poumons. L'élimination se produit à raison de 40-60% au bout de 1 à 3 jours par les urines, et à raison de 10-12% par les intestins. Le pentoxyde de vanadium a un effet inhibiteur sur les enzymes, empêche la synthèse de l'acide ascorbique et des acides gras, et porte atteinte à l'A.D.N. (HORN, 1989).

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie	Date : 14/07/10
ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2		Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 126/158

En milieu aquatique, les composés de vanadium sont plus lourds que l'eau et tendent donc à se déposer. Le pentoxyde de vanadium se dissout lentement dans un grand volume d'eau et forme des mélanges toxiques.

L'atmosphère constitue un milieu favorable au transport du vanadium. Le pentoxyde de vanadium est une matière solide très réactive dans l'air, qui favorise la combustion d'autres substances. Le trichlorure de vanadium forme des mélanges toxiques dans l'air, qui se décomposent avec violence en atmosphère humide pour former de l'acide chlorhydrique. A températures élevées, la décomposition donne naissance à du gaz chloré et du gaz chlorhydrique. Le tétrachlorure et l'oxytrichlorure de vanadium sont des liquides caustiques non combustibles qui, sous l'effet de la chaleur, produisent également des vapeurs irritantes composées de pentoxyde de vanadium, de gaz chlorhydrique ou d'acide chlorhydrique (HCl).

Le vanadium est un oligo-élément essentiel, dont les composés sont absorbés par les plantes, qui les utilisent pour leur croissance. De cette manière, une certaine quantité de vanadium est soustraite au sol et peut migrer dans la chaîne alimentaire.

En ce qui concerne les déchets solides ménagers, consommés quotidiennement par les ouvriers, seront collectés et transférés vers la décharge contrôlée la plus proche. Ce transfert sera assuré par les services de la municipalité ou par le GCT, d'où la non prolifération de leur nuisance. Toutefois, ces opérations nécessiteraient des équipements plus importants, ainsi que la réorganisation des services de collecte et de transfert.

10.4.1.4 *Impacts potentiels sur le trafic routier*

Une fois la nouvelle usine rentre en production, le personnel de l'usine et les sous traitants du GCT auront à emprunter les voies (notamment la C123) permettant d'accéder à la future usine à M'Dhilla. Ce déplacement journalier va provoquer une légère augmentation de la circulation pouvant entraîner des nuisances potentielles :

- des émissions atmosphériques à partir des sources mobiles (voitures, bus, camions..);
- des émissions sonores ;
- risques d'accidents.

10.4.2 Impacts sur les ressources en eau souterraine « la nappe profonde Complexe Terminal de Djerid »

Afin d'analyser les impacts potentiels de l'utilisation d'une partie supplémentaire des ressources en eau souterraine de la région de Gafsa par le projet MDhilla 2, une étude comparative a été élaborée visant à rechercher la solution la plus appropriée pour les eaux industrielles de la future usine MDhilla 2.

La tableau ci-après récapitule les principaux résultats de cette étude et permet de justifier l'origine et les quantités des eaux pouvant être réservées au projet MDhilla 2. En effet, les besoins identifiés s'élèvent à 115l/s dont :

- 45 l/s peuvent être dégagés à partir de complexe terminal. Ce débit représente environ 40 % de la demande d'eau estimée à 115 l/s pour l'alimentation en eau industrielle de l'unité de M'Dhilla 2.
- 3 forages seront réalisés pour capter la nappe du Plio – quaternaire au niveau de Bled Sebseb actuellement non exploitée et dont la salinité est élevée et la profondeur dépassant les 400m.

En résumé, le projet MDhilla 2 n'engendrera pas une augmentation notable de débit d'exploitation, étant donné que le débit pompé sera de 115 l/s qui est considéré faible devant les ressources exploitables de la nappe du complexe terminal de Djerid. Il n'y aura donc pas d'effet majeur sur la piézométrie de la nappe.

Il est important de signaler que le GCT est très sensible à l'importance des ressources en eau souterraine de la région de Gafsa. Plusieurs actions d'économie d'eau ont été initiées et renforcées. Une réflexion est déjà amorcée pour rechercher d'autres possibilités pour l'alimentation en eau industrielle des usines GCT.

Tableau 29 : Situation actuelle des nappes de la région et possibilité d'alimentation de l'usine de Mdhila2 (Moumni, 2008)

Nappe	Capacité exploitable (l/s)	Capacité exploitée (l/s)	Secteur	Profondeur (m)	Salinité (g/l)	Possibilité d'alimentation de l'usine Mdhila 2
Complexe Terminal	4850	4505	Agriculture	~100	Région du Djérid 2 g/l à 3,5 g/l	<ul style="list-style-type: none"> Les ressources exploitables de la nappe du complexe Terminal sont aussi départagées entre le gouvernorat de Tozeur et le gouvernorat de Gafsa les trois forages projetés de la SONEDÉ qui seront équipés à 40 l/s chacun. L'exploitation de ces forages est destinée au renforcement des besoins en eau des trois stations de dessalement prévues à Tozeur à Nefta et à Hezoua. Les volumes pompés étaient inférieurs aux ressources allouées fixées à 285 l/s sauf l'exploitation de l'an 2005 qui est évaluée à 292 l/s . Les besoins en eau industrielle pour les laveries de M'Dhilla et la part desservie à l'unité de Metlaoui seraient satisfaits à 240 l/s en tenant compte de la mise en production du forage O. Segui 3 en cours de réalisation. Les disponibilités pouvant être dégagées sont de 45 l/s. Ce débit en fictif continu représente environ 40 % de la demande d'eau estimée à 115 l/s pour l'alimentation en eau industrielle de l'unité de M'Dhilla 02. L'eau la plus chargée de la nappe du CT du Djérid – Gafsa (RS > 6g/l) est obtenue dans toute la région Est relevant du gouvernorat de Gafsa de Gouifla à l'Ouest à Tarfaoui à l'Est et à Segui Mgadmia plus au Sud. C'est pour cette raison que les prélèvements sur cette nappe sont dans la majorité, orientés à l'usage industriel.
		225	industrie	-	Région Est (Chakmou-Gouifla – Tarfaoui) 6,2 g/l à 7,5 g/l	
		120	AEP	-	Chott Gharsa Nord (Dhafria, Oudia ,Sagdoud ,O. Shili) 3,5 g/l à 4 g/l	
nappe du Crétacé Inférieur de S. Ahmed Zarroug	90	15	piscine municipale et irrigation des petites palmeraies	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Les ressources en eau de cette nappe estimée à 60 l/s sont en totalité affectées à l'industrie (ICG 1 M'Dhilla) et ce en raison de la salinité élevée de ses eaux puisque le résidu sec est supérieur à 10 g/l . L'exploitation de la nappe oscillait entre 65 l/s et 75 l/s et n'offre aucune disponibilité pouvant être dégagée pour contribuer à l'alimentation en eau industrielle d'une
		75	CPG-Mdhila (ICG1)	-	-	

ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT
DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2

Ref. : AF02/09

Rev. : 3

Page : 128/158

Nappe	Capacité exploitable (l/s)	Capacité exploitée (l/s)	Secteur	Profondeur (m)	Salinité (g/l)		Possibilité d'alimentation de l'usine Mdhila 2
nappe du Plio - quaternaire de Gafsa Sud	215	40 à 45	CPG-Mdhila (ICG1)	-	-	-	<ul style="list-style-type: none">nouvelle usinecette nappe ne pourra pas fournir un appoint d'eau à la nouvelle usine M'Dhilla 2 envisagée
		20 à 25	Industrie				
		150	Agriculture				
La nappe du Miocène de Moulares – Redeyef	565	435	laveries de Metlaoui et Kef Dour	-	-	-	<ul style="list-style-type: none">les disponibilités sont réservées à l'eau potable et à la mise en valeur agricole de la région.Cette nappe est à ressources très peu renouvelables
		130	réservées à l'eau potable et à la mise en valeur agricole de la région	-	-	-	
Le Plio – quaternaire au niveau de Bled Sebseb	20	Non exploitée	-	445	8,1	-	-
Le Plio – quaternaire de Tarfaoui – Ain Abdou		Non explorée	-	450	8	-	-
Le Plio - quaternaire de Douaouir et ses environs	10,5	-	-	264	5	-	Bien que la profondeur du plan d'eau soit excessive (-102 m/TN), le débit spécifique est proche de 01 l/s/m et l'eau est moins salée que celle du plio - quaternaire à Bled Sbseb .

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 129/158
--	--	---

10.4.3 Impacts liés au stockage de phosphogypse

Le procédé de fabrication d'acide phosphorique à partir du phosphate naturel de Gafsa produit environ 3000 Tonnes de phosphogypse/jour.

Le phosphogypse a une structure qui présente de nombreuses caractéristiques du plâtre : on l'appelle aussi phosphoplâtre. Différentes tentatives ont été mises en place dans le but de mettre en valeur ce sous-produit comme dans les remblais, les accotements et dans la production de plaques de plâtre. Comme pour la plupart des déchets industriels, ces essais ont été effectués, d'une part pour leur mise en valeur, et d'autre part pour que la quantité à traiter et à stocker soit moins importante.

Les différents traitements mis en place pour l'utilisation du phosphogypse n'ont pas abouti à de réelles solutions. Pour cela, le principal type de traitement est le stockage à terre. Seuls des contrôles permanents de la pollution permettent la réduction du rejet. C'est pourquoi, des contrôles sont surtout effectués à proximité du rejet de manière à pouvoir constater les effets néfastes immédiats. En outre, d'autres types d'études et de surveillance contrôlent les effets à long terme et la dispersion des polluants vers le large.

Ces phosphogypes produits sont stockés à terre, dans un terrain situé à coté de l'usine M'Dhilla 2. Ces dépôts forment une décharge, qui peut être une source des impacts suivants :

10.4.3.1 Impact du à la dispersion de la poussière de phosphogypse

Le stockage par voie humide du phosphogypse ne génère pas de poussière, d'où absence d'impact.

10.4.3.2 Impact du à la dispersion de la poussière de phosphate

Le procédé de fabrication de l'acide phosphorique est un procédé humide qui ne génère pas de poussière au moment du transport, du stockage et de la manutention.

10.4.3.3 Impact des eaux de ruissellement

En cas de pluie, les eaux de ruissellement seront chargées de phosphogypse, de fluor, de P₂O₅ et autres impuretés. Ces eaux seront collectées dans le bassin de récolte et réacheminées totalement avec les eaux de retour pour être utilisées dans le procédé.

10.4.3.4 Impact sur le paysage

La mise en terril du phosphogypes peut affecter le paysage de la zone du projet. Cet impact reste toutefois faible vu la présence de l'ancien terril à proximité et l'éloignement de l'usine des zones urbaines.

10.4.4 Impacts socio-économiques

Les retombées économiques régionales qui seraient générées par le projet consisteront d'abord en une injection directe d'argent dans l'économie de la région. Cette injection créera des revenus supplémentaires pour la main-d'œuvre embauchée ainsi que pour les entrepreneurs et commerçants qui répondront directement aux demandes en biens et services du promoteur GCT.

Les effets induits se manifestent lorsque les employés et/ou les commerçants (entrepreneurs) régionaux, qui ont accru leurs revenus grâce aux retombées directes et indirectes du projet, génèrent à leur tour une demande de consommation et/ou d'investissement dont les répercussions entraîneront une réaction en chaîne. Outre les emplois directs générés par l'usine, ces activités se traduisent également par la création d'emplois indirects et induits.

Deux types de dépenses peuvent engendrer des retombées économique : les dépenses d'immobilisation ne durent que le temps de la réalisation des constructions, alors que les dépenses d'exploitation sont susceptibles de se répéter à chaque année. Ainsi, les dépenses d'investissement constituent un choc transitoire sur l'économie en ce sens, qu'elles augmentent le niveau d'activité de façon temporaire alors

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 130/158
--	--	---

que pour les dépenses d'exploitation, les effets vont se reproduire et augmenteront de façon permanente le niveau d'activité.

La création de la nouvelle usine aura un impact positif sur l'économie et l'emploi dans la région. Le nombre des emplois directs occasionnés par l'usine de M'dhilla 2 est estimé à 400 employés. Un nombre de 200 emplois sera créé indirectement sous forme de sous-traitance.

10.4.5 Matrice d'évaluation des impacts de la phase d'exploitation

Dans le tableau suivant, on présente une évaluation des impacts sur l'environnement durant la phase de d'exploitation du projet.

Pour indiquer les degrés des impacts, les notations suivantes ont été employées :

	Les Impacts négatifs	Les impacts positifs
Aucun impact	0	0
Impact très faible	*	+
Impact faible	**	++
Impact moyen	***	+++
Impact fort	****	++++

Tableau 30 : Matrice d'évaluation des impacts pendant la phase d'exploitation

	Phase d'exploitation			
	Unité d'acide sulfurique	Unité d'acide phosphorique	Logistique d'adduction d'eau	Décharge de Phosphogypse
Milieu humain				
Agriculture	*	*	*	*
Économique	++	++	+	*
Infrastructures	++	++	+	*
Zones habitées	*	*	0	*
Milieu naturel				
Oueds	0	0	0	**
Sol	0	0	0	***
Nappes	0	0	*	***
Végétation naturelle	*	**	0	**
Faune	*	**	0	**
Paysage naturel	*	**	*	**
Qualité de l'air	*	**	0	**

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 131/158
--	--	---

11 MESURES D'ATTENUATION

Comme présenté au chapitre précédent, la réalisation de ce projet va générer un certain nombre d'interactions sur l'environnement. Dans ce chapitre, nous allons présenter les mesures prévues par GCT pour prévenir ces impacts d'une part, et pour concilier le projet avec son environnement naturel d'autre part. Ces mesures se rapportent aussi bien à la phase construction que celle d'exploitation.

11.1 Mesures prévues durant la période de construction

11.1.1 Mesures relatives au transport des équipements

Les équipements et éléments tubulaires seront amenés à partir de plusieurs endroits de la Tunisie (Tunis, Menzel Bourguiba, Sousse, Sfax et Gabès). Une partie de ces équipements sera importée et il est plus probable qu'ils seront réceptionnés au port de Gabès. Le transport de ces équipements divers depuis les usines de fabrication en Tunisie et le port vers le site de l'usine de Mdhilla2 se fera par camions.

Les impacts potentiels sur l'environnement seront alors notés sur le Trafic routier dans les zones traversées par les camions.

En effet, les vas et viens des camions entre les usines de fabrication, le port et la nouvelle usine entraînera une perturbation de la circulation dans la zone portuaire et sur le réseau routier d'accès au site du projet. Ce gène est principalement dû à la taille et à la lenteur de circulation des camions.

11.1.2 Mesures relatives à la construction de la nouvelle usine M'Dhilla 2

La nouvelle usine doit être construite dans les délais prévus en conformité avec les normes de sécurité en vigueur. L'entreprise des travaux de construction et de montage des équipements devra avertir les délégations de M'Dhilla, Metlaoui, et El Guettar des conditions mises en oeuvre pour les besoins des travaux à effectuer. L'entrepreneur devra, en cas de besoin de main d'œuvre, consulter les autorités locales. Pour des raisons de sécurité, le chantier devra être gardé durant toute la période des travaux.

Durant les travaux, l'opérateur devra être informé par le contractant de toute doléance exprimée par les responsables locaux.

De plus et dans le cadre de la mise en application de la loi n° 96-41du 10 Juin 1996, relative au contrôle, à la gestion et à l'élimination des déchets solides et liquides, le GCT s'engage à veiller à ce que les entreprises contractantes respectent le programme suivant :

- Procéder à l'évacuation des eaux usées du campement du chantier dans des fosses septiques bien aménagées ;
- Collecter les éventuelles huiles de vidanges des différentes machines dans des fus pour être recyclées auprès d'une société agréée pour le traitement (SOTULUB). Les opérations d'entretien des différentes machines, véhicules et engins sont effectuées dans le Kiosque situé le plus proche du site du chantier ;
- Les matériaux en provenance de déblais seront utilisés en remblais (exceptés ceux qui seront jugés inutilisables par l'Ingénieur) dans la mesure où cette disposition entraîne une économie par rapport à l'utilisation de matériaux d'emprunts ;
- Les restes de sables et les pertes de béton seront collectés dans un dépôt réservé au chantier pour être envoyés à la fin des travaux à une décharge contrôlée en vue de leur réutilisation ;
- Collecte et entreposage des pièces de recharge des camions et engins dans un conteneur réservé à cette opération. La majorité de ces déchets est recyclable ;
- Éviter l'incinération des déchets en plein air en vue de leur utilisation comme combustible par les ouvriers ;
- Collecte et transport à la décharge contrôlée la plus proche des ordures ménagères et assimilées ;
- Arrosage des pistes et des matériaux transportés (sable, remblais, etc.) pour minimiser le dégagement des poussières.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 132/158
--	--	---

11.1.3 Mesures relatives à la pose des pipes

Les différentes procédures de montage, de soudure, de contrôle et de la pose des pipes sont soumises à des normes très strictes pour éviter à la fois des défauts techniques et des impacts potentiels pouvant se produire aussi bien pendant la période des travaux que pendant celle de l'exploitation.

11.1.3.1 *Mesures relatives à l'assemblage des éléments tubulaires*

L'entrepreneur de pose sera tenu à respecter à la fois la norme tunisienne en vigueur, mais aussi les exigences relatives à la protection de l'environnement.

Du coté réglementaire, il sera demandé à l'entreprise d'agréer le procédé de soudage et de s'assurer de la qualification des soudeurs. Les assemblages doivent présenter une étanchéité, parfaite et une résistance mécanique d'ensemble au moins égale à celle des éléments de canalisation.

Du coté environnemental, des précautions seront prises en compte pour éviter les impacts décrits au chapitre précédent. Parmi ces mesures, nous citons les éléments tubulaires doivent être toujours bouchés pour éviter l'introduction d'obstacles et des animaux sahariens ;

11.1.3.2 *Mesures relatives aux tests hydrostatiques des pipes*

Avant la mise en exploitation des pipes, ils doivent être soumis à un test d'étanchéité sous pression. L'objectif de ce test est la vérification de la résistance et de l'étanchéité des pipes. Ces épreuves doivent être faites en présence d'un ou plusieurs experts qui seront chargés de rédiger et d'adresser aux services administratifs concernés les procès-verbaux constatant les résultats des épreuves. Les services intéressés doivent être avisés par GCT et peuvent se faire représenter aux épreuves. Le constructeur doit prévoir, lors des épreuves, toutes dispositions utiles pour protéger l'environnement et sauvegarder la sécurité du public.

11.1.4 Mesures en Fin du chantier

Lors du déménagement du chantier, le GCT et ses divers contractants s'engagent à effectuer la remise en état des lieux, en veillant à l'enlèvement de tous les déchets solides et autres objets encombrants. Une attention particulière sera apportée au rétablissement des lieux dans leur état normal.

Tableau 31 : Matrice des mesures pendant la phase de construction

Composante du milieu	Impacts Négatifs Potentiels	Mesures d'atténuation
Phase de construction		
Air	Emissions de gaz et de poussières	Ils sont quantitativement et temporairement limités. - Arrosage systématique des pistes empruntées pour le transport des matériaux, des zones des travaux et des sites de concassage en vue de réduire les poussières émises ; - Contrôle régulier de la combustion des engins ; - Dotation des camions de transport des matériaux meubles de bâches pour la couverture des bennes.
	Bruit et vibrations	Respect des règles relatives aux émissions sonores. - Contrôle régulier des engins du chantier ; - Obligation des ouvriers pour porter les casques d'antibruit selon les règles de sécurité.
Flore	Destruction du couvert végétal situé dans l'emprise de la nouvelle usine et du pipeline.	- Maintenir la végétation aux alentours la nouvelle usine et de la pipe; - Eviter de déraciner les espèces pérennes.

Composante du milieu	Impacts Négatifs Potentiels	Mesures d'atténuation
Phase de construction		
Faune	<ul style="list-style-type: none"> - Destruction des habitats des terriers, des oiseaux, des reptiles et des animaux sauvages supérieurs. - Chasse des espèces protégées en dehors de la période de la chasse légale de certains gibiers. - Rupture des accès de la faune sauvage et domestique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Protéger les petits des animaux ; - Eviter d'écraser les espèces ; - Eviter la chasse des espèces protégées et en dehors de la période de chasse légale ; - Rétablir les accès de circulation de la faune sauvage et domestique ; - Construire des barrières sur les endroits sensibles et dangereux.
Sol	Possibilité de contamination par les rejets hydriques du chantier.	<ul style="list-style-type: none"> - Aménagement d'une fosse septique étanche pour la collecte des eaux usées domestiques du chantier ; - Collecte et évacuation des huiles usagées des engins vers le dépôt de collecte des huiles.
	Possibilité de contamination du sol par le rejet anarchique des huiles usagées	<ul style="list-style-type: none"> - Collecte et évacuation des huiles usagées des engins vers le dépôt de collecte des huiles.
	Contamination de sol par les eaux du test hydrostatique.	<ul style="list-style-type: none"> - Eviter l'utilisation des produits chimiques. - Le test sera conforme avec la norme tunisienne.
Paysage	Destruction de la végétation par l'ouverture d'une piste et d'une tranchée.	Remise en état des lieux
	Pollution par les ordures ménagères et les rebuts de chantier.	Les ordures ménagères seront acheminées directement vers la décharge contrôlée.
socio-économique	<ul style="list-style-type: none"> - Emission de poussière et de bruit - Traversée de la zone d'extension urbaine - Perturbation de la circulation sur les pistes et les routes. 	Eviter la perturbation de la circulation sur les routes et les pistes
Infrastructures	Destruction des routes et des pistes au niveau des croisements avec le pipe.	Rétablissement les routes et les pistes d'accès à la fin des travaux

11.2 Mesures prévues durant la période d'exploitation

Pendant l'exploitation de la nouvelle usine M'Dhilla 2, des impacts potentiels peuvent se produire. Il est donc impératif de prévoir des mesures compensatoires pour éviter ces impacts négatifs.

11.2.1 La nouvelle usine de M'Dhilla 2

Les mesures de compensation environnementale, au niveau de la nouvelle usine, sont relatives :

- Aux équipements ;
- Aux émissions gazeuses ;
- Aux rejets hydriques ;
- Aux déchets solides ;

11.2.1.1 Mesures prévues au niveau des Équipements

Tous les équipements seront fabriqués et transportés jusqu'aux sites. Les équipements doivent répondre aux spécifications de la norme tunisienne et de celles précisées par le GCT et prescrites dans le cahier de charge. Elles doivent également être munies des différents dispositifs de sécurité.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 134/158
--	--	---

Avant la mise en exploitation l'opérateur devra obtenir les autorisations de mise en service après les tests nécessaires.

11.2.1.2 Mesures prévues pour la consommation d'eau

L'unité industrielle M'Dhilla 2 va utiliser les eaux de nappe de SEBSEB. Bien que cette utilisation n'aura pas d'impact majeur sur les ressources en eau de la région, surtout qu'il s'agit dans notre cas d'une eau ayant une salinité élevée, le GCT est bien conscient de l'importance des ressources en eau pour la région de Gafsa. Plusieurs choix ont été adoptés dès la phase de la conception du projet pour mettre en place des actions concrètes d'économie d'eau. Parmi ces choix, il est important de citer :

- *L'utilisation de la boucle fermée d'eau industrielle,
- *Le recyclage des eaux de tabia de phosphogypse,
- *Adoption de la technologie HRS pour la récupération de la chaleur de l'absorption.

11.2.1.3 Mesures prévues pour les émissions atmosphériques

Pour les fuites des gaz fluorés, il est prévu d'installer :

- Des détecteurs fixes de fuite de gaz ;
- Des détecteurs mobiles de la concentration en HF à l'intérieur du centre de la nouvelle usine.

En cas de détection de concentration anormale des gaz, il aurait toute une procédure pour le rassemblement des ouvriers à l'intérieur de l'usine et pour l'intervention pour éviter les risques potentiels. Une équipe sera formée pour l'intervention durant ces cas d'urgence.

Il est à noter que les concentrations moyennes et maximales calculées sont de l'ordre de quelque $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et sont en général très faible par rapport au seuil de $5 \text{ mg}/\text{m}^3$. Ce résultat peut être expliqué par la performance des procédés, par le lavage des gaz et aussi par la hauteur des cheminées qui assurent une dispersion optimale des émissions.

Ce résultat montre l'efficacité de l'action prise par le groupe chimique en vue de minimiser l'impact des émissions des gaz fluorés.

Le minerai de phosphate tunisien contient une teneur élevée en matières organiques et sa réaction de transformation en acide phosphorique ou en TSP génère des gaz malodorants composés essentiellement de H_2S et de mercaptans.

Les concentrations en ces composés restent faibles et ne dépassent pas à l'émission 39 ppm pour le H_2S et 0,7 ppm pour les mercaptans.

L'abattement de ces gaz malodorants constitue encore un défi technologique à maîtriser puisqu'il s'agit d'un domaine peu exploré et sans référence d'application à l'échelle industrielle dans le secteur concerné. Les actions menées actuellement par le GCT pour la lutte contre l'émission des odeurs sont les suivantes :

1. Engagement d'un programme de recherche scientifique ayant pour objectif la mise au point d'un procédé d'abattement des gaz sulfurés. Le procédé étudié consiste à un traitement par décharge glissante Glid Arc du fournisseur et détendeur de licence ECP. Une installation pilote a été mise en fonctionnement à l'usine de Sfax. Les essais de traitement des gaz par cette voie sont en cours de réalisation.
2. L'adoption par le GCT de la technologie de Flash Cooler à la nouvelle usine de TIFERT à Skhira avec laquelle il est attendu que les rejets gazeux malodorants soient minimisés et leur dispersion

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 135/158
--	--	---

considérablement réduite. Des projets de Flash Cooler sont déjà programmés aux usines de Skhira 1 et de Mdhilla 2.

Le procédé de fabrication de l'acide phosphorique est un procédé humide qui ne génère pas de poussière au moment du transport, du stockage et de la manutention.

L'usine actuelle Mdhilla 1 prendra en charge la réception, le stockage et la fusion du soufre en quantité suffisante pour alimenter les deux usines Mdhilla 1 et Mdhilla 2.

Les mesures entreprises pour limiter la dispersion des poussières de soufre sont les suivantes :

- Bâchage des wagons lors du transport entre Sfax et Mdhilla ;
- Arrosage par un rideau d'eau de la trémie et de la bande d'extraction du culbuteur. Cette exigence est dictée par le manuel des procédures de service sécurité ;
- Stockage du soufre dans un hall couvert et étanche ;
- Arrosage périodique du soufre ;
- Installation d'un système d'arrosage de type (Sprinkler) au niveau du stockage et au niveau des bandes transporteuses du soufre ;
- Nettoyage périodique à l'eau des toitures du hall à soufre.

Il est à noter que par mesure de sécurité, le déchargement du soufre n'est autorisé qu'avec l'arrosage à l'eau. Ce qui limite considérablement les émanations de poussière.

11.2.1.4 Mesures prévues pour les rejets hydriques

Le bureau d'étude (I2E) a prévu une station de traitement pour les eaux usées de l'usine et a proposé la réutilisation des eaux traitées pour l'irrigation du rideau vert. La qualité des eaux épurées issues de la STEP sera conforme à la NT106.02 et à la NT 106.03. Cette eau ne sera manipulée que par des agents formés et avertis qui opéreront selon une procédure d'hygiène claire.

11.2.1.5 Mesures prévues pour l'acide fluosilicique

Dans le procédé au dihydrate, une faible proportion seulement du fluor contenu dans le phosphate naturel est volatilisée pendant la digestion et la filtration ; 15 à 75% sont retenus dans le gypse (le pourcentage dépend surtout de la composition du phosphate) et la plus grande partie du reste passe dans l'acide filtré. Les deux tiers environ du fluor de l'acide filtré se volatilisent quand celui-ci est amené à une concentration en anhydride phosphorique de 50 à 54%. Habituellement, environ 50Kg de fluor se volatilisent par tonne d'anhydride phosphorique, en général sous forme de SiF₄ et/ou d'HF.

De nombreux procédés ont été proposés et mis au point expérimentalement pour récupérer des composés fluorés vendables ; certains d'entre eux sont utilisés à l'échelle industrielle.

Le fluor est d'ordinaire récupéré sous forme d'une solution aqueuse d'acide fluosilicique H₂SiF₆, dont la concentration peut atteindre 20 à 25%. Dans certains pays, cet acide est utilisé directement pour la fluoruration de l'eau potable des réseaux de distribution, afin d'éviter la carie dentaire.

L'acide est envoyé à diverses municipalités dans des wagons-citernes revêtus intérieurement de caoutchouc. Des sels de l'acide fluosilicique, tels que les fluosilicates de sodium, de potassium et d'ammonium, ont diverses utilisations et il est facile de les fabriquer à partir de l'acide. Le fluosilicate de sodium est aussi utilisé pour la fluoruration de l'eau potable, mais on préfère en général l'acide fluosilicique.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 136/158
--	--	---

On a mis au point des procédés de fabrication du fluorure d'aluminium (AlF_3) et de la cryolite (Na_3AlF_6) à partir de l'acide fluosilicique ; ces composés sont utilisés en grande quantité par l'industrie de l'aluminium, mais pour cet usage, ils doivent être très purs et, en particulier, les teneurs en silicium et en phosphore doivent être très faible, ce qui complique leur obtention à partir des sous-produits de l'industrie des phosphates. On peut fabriquer du fluorure de calcium et l'utiliser à la place du spath fluor naturel pour obtenir de l'acide fluorhydrique (HF), qui est la matière première de base pour la fabrication de nombreux composés fluorés organiques et inorganiques et qui est aussi employé en métallurgie.

En général, la rentabilité de la fabrication, à partir de l'acide fluosilicique obtenu comme sous produit, de composés fluorés de la qualité requise par l'industrie chimique est minime ou même négative pour les petites usines, mais, pour les grandes elle peut être appréciable. Quand plusieurs usines d'acide phosphorique sont assez proches l'une de l'autre pour que l'expédition soit rentable, l'acide fluosilicique brut obtenu par les différentes usines peut être envoyés à un point central pour servir à fabriquer des composés fluorés raffinés.

La production de l'acide fluosilicique est prélevée au refoulement de la pompe de circulation 725P03 et envoyée au réservoir 725D05. Ce réservoir aura une capacité de 500 m³.

L'acide fluosilicique produit est destiné pour la vente locale.

Une unité de neutralisation sera prévue comme secours et fonctionnera en cas de remplissage du bac de stockage. La description de cette unité figure dans le chapitre relatif à la description détaillée du projet.

11.2.1.6 Mesures prévues pour les déchets solides

Les ordures ménagères et assimilées de la nouvelle usine seront collectées et transportées vers une décharge contrôlée. Cependant le phosphogypse sera mis en terril.

Pour le **Pentoxyde de Vanadium** qui est considéré comme un déchet dangereux, et des précautions doivent être prises lors de sa manipulation :

- La vidange et le tamisage de la masse catalytique se feront automatiquement : sans intervention humaine et sans contact avec l'air. En effet, l'intervention humaine n'est nécessaire que lors de la recharge des lits en masse catalytique dépoussiérée. Pour cette raison des précautions de manipulation (masque, gants, tenue de sécurité) doivent être pris par les ouvriers.
- Les déchets seront collectés dans des fûts étanches, et stockés au sein de l'usine, dans un local approprié et aménagé pour stocker les déchets spéciaux, jusqu'à l'ouverture de la décharge de Jradou, où ils seront évacués.

Les déchets solides générés par la purification et la filtration du souffre sont estimés à de 1.3 T/j de déchets solides, sous forme de boues sèches.

Ces déchets sont rejetés dans la décharge de phosphogypse.

11.2.2 Mesures relatives à la mise en terril de phosphogypse

Le terril sera aménagé pour recevoir le phosphogypse produit au niveau de M'dhila1 et M'dhila2. Les mesures prévues pour la mise en terril de phosphogypse sont les suivantes :

- Décharge par voie humide sur un terrain aménagé et imperméabilisé au moyen d'une géomembrane pour protéger le sol et les nappes.
- Installation d'un bassin de récupération du lixiviat.
- Recyclage des eaux de lixiviat dans le procédé
- Réalisation de digues de protection autour de la Tabia et autour des bassins de récupération de lixiviat.
- Mise en place d'une géomembrane.
- Plantation d'un écran vert autour de l'usine M'Dhilla2.

Chacun des modules du terril de phosphogypse comprendra deux (02) cellules qui seront exploitées en alternance. Un cycle d'exploitation consistera à remplir de phosphogypse une cellule pendant que l'autre

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 137/158
--	--	---

cellule sera préparée en rehaussant ses digues en périphérie. La digue d'amorce servira à retenir les eaux gypseuses durant le premier cycle d'exploitation. Par la suite, cette digue sera rehaussée périodiquement avec du phosphogypse lors de l'exploitation.

Un fossé périphérique est compris entre la digue d'amorce et une digue extérieure, appelée digue périphérique. Le fossé périphérique est destiné à collecter toutes les eaux de ruissellement qui viendront en contact avec le tas de phosphogypse, ainsi que les eaux provenant des drains installés sous le tas de phosphogypse.

Les eaux surnageantes à l'intérieur des cellules sont évacuées par des prises d'eau (caisse en bois ou en PEHD avec une hauteur ajustable en fonction de la hauteur du terril) et s'écoulent par gravité dans des conduites installées au fond du fossé périphérique jusqu'au bassin de récupération.

Une cellule sera remplie de phosphogypse avec déversement des eaux gypseuses à une extrémité de la cellule, déposition du phosphogypse sur une aire (dont la pente sera environ de 0,4%) et récupération des eaux surnageantes par l'intermédiaire d'une prise d'eau localisée à l'extrémité opposée au point de déversement. La surface du plan d'eau est ainsi minimisée, ainsi que les pertes d'eau par évaporation. Cette manière est bien adaptée au climat sec tunisien.

Le fossé périphérique est destiné à collecter toutes les eaux de ruissellement qui viennent en contact avec le tas de phosphogypse, ainsi que toutes les eaux qui s'échappent du tas de phosphogypse, soit par les drains installés sur le fond, soit par les talus. Le fossé périphérique se draine dans le bassin de récupération des eaux surnageantes.

Les eaux gypseuses (suspension de gypse dans l'eau) sont déversées dans les cellules au point haut à leur extrémité. Le phosphogypse se dépose sur une plage et les eaux surnageantes forment un étang à l'extrémité opposée de la cellule.

Ces eaux sont évacuées de façon contrôlée par une prise d'eau et s'écoulent par gravité dans des conduites installées au fond du fossé périphérique jusqu'au bassin de récupération. Ces eaux sont ensuite pompées vers les usines pour être réutilisées dans le procédé.

Chacun des éléments constituant le terril est repris plus en détail ci-dessous :

Imperméabilisation de la base du terril:

Afin de ne pas contaminer la nappe d'eau souterraine, la base du terril est étanchéisée au moyen d'une membrane composite constituée, de bas en haut :

- D'une couche d'argile compactée de 0,5 m d'épaisseur; le coefficient de perméabilité de cette couche d'argile est égal ou inférieur à $5,0 \times 10^{-9}$ m/s.
- D'une géomembrane en polyéthylène de haute densité (PEHD) de 1,5 mm d'épaisseur.

Réseau de drainage sur le fond du terril :

Le fond de terril sera drainé au moyen d'un réseau de drains déchargeant dans le fossé périphérique.

Un réseau de drains est mis en place à la base du terril au-dessus de la membrane imperméable. Ce réseau est constitué d'une série de conduites perforées en PEHD enrobées de sable et gravier et alignées suivant la pente du terrain. Ce système de drainage favorisera la consolidation du phosphogypse, et permet en plus de diminuer les pressions hydrostatiques sur la membrane imperméable à la base du terril.

Digue d'amorce :

La digue d'amorce sert à former les deux cellules requises pour effectuer le remplissage des cellules lors du premier cycle d'exploitation. Lors des cycles subséquents, les digues périphériques seront rehaussées avec le phosphogypse asséché par hauteur d'environ 1,5 m à la fois.

La coupe type de la digue d'amorce est conçue pour être stable, sécuritaire et d'une étanchéité adéquate en présence d'eaux gypseuses et d'eaux surnageantes pouvant atteindre une hauteur de 3 à 4 m en début d'exploitation.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 138/158
--	--	---

La digue d'amorce est composée d'un massif central en sol semi imperméable, pour limiter les infiltrations à travers la digue. Cette zone de faible perméabilité est protégée par un filtre en sable et gravier, qui est lui-même protégé par un enrochement. Cet enrochement constitue la recharge aval de la digue d'amorce et ce matériau très perméable et de résistance mécanique élevée assure la stabilité du talus aval de la digue.

Fossé périphérique :

Le fossé périphérique ceinture les cellules de déposition du phosphogypse. Il a pour but de collecter toutes les eaux de pluie qui tombent sur le talus extérieur du tas de phosphogypse et toutes les eaux acidulées qui percolent à travers le phosphogypse et qui sont évacuées par les drains installés à la base du tas de phosphogypse.

Le fossé sert également à évacuer les eaux surnageantes venant des prises d'eau via des conduites qui reposent sur le fond du fossé.

Le fossé périphérique a une hauteur minimale de 3,0 m. le fond et les parois du fossé sont imperméabilisés, comme le fond des cellules, au moyen d'une géomembrane PEHD mise en place sur une couche d'argile compactée. La géomembrane est protégée contre les rayons ultraviolets et contre les bris mécaniques par des couches de remblai (sable et pierre concassée) qui protègent également les talus contre l'érosion.

Prises d'eau (Evacuateurs d'eau) :

Chacune des deux cellules est munie d'une prise d'eau pour assurer l'évacuation continue, efficace et sécuritaire des eaux surnageantes.

L'évacuation des eaux de la prise sera assurée par une conduite en PEHD ou en PVC fretté qui traverse la digue d'amorce, et qui repose sur le fond du fossé périphérique pour se rendre jusqu'au bassin de récupération des eaux surnageantes.

11.2.3 Risques accidentels

La prise en compte de tous les dispositifs de sécurité ne peut pas exclure l'occurrence d'un éventuel accident au niveau des diverses installations projetées.

En cas d'occurrence d'un éventuel accident, les dispositions suivantes sont à suivre :

- *Troubles d'exploitation mettant en cause la sécurité* : Tout incident ou toute circonstance susceptible de provoquer des troubles mettant en cause la sécurité doit faire l'objet d'une communication immédiate de l'opérateur au Ministre de l'industrie, ainsi qu'aux autorités locales compétentes ;
- *Accident* : En cas d'accident ou d'incident survenu à une canalisation, le Ministre de l'industrie peut sur proposition des services compétents de son département prescrire, en fixant sa valeur, un abaissement de la pression effective de service dans les canalisations qu'il désigne, lorsque leurs conditions de fabrication et d'emploi les exposent à des risques analogues.
- *Accident majeur* : En cas d'accident grave, notamment d'incendie, d'explosion ou d'asphyxie, et en tout cas chaque fois qu'il y a mort, ou blessures et lésions susceptibles d'entraîner la mort, l'opérateur doit en informer immédiatement le Ministre de l'industrie, lequel procède à une enquête dont les résultats, accompagnés de son avis sur les responsabilités engagées, sont portés à la connaissance des autorités et parties concernées.

Une étude de danger est en cours d'élaboration. Cette étude aura pour but d'analyser le risque associé aux installations de l'usine et traitera les différents scénarios d'accidents et de disfonctionnement.

11.3 Mesures d'atténuation en phase de post-atténuation

Lors de fermeture du site et l'abandon des pipelines et des installations, deux principaux scénarios peuvent être envisagés :

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 139/158
--------------------------	---	---

Le premier scénario qui consiste à la dépose de la canalisation et le démantèlement des installations et l'évacuation de tous ses éléments vers une décharge publique n'est pas accepté pour les raisons suivantes:

- Des dégâts agricoles très importants seront causés par les engins de d'excavation, de levage, de découpage du pipe, de remblayage de la tranchée et d'évacuation vers une décharge publique ;
- Des coûts très élevés comparables à ceux des travaux de pose.

Le deuxième scénario qui se résume par le recyclage et la valorisation des installations pour d'autres fins et l'abandon des pipes in situ, présente les avantages suivants :

- Cette solution ne génère pas de dégâts dans les terres agricoles ;
- Après quelques années, les canalisations qui sont en matière plastique ne vont pas se dissiper rapidement dans le sol du fait de ses caractéristiques chimiques neutres. L'abandon de ce revêtement dans la tranchée ne présente pas de risque pour l'environnement du fait de l'absence de réaction chimique avec le sol environnant.

Dans tous les cas, le GCT s'engage à élaborer une étude d'abandon des pipelines et des installations, par des experts spécialisés dans la décontamination des sites industriels et les projets de dépollution, contenant toutes les dispositions et les recommandations à prendre en compte et l'analyse des impacts du projet d'abandon sur l'environnement dans l'objectif de la soumettre à l'ANPE pour approbation.



Tableau 32 : Matrice des mesures pendant la phase de exploitation

Composante du milieu	Impacts Négatifs Potentiels	Mesures d'atténuation	
Phase d'exploitation			
Air	Pollution de l'air ambiant.	<ul style="list-style-type: none">○ Contrôle régulier des paramètres de fonctionnement des installations○ Mise en place d'un plan de monitoring.	
	Bruit.	<ul style="list-style-type: none">Équipements à installer conformément aux règles de sécurité les plus strictes :○ Mettre à disposition du personnel des moyens de sécurité adéquats ;○ Signaler les lieux et réglementer l'accès ;○ Mise en place d'un plan de monitoring.	
Sol, faune, flore	Rejets hydriques de la nouvelle usine	<ul style="list-style-type: none">○ Traitement des rejets hydriques de la nouvelle usine avant leur rejet dans le milieu nature en conformité avec la normeNT106.02○ Vente /neutralisation de l'acide fluosilicique récupéré.	
Paysage	<p>Pollution par les déchets solides de procédé.</p> <p>Boues résiduaires issues de la station de traitement des eaux usées</p>	Les boues devront être évacuées dans des décharges contrôlées spécifiques pour les boues.	



Composante du milieu	Impacts Négatifs Potentiels	Mesures d'atténuation
Phase d'exploitation		
Milieu socio-économique	Médias des filtres	Stockage approprié et recyclage (local aménagé).
	Déchet de catalyseur (pentoxyde de vanadium)	Plan de stockage et de gestion
	Phosphogypse	<ul style="list-style-type: none">○ Arrosage○ Récupération de lixiviat○ Monitoring○ Digue de protection
	Pollution due aux déchets solides ménagers ou assimilés.	Collecte et évacuation la décharge contrôlée la plus proche.
	Pollution par les déchets d'emballage	<ul style="list-style-type: none">○ Collecte sélective des déchets ;○ Acquisition d'une presse à balle ;○ Valorisation des déchets recyclables ;○ Evacuation des déchets non recyclables vers la décharge contrôlée la plus proche.○ les fûts vides des produits chimiques, ainsi que les fûts pleins des produits périmés.
	Risques et accidents	<ul style="list-style-type: none">○ Mettre en place des procédures et des plans d'urgence en cas d'accident.○ Campagnes d'information et de sensibilisation des ouvriers et des riverains.○ Prévoir des actions pour minimiser les risques d'accidents.○ Renforcement de la signalisation au niveau de la route d'accès au site (panneaux de passage à niveau, passage d'animaux).
Infrastructure	Construction de l'usine M'Dhilla2.	La construction de la nouvelle usine doit être conforme à la norme en vigueur.
Phase de post-exploitation		
Élaboration d'un plan de fermeture et abandon qui sera soumis à l'ANPE pour approbation		

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 142/158
--	--	---

12 PLAN DE FERMETURE

Un plan de fermeture sera élaboré par le GCT. Les actions de réhabilitation d'un site comprennent à la fois des opérations de dépollution et de réhabilitation du site en vue d'en permettre un nouvel usage.

L'objectif final étant de faire disparaître les nuisances et de supprimer ou de minimiser les risques vis-à-vis de l'environnement, des personnes et des biens.

Dans la pratique, les traitements peuvent être classés en trois catégories principales :

- les traitements physico chimiques (venting, lavage des sols, stripping, malaxage, géo-membrane, détournement hydraulique.....),
- les traitements biologiques (bio lixiviation, bio venting, bio réacteur, bioremédiation...),
- les traitements thermiques (incinération, gazéification et post combustion, désorption thermique, vitrification...).

Quelles que soit la catégorie, quatre techniques sont envisageables selon le type de pollution :

- les traitements hors site : les déchets, produits, matériaux, eaux, sols pollués sont enlevés et traités dans une installation extérieure au site (centre de traitement) ;
- les traitements sur site : les déchets, produits, matériaux, eaux, sols pollués sont traités, après excavation des terres, dans une installation présente sur le site ;
- les traitements in situ : le sol, les eaux, l'air pollués sont traités en place sans être excavés ou pompés.
- le confinement : permet de laisser les terres à dépolluer sur le site en empêchant la propagation des polluants grâce à une barrière étanche : géo membrane, couverture imperméable, paroi moulée, etc. L'érosion des sols, la percolation de l'eau vers la nappe et le ruissellement sur les terres polluées sont ainsi évités.

Les procédés de confinement des sites pollués peuvent être classés en trois catégories : confinement de surface, confinement vertical et confinement horizontal profond.

Concernant le confinement de surface, les matériaux employés pour assurer la fonction d'étanchéité (sols compactés, géomembranes, géocomposites bentonitiques, barrière capillaire).

Les principales familles de matériaux usuellement rencontrés dans la réalisation des parois de confinement vertical (coulis, bétons et mortiers plastiques, ...).

12.1 Plan d'action de réhabilitation

Ce document concerne l'étude sommaire d'un plan de réhabilitation environnementale de site de production du GCT de l'usine MDHILLA 2 qui tient compte des données disponibles relatives à la caractérisation de site tel qu'il se présente à l'état actuel.

Les actions proposées sont les suivantes :

1. Réalisation d'une étude pour actualiser les données de caractérisation environnementale concernant les sols, les eaux souterraines, l'air, la faune et la flore.
2. Isolement des terrils de phosphogypse par confinement du dépôt et des sols sous-jacents pollués avec recouvrement et végétalisation.
3. Excavation des sols pollués dans les usines et leur remblayage par de la terre ordinaire

12.1.1 Réalisation d'une étude de caractérisation environnementale

La réalisation de cette étude est indispensable pour cerner, à la date de la fermeture des usines, la situation environnementale exacte de site.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 143/158
--	--	---

L'étude à engager doit traiter les deux parties suivantes :

Partie I : Caractérisation de l'état des sols et des eaux souterraines de l'usine Mdhillla 2 et proposition de solutions de remédiation.

Partie II : Caractérisation de la qualité de l'air, de la végétation et de la faune de l'usine et proposition de solutions de remédiation.

12.1.2 Isolement et aménagement des dépôts de phosphogypse

La nouvelle décharge de phosphogypse couvre environ 36 hectares sous formes trapézoïdal.

Se référant au projet de Taparura qui traite une problématique similaire, il y a lieu de retenir pour le GCT la solution d'isolement des dépôts de phosphogypse qui consiste à confiner sur place le dépôt de phosphogypse et les sols sous-jacents pollués. Un tel système comprend trois composantes essentielles suivantes :

- Une partie inférieure : La base ;
- Une partie latéral : La digue ;
- Une partie supérieure : Le recouvrement.

- La partie inférieure et la partie latéral du dépôt :

Le terril de phosphogypse comprend deux cellules qui sont exploitées en alternance. Un cycle d'exploitation consiste à remplir de phosphogypse une cellule pendant que l'autre cellule est préparée en rehaussant ses digues en périphérie et sa prise d'eau (appelée aussi évacuateur).

La digue d'amorce sert à retenir les eaux gypseuses durant le premier cycle d'exploitation. Par la suite, cette digue est rehaussée avec du phosphogypse par l'exploitant.

Un fossé périphérique est situé entre la digue d'amorce et une digue extérieure, appelée digue périphérique. Le fossé périphérique est destiné à collecter toutes les eaux de ruissellement qui viendront en contact avec le tas de phosphogypse, ainsi que les eaux provenant des drains installés sous le tas de phosphogypse.

Le fond du terril sera rendu étanche au moyen d'une membrane composite comprenant les deux éléments suivants :

- Une couche d'argile de 0,50 m d'épaisseur;
- Une géomembrane en polyéthylène de haute densité (PEHD) de 1,5 mm d'épaisseur.

Cette membrane composite se prolonge sous la digue d'amorce, sous le fossé périphérique et jusqu'en crête de la digue périphérique. Le fond du terril sera drainé au moyen d'un réseau de drains, équidistants 50 m, et se déchargeant dans le fossé périphérique.

Les eaux surnageantes à l'intérieur des cellules seront évacuées par des prises d'eau et s'écouleront par gravité dans des conduites installées au fond du fossé périphérique jusqu'au bassin de récupération.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 144/158
--	--	---

- Recouvrement du dépôt :

Après avoir transféré sur le dépôt toute la terre polluée des usines, le dépôt doit être couvert d'une couche de terre propre d'une épaisseur minimale de 0,8 m. Cette couche servira pour la végétalisation du dépôt après son isolement. En effet, les directives néerlandaises relatives au recouvrement des décharges d'ordures ménagères stipulent qu'une couche de terre d'épaisseur minimale de 0,8 m est nécessaire pour la plantation de végétation à racines s'étendant en horizontale et de 1,0 m pour les arbustes avec des racines s'étendant en profondeur. Il est à noter que pour le cas du projet TAPARURA, il a été prévu de mettre une couche de 0,8 m de terre et de réaliser des buttes en terre pour la plantation des arbustes.

La fonction principale du recouvrement est de réduire ou d'éviter l'infiltration des eaux de précipitation et d'irrigation dans le dépôt de phosphogypse. Les autres fonctions sont d'éviter le contact direct des humains et des animaux avec le phosphogypse et de satisfaire à des conditions esthétiques.

De plus, le recouvrement doit être conçu de manière à satisfaire les conditions suivantes :

- Il ne doit pas permettre une infiltration supérieure à 5 mm/an.
- Il ne doit pas perdre ses propriétés d'isolement suite aux tassements qui pourront y avoir lieu.
- Il doit résister aux influences du climat (chaleur, rayonnement UV et vent) et à l'érosion.
- Il doit résister aux conditions chimiques locales, en particulier à la forte acidité du phosphogypse présent dans le dépôt.
- Il doit être de bonne qualité et posséder une longue durée de vie (les inspections et les réparations sont difficiles à effectuer car cette étanchéité est souvent composée de plusieurs couches et recouverte par la végétation).
- Il doit pouvoir fonctionner avec un talus de 1:3 au maximum.
- Il doit assurer un bon drainage des eaux d'infiltration et de ruissellement.
- Il doit permettre l'évacuation des gaz produits dans le dépôt.
- Il doit être composé d'une couche de sol d'au moins 0,3 m d'épaisseur pour le traitement du gaz radon.

- La végétalisation progressive des talus de phosphogypse

Pour protéger les talus de phosphogypse en exploitation contre l'érosion, on procède à une végétalisation progressive des parois.

A la fin du cycle d'exploitation (Talus abandonné), la surface au sommet du talus est aussi plantée. La technique de végétalisation adoptée actuellement consiste à planter des arbustes qui s'adaptent à la nature du sol (phosphogypse).

Le laurier-rose (*Nerium Oleander*) et le tamaris (*Tamarix gallica*) sont deux arbustes connus par leur résistance aux embruns et par leur poussée dans les sols pauvres, salés et arides des bords de mer. C'est pour cela qu'ils étaient choisis pour la plantation des talus de phosphogypse des usines du GCT à Sfax et M'dhilla.

Ces arbustes, en plus du réseau fibreux de leurs racines qui contribue à la lutte contre l'érosion, ont une silhouette agréable offrant ainsi une valeur esthétique aux talus.

Suite à l'évolution des techniques du Génie Végétal, de nouveaux procédés de végétalisation ont été développés et méritent d'être adoptés. Ces techniques visent une végétation intensive (arbustive et herbacée) des talus de phosphogypse.

La végétation herbacée permet l'engazonnement total du talus. Le procédé consiste à couvrir le talus par des filets bidégradables (géotextile) qui feront temporairement support pour la nouvelle végétation. Les graines sont mélangées avec des engrains et de la terre végétale puis semées par projection hydraulique du mélange sur le géotextile. Cette technique permettra de verdir le talus en temps « record ».

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 145/158
--	--	---

- Monitoring Environnemental

Des puits d'observation seront placés en périphérie du terril. Ils serviront à mesurer le niveau de la nappe d'eau et à prélever des échantillons d'eau pour le suivi environnemental. Au total, 8 puits doivent être installés, dont 7 puits de 15 à 20 m de profondeur et un puits de 70 m de profondeur.

12.2 Excavation du sol pollué

La dépollution des sites de production nécessite l'excavation des sols contaminés

L'opération suivante consiste à remblayer les trous créés par l'excavation à partir d'un remblai de terre naturelle : ordinaire et végétale.

Les profondeurs appliquées pour le décapage des sols pollués varient en fonction de la nature de contamination et ont été déterminées en référence à des projets similaires de réhabilitation (tableau suivant).

Tableau 33 : Estimation des profondeurs d'excavation et des hauteurs de confinement

	Profondeur d'excavation (m)		Hauteur de confinement (m)	
	Aire dallée	Aire non dallée	Terre ordinaire	Terre végétale
Aire de Stockage du phosphogypse	Géomembrane PEHD	-	0,6	0,2
Aire de Stockage de soufre solide	0,1	0,3	0,1 - 0,3	-
Aire de Stockage du phosphate	-	0,1	0,1	-
Aire des Bassins de Lixiviat et de décantation	Géomembrane PEHD	1,5	02-03	-
Aire de stockage Crasse de soufre	0,1	0,3	0,1 - 0,3	-
Aire de stockage du Catalyseur usagé	0,1	0,3	0,1 - 0,3	-
Aire de Stockage de Ferraille	-	0,15	0,15	-
Culbuteur Fosses septiques	0,2	1	3,7 - 4,5	-
Aire de stockage fuel	1	3	01-03	-
Terre pollué par des eaux gypseuses (autour de Tabia)	-	1	1	-
Installation + Stockage acides + Ateliers maintenance	0,2	0,2	0,2	-
Aire chemin de fer	-	0,3	-	-

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie	Date : 14/07/10
	ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 146/158

13 PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE

13.1 Mesures d'atténuation

L'estimation des dépenses correspondantes aux mesures envisagées pour prévenir, minimiser et compenser les effets dommageables de la nouvelle usine de M'Dhilla 2 sur l'environnement est donnée à titre indicatif, le tableau suivant présente le coût prévisionnel des dépenses correspondantes aux mesures envisagées :

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie	Date : 14/07/10
	ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 147/158

Tableau 34 : Estimation des dépenses correspondantes aux mesures d'atténuation

Activité du projet	Impact environnemental potentiel	Mesure d'atténuation proposée	Responsabilités institutionnelles	Coûts estimatifs (DT)
Phase de construction	Le stockage de certains matériaux du chantier, tels les ciments et les hydrocarbures servant au fonctionnement des engins, peut constituer une source de pollution pour les sols.	<ul style="list-style-type: none"> - Respecter les règles de stockage des produits - Respecter les règles de bonne gestion du chantier et de ses équipements - L'entreprise doit soumettre ses procédures au GCT pour approbation 	L'entreprise de réalisation des travaux	-
	Emissions de gaz et de poussières	<p>Ils sont quantitativement et temporairement limités.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arrosage systématique des pistes empruntées pour le transport des matériaux, des zones des travaux et des sites de concassage en vue de réduire les poussières émises - Contrôle régulier de la combustion des engins. - Dotation des camions de transport des matériaux meubles de bâches pour la couverture des bennes 	L'entreprise de réalisation des travaux	10 000
	Bruit et vibrations	<p>Respect des règles relatives aux émissions sonores.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contrôle régulier des engins du chantier - Obligation des ouvriers pour le port de casques d'anti-bruit selon les règles de sécurité 	L'entreprise de réalisation des travaux	-
	Pollution par les ordures ménagères	Les ordures ménagères seront acheminées directement vers la décharge municipale..	L'entreprise de réalisation des travaux	5 000
	Pollution par les rebuts de chantier.	Les rebuts de chantier seront évacués au fur et à mesure de leur génération vers des sites autorisés	L'entreprise de réalisation des travaux	5 000
	Pollution par les eaux utilisées dans le test hydrostatique	Récupération + recyclage	GCT	10 000
	Possibilité de contamination par les rejets hydriques du chantier	<ul style="list-style-type: none"> - Aménagement d'une fosse septique étanche pour la collecte des eaux usées domestiques du chantier - Vidange périodique de la fosse et transport vers station d'épuration des eaux usées urbaines la plus proche ; 	L'entreprise de réalisation des travaux	5 000
	Possibilité de contamination du sol et des eaux souterraines par les huiles usagées	<ul style="list-style-type: none"> - Collecte et évacuation des huiles usagées des engins vers le dépôt de collecte des huiles de SOTULUB 	L'entreprise de réalisation des travaux	5 000

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie	Date : 14/07/10
	ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 148/158

Activité du projet	Impact environnemental potentiel		Mesure d'atténuation proposée		Responsabilités institutionnelles	Coûts estimatifs (DT)
	Un chantier mal organisé et où les mesures de sécurité ne sont pas respectées, constitue une menace à la sécurité publique et à celle des ouvriers.		Respect des règles relatives à : <ul style="list-style-type: none"> - L'interdiction de l'accès du public au chantier, - La circulation des véhicules à l'intérieur du chantier - Port de casques, masques, gants et chaussures de sécurité par les ouvriers. 		L'entreprise de réalisation des travaux	5 000
Phase d'exploitation	Pollution de l'air ambiant		<ul style="list-style-type: none"> - Lavage des gaz du réacteur d'acide phosphorique et recyclage des eaux de lavage vers les unités de procédé. - Installation du système de Flash cooler permettant de réduire et minimiser les émissions - Mise en place un système de surveillance en continu de la pollution de l'air ambiant - Intégration de la technique de double absorption dans les unités d'acide sulfurique. - Intégration de système de récupération d'énergie. - Installation de lavage gaz final au cours des opérations de dégazage et de démarrage. 		GCT	10 000 000
	Pollution par les rejets hydriques		Installation d'un circuit de collecte de toutes les eaux industrielles de l'usine et recyclage vers les unités de production.		GCT	40 000 000
			Récupération du fluor au niveau de la concentration H ₃ PO ₄		GCT	20 000 000
			* Installation d'une station d'épuration des eaux sanitaires * réutilisation de l'eau épurée à l'intérieur de l'usine. * Unité de neutralisation de l'acide fluosilicique récupéré		GCT	650 000
	Pollution par les déchets solides de procédé : Phosphogypse		<ul style="list-style-type: none"> - Décharge sur un terrain aménagé et imperméabilisé au moyen d'une membrane composite de façon à protéger les nappes. - Installation des bassins de récupération de lixiviat. - Recyclage des eaux de lixiviat dans le procédé - Réalisation de digues de protection autour de la Tabia et autour des bassins de récupération de lixiviat. - Mise en place d'une géomembrane 		GCT	55 000 000
	Déchets divers	Batteries usées (convention avec des sociétés agréées par l'état)	Stockage approprié et recyclage (local aménagé)		GCT	30 000

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie	Date : 14/07/10
	ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 149/158

Activité du projet	Impact environnemental potentiel	Mesure d'atténuation proposée	Responsabilités institutionnelles	Coûts estimatifs (DT)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mécanique ➤ Ferraille ➤ Caoutchouc ➤ Boiserie 	Stockage sélectif et valorisation (local aménagé)		
	➤ Catalyseur (Pentoxide de Vanadium)	Stockage spécial et expédition au centre de traitement des déchets spéciaux de Jradou.		
	Pollution due aux déchets solides ménagers ou assimilés	Collecte et évacuation des déchets vers le centre de transport le plus proche	GCT	10 000
	Pollution par les déchets d'emballage	<ul style="list-style-type: none"> - Collecte sélective des déchets - Acquisition d'une presse à balle - Valorisation des déchets recyclables - Evacuation des déchets non recyclables vers la décharge contrôlée la plus proche 	GCT	20 000
	Bruit	<ul style="list-style-type: none"> Équipements à installer conformément aux règles de sécurité les plus strictes 		
		<ul style="list-style-type: none"> - Mettre à disposition du personnel des moyens de sécurité adéquats - Signaler les lieux, réglementer l'accès 	GCT	10 000
Plan de fermeture de l'usine	Démantèlement, démontage et démolition de l'usine et procédures d'abandon des pipelines	Elaboration d'un plan de fermeture de l'usine et d'abandon des pipelines	GCT	100 000
Coût total des mesures d'atténuation				129 975 000

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 150/158
--	--	---

13.2 Plan de suivi environnemental et social

L'exploitation des nouvelles unités M'Dhilla 2 requiert l'établissement d'un programme de suivi de fonctionnement et de sécurité intégrant les deux aspects environnemental et social, qui tient compte de milieu naturel et de toutes les composantes du projet pour les phases de construction et d'exploitation.

13.2.1 Plan de suivi environnemental

Les analyseurs en continue (fluore et SO₂) seront prévues sur les cheminées de M'dhila 2.
Les seuils suivant seront garanties :

- Valeur limite à l'émission de fluor 10 mg/Nm³,
- Pour le SO₂ la limite d'émission est de 2.6 kg/tonne H₂SO₄ (400 ppmv). Bien que la technologie choisie par le GCT garantira 2 kg/tonne H₂SO₄ (200 ppmv) pour l'usine M'dhila 2.

Pour inscrire la nouvelle usine M'Dhilla 2 dans le réseau national de contrôle de la qualité de l'air, il sera nécessaire de prendre les mesures nécessaires pour assurer le branchement des sondes du laboratoire mobile de l'ANPE sur les différentes cheminées. Pour cela, les picages utilisés pour les tests de performance des cheminées serviront pour le suivi régulier des émissions (le diamètre et l'emplacement des picages sont à confirmer par l'ANPE et par le fournisseur des équipements).

Un rapport sera périodiquement envoyé à l'ANPE (la périodicité sera figée par le GCT et l'ANPE).

Le suivi régulier du bon état des digues et aménagement relatifs à la mise en terril sera assuré par le personnel de l'exploitation du GCT.

Un suivi de la qualité des différents rejets est nécessaire pour l'évaluation et le suivi des performances des différentes installations de traitement des eaux industrielles et des usées traitées.

13.2.2 Plan de suivi social

Après validation de la définition des différentes composantes du projet, tous les éléments du projet seront répertoriés sur des cartes d'Etat Major aux échelles appropriées avec indication précise de leurs implantations.

En première étape, des correspondances seront adressées aux différentes autorités nationales locales pour les informer et les sensibiliser de l'importance du projet.

A l'issu des ces réunions, une planification adéquate des différentes opérations de réalisation du projet M'Dhilla 2 sera établie en concertation avec les autorités locales et les concessionnaires pour assurer une meilleure coordination des différents autres projets de la région (raccordement ONAS, SONEDE, STEG , route...) et réduire en conséquence l'impact sur le milieu socio-économique et environnemental.

En deuxième étape, des contacts avec les riverains du site du projet et la population locale seront organisés soit directement par le GCT ou via les autorités locales dans l'objectif de les informer à propos des consignes de sécurité à entreprendre après l'achèvement des travaux.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 151/158
--	---	---

13.2.3 Tableau récapitulatif

Tableau 35 : Plan de suivi

Activité du projet	Milieu récepteur	Paramètres de suivi	Endroit	Type de contrôle	Fréquence & mesures	Norme applicable	Responsabilité (révision et reportage)	Coûts estimatifs (DT/an)
Phase de construction	Qualité de l'air	Poussière	Air ambiant	Prélèvement et analyses des poussières (PM10)	Mensuel	NT 106.04	Entreprise	1000
	Bruit	Bruit	Les différentes sources de bruit	Sonomètre	Trimestriel	NT 48.252 (1989) ENR Eqv CEI 651-1979	Entreprise	500
	Déchets	Déchets ménagers ou de chantier (Déchet industriel banal, huiles usagers, hydrocarbures, etc.)	Site du chantier	Visuel	Hebdomadaire	NT 41-96	Entreprise	500
	Rejets hydriques	pH, MES, DCO et DBO5	Fosse septique	Prélèvement et analyses des eaux au laboratoire	Mensuel	NT 106.02	Entreprise	1000
Phase d'exploitation	Qualité de l'air	Fluorures	Cheminée de l'unité d'acide phosphorique	Analyseur fluorures	En continu	10 mg/Nm ³ (EFMA/BAT)	GCT	50 000
		SO ₂	Cheminée de l'unité d'acide sulfurique	Analyseur SO ₂	En continu	200 ppm	GCT	50 000
	Bruit	Bruit	Les différentes sources de bruit	Mesures acoustiques par sonomètre	Trimestriel	NT 48.252 (1989) ENR Eqv CEI 651-1979	GCT	5000

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie	Date : 14/07/10
	ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 152/158

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 153/158
--	--	---

13.3 Le renforcement institutionnel – effectifs à mobiliser

Le renforcement institutionnel pour le GCT et pour les opérateurs sous forme d'appuis techniques et de formation est dispensable. Il est important de renforcer l'équipe chargée de l'environnement et de la sécurité du GCT par de nouveaux techniciens et par des stages de formation dans le domaine de l'environnement et des techniques de dépollution.

Tableau 36 : Renforcement institutionnel

Activité	Thèmes	Planification : formation	Responsabilité	Calendrier	Coût (DT)
Renforcement des capacités du GCT dans le suivi de la mise en œuvre du PGE	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en œuvre du PGE ; • Monitoring ; • Formation sur les nouvelles lois ou réglementations de nouvelles agences. 	2 cadres techniques	GCT	2009 - 2010	20 000
Renforcement des capacités techniques de l'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion des rejets hydriques ; • Gestion des rejets gazeux ; • Gestion des déchets solides ; • Formation sur les procédures de gestion et caractérisation environnementale 	3 cadres techniques	GCT	2009 - 2010	30 000
Assistance technique externe pour le suivi du PGE	<ul style="list-style-type: none"> • Appui technique pour le traitement des rejets hydriques ; • Appui technique pour le traitement des émissions gazeux. 	2 experts	GCT	2009-2010	50 000
Total					100 000

I2E EPPM GROUP	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 154/158
--------------------------	---	---

13.4 Coût total du plan de gestion environnementale

Le coût du PGE a été estimé à **130 198 000 Dinars**, est inclus dans ce coût le renforcement institutionnel et la formation des opérateurs.

Tableau 37 : Estimation du coût total du PGE.

Action	Coût (DT)
Atténuation	129 975 000
Suivi	123 000
Institutionnelles	100 000
Total	130 198 000

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 155/158
---	--	---

14 CONCLUSION GENERALE

La présente étude d'impact sur l'environnement est relative au projet de réalisation d'une nouvelle usine de production de l'acide phosphorique concentré à 54% P₂O₅ en vu de produire 250 000 à 500000T /an de TSP, projetée par le Groupe Chimique Tunisien (GCT) à M'Dhilla à Gafsa. Le projet comportera les principales composantes suivantes :

- une unité d'acide sulfurique de capacité journalière de 1800T (compté en 100% H₂SO₄), et fonctionnant en double absorption munie d'un système de récupération de la chaleur d'absorption sous forme de vapeur MP (de 8 à 10 bars et à une température de 200 à 250°C). L'acide sulfurique produit à une concentration de 98,5% est obtenu par la combustion de soufre liquide;
- une unité d'acide phosphorique dilué à 25% P₂O₅ selon le procédé SIAPE / GCT d'une capacité journalière de 600 tonnes de P₂O₅ munie d'un flash cooler;
- trois boucles de concentration de capacité journalière chacune de 300 tonnes de P₂O₅ en acide phosphorique 54% P₂O₅, dotée chacune d'un système de récupération de fluor sous forme d'acide fluosilicique à 15%;
- une boucle fermée d'eau industrielle qui lie le flash cooler, les trois boucles de concentration, les tours de refroidissement et le bassin de récupération des eaux.
- une logistique de stockage et de mise en pulpe de phosphate humide.

Le projet sera réalisé dans une zone située en dehors de toute agglomération urbaine ou de périmètres agricoles. Le site d'implantation de la nouvelle usine de production d'acide phosphorique se trouve aux environs de 13 km de la ville de Gafsa et de 5 km de M'Dhilla ville. L'usine M'Dhilla 2 sera limitée à l'ouest de l'usine existante M'Dhilla 1 et par Oued ELMALAH au Nord. La zone du projet est caractérisée par des sols essentiellement gypseux. Le sol ne présente aucun intérêt agricole. Il s'agit d'un site naturellement protégé contre le ruissellement des eaux de drainage du terril.

L'expérience acquise par le GCT dans la conception et la réalisation de ce genre d'unité lui a permis d'améliorer constamment le procédé, en matière de coût et productivité, mais également en matière de performances environnementales.

La nouvelle usine M'dhilla 2 sera conçue et équipée avec les Meilleures Technologies Disponibles (BAT Best Available technologie). Cela est concrétisé par :

1. L'adoption du procédé double absorption au lieu du procédé simple absorption pour l'unité de production d'acide sulfurique. Cela permet d'avoir un faible rejet de SO₂ au niveau de la cheminée d'acide sulfurique.
2. Le recyclage de toute l'eau industrielle dans le procédé d'acide phosphorique. Il n'y a aucun rejet contaminé vers le milieu extérieur.
3. La récupération du Fluor dégagé au niveau des lignes de concentration de l'acide phosphorique sous la forme d'acide fluosilicique par évaporation sous vide et sa neutralisation.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 156/158
---	--	---

4. Le passage par l'acide phosphorique à 40%, qui permet de précipiter 50% des fluosilicates alcalins.
5. Le refroidissement par des échangeurs à surfaces, ce qui fait que l'eau de refroidissement n'entre pas en contact avec les produits, et reste donc propre.
6. Le double lavage des gaz du réacteur phosphorique et recyclage des eaux de lavage vers le process.
7. La récupération de la chaleur d'absorption pour la génération de l'énergie électrique arrivant à subvenir aux besoins de l'usine.
8. La mise en boucle fermée de l'eau de refroidissement des lignes de concentration et recyclage des purges vers le process.

Cela a permis d'avoir :

- des rejets gazeux peu concentrés en polluants (SO_2 et F), permettant d'avoir une qualité de l'air environnement conforme à la norme tunisienne 106-04 et aux recommandations de l'OMS pour le fluor
- Une eau de refroidissement non polluée Néanmoins, d'autres déchets sont produits, et des mesures sont donc prévues pour qu'ils ne soient pas des sources de nuisances pour l'homme et l'environnement.

Parmi ces mesures, nous pouvons citer :

- L'aménagement d'une décharge pour le stockage du phosphogypse pour les deux usines M'dhilla 1 et M'dhilla 2, sur une surface d'environ 35 hectares. Cet aménagement tient compte des aspects hydrauliques et hydrologiques : Digues de protection contre les eaux pluviales, géo membrane contre les exfiltrations vers l'oued et bassins de stockage du lixiviat.
- Le rejet des eaux du circuit de refroidissement dans le circuit de l'usine M'dhilla 1, sans changement de ses caractéristiques physico-chimiques.
- La réalisation d'une station d'épuration des eaux usées sanitaires.
- L'aménagement d'un local de stockage des déchets dangereux, compartimenté, en vue d'une gestion de ces déchets conforme à la réglementation en vigueur.
- La collecte des déchets de la masse catalytique contenant du Pentoxyde de Vanadium dans des fûts étanches, et leur dépôt dans le local de stockage de déchets dangereux, vers la décharge des déchets dangereux de Jradou, où ils seront évacués.
- L'installation d'une presse à balle pour les déchets d'emballage encombrants.
- Le recyclage d'une grande partie des emballages plastiques ou papiers.
- L'adoption de mesures strictes de sécurité en vue d'éviter les accidents. Une étude de danger et un Plan d'Opération Interne sont en cours d'élaboration, conformément à la réglementation en vigueur sur les établissements classés.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 157/158
---	--	---

- Le suivi régulier des aspects environnementaux de l'usine : contrôle des rejets atmosphériques (SO₂ et F), l'analyse de la nappe, l'analyse de l'eau de refroidissement avant son rejet, le contrôle et la maintenance des digues.
- L'installation d'analyseurs en ligne de SO₂ et de F respectivement dans les cheminées d'acide sulfurique et d'acide phosphorique.

En outre, le GCT a lancé la réalisation d'une étude pour la mise à niveau de son usine existante, de façon à éliminer la pollution atmosphérique dus aux rejets de SO₂, et la pollution hydrique, de ses eaux de refroidissement.

En Adoptant ces mesures, le projet de réalisation de l'usine de production de TSP dans le site de M'dhilla n'aura pas d'impacts significatifs sur l'environnement.

	Société d'Ingénierie de l'Environnement & de l'Energie ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE L'USINE M'DHILLA 2	Date : 14/07/10 Ref. : AF02/09 Rev. : 3 Page : 158/158
---	--	---

15 LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- 1- AGGIH; 1983: Fluorose de l'homme. OMS 1985.
- 2- AUDEC, 1993: Atlas du Gouvernorat de Gafsa.
- 3- BECKER P.; 1983: Phosphats and phosphoric acid. edit. DECKER M. 1983.
- 4- BOUKRIS M et al; 1994: Réponse des végétaux d'une région aride à une pollution atmosphérique double (SO₂ + composés fluorés); Pollution Atmosphérique - Juillet - Septembre 94.
- 5- CORMAN R.; 1969: Air pollution primer. American Lung Association; 1978.
- 6- Fiche toxicologique du Fluorure d'hydrogène et solutions aqueuses, INRS édition 2006.
- 7- H. MAHJOUBI, A.H. CHARFI, S. LABIDI, N. CHAHED, S. MTIMET, 2000, Estimation des expositions associées a la présence du radon 222 dans les usines de traitement de phosphates et leurs environnements en Tunisie, Radioprotection 2000, Vol. 35, no 2, pages 201 à 215.
- 8- Ministère du plan et du développement régional : résultats du recensement général de la population et de l'habitat, Tunisie 1994 et 2004.
- 9- Norme Tunisienne NT109-01(1984): Réglementation Tunisienne en matière de pose et soudure des pipelines.
- 10- Nabli M. : Nomenclature et classification d'un ensemble d'espèce végétale tunisienne.
- 11- O.T.C : Carte touristique et routière de la Tunisie; Echelle 1/500 000.
- 12- O.T.C : Carte phyto-écologique de la Tunisie septentrionale; Echelle 1/50 000.
- 13- O.T.C : Carte topographique du sud de la Tunisie; Echelle 1/50 000
- 14- ROSEN H. et al.; 1963: Concentration létale 50 de fluorure chez les mammifères. OMS 1985.
- 15- OMS; 1985: Fluor et fluorures, critères d'hygiène de l'environnement. Programme des Nations Unies. Genève 1985.
- 16- Word Bank, 199: Environmental assessemment sourcebook, Volume III.
- 17- MOUMNI L. (2006) : Note sur l'instauration de deux périmètres d'interdiction et d'une zone de sauvegarde dans le Djérid (Gouvernorat de Tozeur). Note interne, DGRE, Tunis.