



الشركة التونسية الهندية للأسمدة
TUNISIAN INDIAN FERTILIZERS

**ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DE L'USINE
PROJETEE D'ACIDE PHOSPHORIQUE TIFERT
DANS LE SITE DE LA SKHIRA**



GEREP-Environnement
17 Rue Mustapha Abdessalem, El Menzah 5, 2037 Tunisie
Tél : (+216) 71752976 Fax : (+216) 71234825

Octobre 2007



SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	8
1 IDENTIFICATION ET PRESENTATION GENERALE DE L'ENTREPRISE	9
2 IDENTIFICATION DU BUREAU D'ETUDES	9
3 HORIZON TEMPOREL DU PROJET.....	10
4 DESCRIPTION DU PROJET, IDENTIFICATION DES SOURCES DE NUISANCE ET DE POLLUTION	10
4.1 Présentation générale du projet.....	10
4.2 Infrastructure et Facilités offertes par la proximité du site de l'usine existante GCT- SKHIRA.....	11
4.3 Préparation du site de l'usine et construction	11
4.3.1 Nature du terrain.....	11
4.3.2 Plan général de l'usine projetée	11
4.4 Choix du site de la zone de stockage de Phosphogypse.....	12
4.5 Opérations liées au procédé	17
4.5.1 Fonction de l'usine.....	17
4.5.2 Description des différentes unités	17
4.6 Spécification des matières premières et du produit fini	4545
4.6.1 Spécification des matières premières	4545
4.6.2 Spécifications du produit fini	4747
4.7 Opération d'approvisionnement d'énergie et d'utilités	4848
4.8 Besoins en matière de transport	4949
4.9 Accidents et risques	4949
4.10 Systèmes de suivi et de surveillance	4949
4.11 Résidus et Emissions.....	5050
4.11.1 Rejets Solides	5050
4.11.2 Rejets liquides	5656
4.11.3 Rejets gazeux.....	5656
5 EXIGENCES REGLEMENTAIRES	5959
5.1 Normes Tunisiennes.....	5959
5.2 Recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé OMS/WHO	6161
5.3 Législation et réglementations Européennes (UE).....	6262
5.4 Comparaison des différentes réglementations	6363
6 MESURES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT PREVUES.....	6464
7 DESCRIPTION DE L'ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT ...	6666
7.1 Milieu Humain	6666
7.1.1 Milieu social.....	6666
7.1.2 Milieu culturel	7373
7.1.3 Milieu économique.....	7373
7.1.4 Infrastructures et services.....	7879
7.2 Description du site d'implantation.....	8081
7.2.1 Situation	8081
7.2.2 Infrastructures actuelles et prévues	8081
7.2.3 Distance du site aux habitations les plus proches	8182
7.3 Milieu naturel.....	8384
7.3.1 Milieu physique régional.....	8384
7.3.2 Données géologiques, hydrogéologiques et géochimiques de l'aire de décharge de phosphogypse	104105
7.3.3 Ecologie et agriculture	123124
7.3.4 Données sur la désertification	132133

7.3.5	Zones fragiles : les îles Kneiss	132133
7.3.6	Milieu marin.....	132133
7.4	Autres aspects	161162
7.4.1	Bruit et vibration	161162
7.4.2	Qualité visuelle.....	161162
7.4.3	Centres urbains.....	161162
8	ANALYSE DES IMPACTS PREVISIBLES, DIRECTES ET INDIRECTES DE L'UNITE SUR L'ENVIRONNEMENT	162163
8.1	Impacts liés à la préparation du site et construction	162163
8.1.1	Détérioration du milieu naturel	162163
8.1.2	Impacts visuels et paysagers	162163
8.1.3	Impacts des émissions de gaz et de poussière	163164
8.1.4	Impacts de bruit et vibrations	163164
8.1.5	Impacts des ordures ménagères et des rebuts de chantier	163164
8.1.6	Impacts potentiels de la phase chantier sur la sécurité humaine	163164
8.1.7	Impacts des travaux sur les infrastructures et les ouvrages existants.....	163164
8.1.8	Atteinte à des richesses archéologiques, historiques ou nationales	163164
8.2	Impact relatif aux opérations liées au fonctionnement des unités de procédés.....	164165
8.2.1	Définition des rejets et des récepteurs sensibles	164165
8.2.2	Impacts liés aux rejets liquides.....	164165
8.2.3	Impacts liés au stockage de phosphogypse	166167
8.2.4	Impacts du Fluosilicate de Sodium, déchets solides résultants de la neutralisation de l'Acide Fluosilicique H ₂ SiF ₆	168169
8.2.5	Impacts du Pentoxyde de Vanadium, déchets solides résultants de la conversion du SO ₂ en SO ₃	168169
8.2.6	Impacts liés aux émissions gazeux.....	170171
8.3	Impacts liés à la manipulation des matières premières	171172
8.4	Impacts relatifs au transport.....	171172
8.5	Accidents / Risques.....	171172
8.6	Effets et impacts socio-économiques.....	172173
8.7	Impact des rejets atmosphérique et modélisation.....	173174
8.7.1	Qualité et quantité des rejets	173174
8.7.2	Type de modélisation	175176
8.7.3	Résultats des modélisations.....	176177
8.8	Impact des mercaptans.....	206207
8.9	Evaluation de l'impact	208209
9	MESURES ENVISAGEES POUR SUPPRIMER, REDUIRE ET COMPENSER LES CONSEQUENCES DOMMAGEABLES A L'ENVIRONNEMENT	210211
9.1	Mesure d'atténuation des nuisances de la phase chantier.....	210211
9.2	Mesure d'atténuation des nuisances de la phase exploitation.....	210211
9.2.1	La pollution de l'air ambiant.....	210211
9.2.2	La pollution des eaux usées – Réalisation d'une station d'épuration	211212
9.2.3	L'aménagement d'une décharge de phosphogypse.....	214215
9.2.4	La pollution de la mer par le rejet des eaux de refroidissement.....	219220
9.2.5	La pollution des déchets solides de process (Phosphogypse, déchets de filtration du soufre, Pentoxyde de Vanadium, fluosilicate de Sodium=	219220
9.2.6	La pollution due aux déchets solides (ménagers, industriels et d'emballage).....	220221
9.2.7	Mesures de réduction des accidents et risques au cours de la production.....	221222
9.2.8	Système de surveillance et de suivi.....	222223
10	PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL	223224
10.1	226227	

11	CONCLUSION	230231
12	ANNEXES	232233
12.1	ANNEXE 1 : Modèle Gaussien	233234
12.2	ANNEXE 2 : NORME NT 106-002	235236
12.3	ANNEXE 3 : Relevé des analyses des piézomètres de surveillance de la pseudo nappe ..	236237
12.4	ANNEXE 4 : Etude d'avant-projet d'une station d'épuration des eaux usées sanitaires des usines GCT SKHIRA et TIFERT	238239
12.5	ANNEXE 5 : Etude sommaire d'aménagement, réhabilitation et extension de la plateforme de mise en terril du Phosphogypse à la SKHIRA	239240

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:	Horizon temporel du projet	10
Tableau 2 :	Tableau d'évaluation des sites.....	13
Tableau 3:	Qualité de l'eau de mer, osmosée et saumâtres.....	37
Tableau 4 :	Consommation des Réactifs et Adjuvants.....	4747
Tableau n°5 :	Contenance des lits de filtration en masse catalytique	5252
Tableau n°6 :	Fréquence de tamisage de la masse catalytique (par cycle)	5252
Tableau n°7 :	Fréquence de régénération de la masse catalytique (par cycle).....	5252
Tableau n°8 :	Evolution des quantités de déchets de masse catalytique et de pentoxyde de Vanadium produites	5353
Tableau 9 :	Etat des déchets d'emballage	5555
Tableau 10 :	Tableau récapitulatif des rejets de projet Skhira TIFERT.....	5757
Tableau 11:	valeurs caractérisant la qualité des effluents traités	5959
Tableau 12:	Norme tunisienne NT 106.04 (homologuée, 1996)	6060
Tableau 13 :	valeurs guides de l'OMS - 1999.....	6161
Tableau 14 :	valeurs guides de l'OMS - 1990a.....	6262
Tableau 15 :	Valeurs de la directive pour le SO ₂ de la directive 1999/30/CE	6262
Tableau 16 :	Le chômage par catégories d'éducation dans la région de Skhira (novembre 2006).....	6666
Tableau 17 :	Tableau : Migration interrégionale.....	6767
Tableau 18 :	Tableau : Migration internationale.....	6767
Tableau 19 :	Les maladies transmissibles	6767
Tableau 20 :	Les maladies non transmissibles	6868
Tableau 21 :	Tableau : Effectif et domaines d'activité des sociétés du site de Skhira.....	7373
Tableau 22 :	Tableau : Occupation agricole dans la région	7576
Tableau 23:	Répartition mensuelle de l'humidité relative moyenne (2000-2004)	8384
Tableau 25 :	Caractéristiques générales des vents des stations de Sfax et de Gabès	8485
Tableau 26 :	Fréquences mensuelles des vents Nord, Nord-Est et Est	8788
Tableau 27 :	Fréquences mensuelles des vents Est, Sud-Est et Sud	8889
Tableau 28:	Fréquences mensuelles des vents Est, Sud-Est et Sud	8990
Tableau 29 :	Fréquences mensuelles des vents Est, Sud-Est et Sud	9091
Tableau 30 :	Moyenne annuelle du cumul pluviométrique.....	9293
Tableau 31:	Répartition mensuelle des températures max et min moyenne (2000-2004) ...	9293
Tableau 32 :	principales données chimiques pour les campagnes de mesures faites en 1999 et 2002.....	143144
Tableau 33 :	liste des espèces d'oiseaux aquatiques recensées dans la zone de la baie de la Skhira.	150151

Tableau 34 : baie de la Skhira – liste des espèces marines répertoriées au début du 20° siècle et au début du 21° siècle.....	154155
Tableau 35 : tableau récapitulatif des impacts sur le milieu marin des actions anthropiques industrielles dans la zone de la Skhira.	157158
Tableau 36 : agressions et réponses environnementales en fonction de la profondeur du milieu	157158
Tableau 37 : Tableau récapitulatif de la valeur patrimoniale des sites de la baie de la Skhira	158159
Tableau 38 : Qualité de l'eau de mer de refroidissement (GCT) rejetée en mer	165166
Tableau 39 : Qualité de l'eau de mer de refroidissement (GCT) rejetée en mer	165166
Tableau 40 : Classification de quelques espèces cultivées selon leur réponse à la pollution soufrée (Chaieb & Boukhris 1998)	170171
Tableau 41: Paramètres des émissions des unités « GCT-SKHIRA » et « TIFERT »	175176
Tableau 42 : Concentrations horaires en SO ₂ (Période Estivale) pour les différents points de mesures (en µg/m ³).....	200201
Tableau 43 : Concentration journalière en SO ₂ (Période Estivale) pour les différents points de mesures (en µg/m ³).....	201202
Tableau 44 : Concentration horaire en SO ₂ (Période Hivernale) pour les différents points de mesures (en µg/m ³).....	202203
Tableau 45 : Concentration journalière en SO ₂ (Période Hivernale) pour les différents points de mesures (en µg/m ³)	203204
Tableau 46 : Concentration journalière en Fluor (Période estivale) pour les différents points de mesures (µg/m ³).....	204205
Tableau 47 : Analyse et suivi mensuel des émissions atmosphériques des cheminées ...	222223

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Terrain d'implantation de l'usine projetée.....	11
Figure 2 : Usine TIFERT : schéma bloc de l'unité d'osmose inverse.....	3939
Figure 3 : Plan d'aménagement de la future décharge de phosphogypse	4444
Figure 4 : Zone industrielle de la Skhira	7474
Figure 5 : Vue panoramique de l'usine GCT-Skhira et ses environs.....	7576
Figure 6 : Les champs d'olivier dans la région de Skhira	7677
Figure 7 : Production de pastèque et de piment dans la région de Skhira.....	7677
Figure 8 : Une vue de l'activité du secteur de la pêche dans la région de Skhira	7778
Figure 10 : Carte du réseau hydrographique régional	9697
Figure 11: Carte Géologique de Skhira.....	9899
Figure 12: Carte pédologique	100101
Figure 13 : Carte d'occupation des sols de la zone d'étude	103104
Figure 14: Coupe lithostratigraphique simplifiée des sondages SC1-3-5-6 et 9 au niveau du littoral N-S.....	105106
Figure 15: Carte de localisation des Piézomètres et des Sondages	106107
Figure 16: localisation de la pseudo-nappe phréatique	109110
Figure 17 : Coupe stratigraphique de la pseudo-nappe phréatique f.....	112113
Figure 18: carte piézométrique.....	115116
Figure 19 : Photo MEB de l'échantillon 14j1-2 intermédiaire.....	117118
Figure 20 : Diffractogramme RX de l'échantillon 14j1-2 intermédiaire	117118
Figure 21 : carte de salinité de la nappe phréatique de Skhira en 2002	120121
Figure 22 : Vue Générale de la physionomie de la végétation du site	124125

Figure 23 : Caractéristiques squelettiques du sol du site	125126
Figure 24 : Lygeum spartum, espèce gypsophile très commune dans le sud du Tunisie.	125126
Figure 25 : Hamada schmittiana.....	130131
Figure 26 : Hamada scoparia, espèce de dégradation, abondante dans le site	130131
Figure 27 : Ephedra altissima, espèce des.....	130131
Figure 28 : carte de la nature des sols de la zone d'étude (d'après A. Hentati).....	133134
Figure 29 : géomorphologie littorale (d'après H.Sethom)	134135
Figure 30 : golfe de Gabès, carte hydrodynamique (MEDD).....	135136
Figure 31 : bathymétrie de la zone d'étude - données datant du début du 20° siècle (isobathes des 10 et 20 m).	136137
Figure 32 : carte de la végétation marine établie en 1978.....	136137
Figure 33 : la Skhira - vue générale du site du projet	137138
Figure 34 : zone du projet – la falaise.	139140
Figure 35 : l'estran	139140
Figure 36 : zone de la prise de mer (2002) les sédiments.	141142
Figure 37 : carte schématique des teneurs en F dans les sables	141142
Figure 38: carte schématique des teneurs en P2 O5 dans les sables	142143
Figure 39 : carte schématique des valeurs du pH dans les eaux du fond.	143144
Figure 40 : carte schématique des teneurs en F dans les eaux de surface	144145
Figure 41 : carte schématique des teneurs en P2 O5 dans les eaux de surface	145146
Figure 42 : : carte schématique des teneurs en P2 O5 dans les eaux du fond.....	146147
Figure 43 : bionomie benthique de la baie de la Skhira - répartition schématique des biocénoses végétales marines.....	147148
Figure 44 : 2002- stations d'échantillonnages benthiques	148149
Figure 45 : les fonds dans la partie la plus proche de la jetée	148149
Figure 46 : les fonds dans la partie la plus éloignée de la jetée.	148149
Figure 47: Venerupis decussatus.....	149150
Figure 48 : baie de la Skhira - extrait de la carte des aires protégées et des zones sensibles au niveau du littoral (MEDD)	150151
Figure 49 : la phanérogame indo pacifique Halophila stipulacea (golfe de Gabès)	152153
Figure 50 : au pied des terrils –les bassins de récupération des lixiviat.	153154
Figure 51 : au pied de la Tabia- dépôts de déchets solides (Soufre).	153154
Figure 52 : la crevette de mer Rouge –Metapenaeus monoceros (pêchée dans la baie de la Skhira)	154155
Figure 53 : la crevette de mer Rouge –Trachypenaeus curvirostris (pêchée dans la baie de la Skhira).....	154155
Figure 54 : Baie de la Skhira – Fulvia fragilis.	155156
Figure 55 : le crabe de mer Rouge Eucrate crenata.....	156157
Figure 56 : le crabe de l'Atlantique tropical Libinia dubia.....	156157
Figure 57: baie de la Skhira –Débouché d'un éventuel émissaire (carré rouge).....	159160
Figure 58 : La tabia de phosphogypse existante	166167
Figure 59 : Les bassins de collecte du lixiviat	167168
Figure 60: Situation de la ville de Skhira par rapport à l'usine de la GCT	174175
Figure 61 : Répartition de la concentration max horaire en SO2 (Période estivale) – GCT SKHIRA	178179
Figure 62 : Répartition de la concentration max horaire en SO2 (Période hivernale) – Skhira GCT	179180
Figure 63 : Répartition de la concentration max sur 24 heures en SO2 (Période estivale) – Skhira GCT	180181

Figure 64 : Répartition de la concentration max sur 24 en SO2 (Période hivernale) – Skhira GCT	181182
Figure 65 : Répartition de la concentration max sur en Fluor (Période estivale) – Skhira GCT	182183
Figure 66 : Répartition de la concentration max sur en Fluor (Période hivernale) – Skhira GCT	183184
Figure 67 : Répartition de la concentration max horaire en SO2 (Période estivale) - – Skhira TIFERT	186187
Figure 68 : Répartition de la concentration max horaire en SO2x(Période hivernale) –TIFERT	187188
Figure 69 : Répartition de la concentration max sur 24 heures en SO2 (Période estivale) – Skhira TIFERT	188189
Figure 70 : Répartition de la concentration max sur 24 heures en SO2 (Période hivernale) – TIFERT	189190
Figure 71 : Répartition de la concentration max en Fluor (Période estivale) – Skhira TIFERT	190191
Figure 72 : Répartition de la concentration max en Fluor (Période hivernale) –TIFERT	191192
Figure 73 : Répartition de la concentration max horaire en SO2 (Période estivale) - – Skhira TIFERT + Skhira GCT (Effet cumulé)	193194
Figure 74 : Répartition de la concentration max horaire en SO2 (Période hivernale) - Skhira TIFERT + Skhira GCT (Effet cumulé)	194195
Figure 75 : Répartition de la concentration max sur 24 heures en SO2 (Période estivale) - Skhira TIFERT + Skhira GCT (Effet cumulé).....	195196
Figure 76 : Répartition de la concentration max sur 24 heures en SO2 (Période hivernale) – Skhira TIFERT + Skhira GCT (Effet cumulé).....	196197
Figure 77 : Répartition de la concentration max sur 24 heures en Fluor (Période estivale) – Skhira TIFERT + Skhira GCT (Effet cumulé).....	197198
Figure 78 : Répartition de la concentration max sur 24 heures en Fluor (Période hivernale) – Skhira TIFERT + Skhira GCT (Effet cumulé).....	198199
Figure 79 : Implantation des points de mesures autour du site	199200

INTRODUCTION

La société Tunsian Indian Fertilizers (TIFERT), dont la Compagnie de Phosphate de Gafsa (CPG) et le Groupe Chimique Tunisien (GCT) sont les principaux actionnaires, envisage la réalisation d'une usine de production d'acide phosphorique à la zone industrielle de la SKHIRA.

L'installation projetée (TIFERT) , consiste en la création d'une nouvelle usine de production d'acide phosphorique concentré (54 à 60 % P_2O_5), d'une capacité annuelle de 360.000 Tonnes de P_2O_5 , qui sera totalement commercialisé sur le marché de l'Inde a destination des partenaires CFL et GSFC à parts égales.

La production de cette usine sera exclusivement réalisée à partir du phosphate tunisien en provenance de la CPG (1million 400 milles tonnes de phosphate par an).

Cette étude d'impact sur l'environnement a été réalisée conformément au décret 2005-1991 du 11 Juillet 2005 et aux termes de références établies par l'ANPE relatives aux études d'impact sur l'environnement des projets industriels.

1 IDENTIFICATION ET PRESENTATION GENERALE DE L'ENTREPRISE

- ♦ Nom : TIFERT (Tunisian Indian Fertilizers)
- ♦ Secteur d'activité : Production d'acide phosphorique
- ♦ Produits : Acide phosphorique à 60% P₂O₅
- ♦ Capacité nominale de production prévue : 360 000 T/an
- ♦ Durée de vie estimée du projet : >100 ans
- ♦ Date prévue de début de construction : décembre 2007
- ♦ Date prévue d'entrée en production : Décembre 2009
- ♦ Adresse complète du siège social de l'usine : 7, Rue Arabie Saoudite-1002 Tunis
- ♦ Matière première
 - Nature : Phosphate
 - Source : CPG Gafsa
 - Moyen de transport : Wagons sur réseau ferroviaire
- ♦ Nombre du personnel prévu : 310
- ♦ Nom du responsable du projet : Mr. Hédi Boulila
- ♦ Nom du responsable environnement : Mr. Nourredine. Trabelsi

2 IDENTIFICATION DU BUREAU D'ETUDES

- ♦ Nom : GEREP-Environnement
- ♦ Adresse complète : 17 Rue. Mustapha Abdessalem,
El Menzah V- 2037 Tunisie
- ♦ Téléphone / Fax : (+ 216) 71 75 29 76 / 71 23 48 25
- ♦ E-mail : gerep@gnet.tn
- ♦ Nom du premier responsable : Mr. Ben Mahmoud Kamel

3 HORIZON TEMPOREL DU PROJET

L'horizon temporel du projet s'étend sur 3 phases :

- Phase 1 : Construction de l'unité projetée.
- Phase 2 : Exploitation de l'unité projetée.
- Phase 3 : Fermeture ou extension.

La phase 1 est prévue de durer 24 mois, débute en Janvier 2008 et s'étale jusqu'à Janvier 2010.

La phase 2, exploitation débutera en Février 2010.

La durée de vie des équipements, principaux composants de l'usine, est de 50 à 60 ans, avec un entretien efficace et régulier. Donc l'usine projetée de production d'acide phosphorique peut fonctionner jusqu'à 2060. Au-delà de cette date, son maintien en activité dépendra de certaines décisions, qui peuvent soit réhabiliter l'usine, soit la fermer.

Tableau 1111: Horizon temporel du projet

Phases	2007 → 2009		2010 → 2060			2061 →	
	Fourniture équipements & Construction ouvrage						
Phase d'exploitation							
Phase Fermeture							

4 DESCRIPTION DU PROJET, IDENTIFICATION DES SOURCES DE NUISANCE ET DE POLLUTION

4.1 Présentation générale du projet

Le complexe chimique existant de la GCT de la Skhira a été créé en 1988, il est composé de :

- Deux unités de fabrication d'acide sulfurique de capacité journalière de 1750 Tonnes par unité.
- Deux unités de fabrication d'acide phosphorique dilué de capacité journalière de 600 tonnes par unité.
- Quatre unités de concentration d'acide phosphorique capacité journalière de 330 tonnes de P_2O_5 par unité.
- Deux unités de super concentration d'acide phosphorique capacité journalière de 600 tonnes de P_2O_5 par unité.
- Une unité de décadmiation
- Une unité de production d'utilités (air comprimé, électricité, eau de mer, vapeur, eau industrielle, eau distillée déminéralisée)

Il est situé à la zone industrielle de la Skhira, à environ 1700m de la mer du Golf de Gabés, à 15 kilomètres de la ville de Skhira.

L'unité projetée qui sera réalisée à la bordure nord de ce complexe est conçue pour doubler la capacité de production actuelle. Il s'agit de la création d'une autre usine de production d'acide phosphorique concentré (54 à 60 % P_2O_5), d'une capacité de 360.000 T/an.

4.2 Infrastructure et Facilités offertes par la proximité du site de l'usine existante GCT-SKHIRA

La proximité de la nouvelle usine de TIFERT de l'usine existante de Skhira permet de bénéficier des infrastructures et facilités existantes à savoir:

- Eau de mer de refroidissement:
 - Canal d'eau de mer
 - Station de pompage d'eau de mer
 - Conduite d'amenée d'eau de mer
- Réception, culbutage et stockage soufre.
- Chaudière auxiliaire de démarrage
- Stockage du phosphogypse
- Conduite et quais de chargement
- Chemin de fer principal
- Réseau eau incendie

4.3 Préparation du site de l'usine et construction

4.3.1 Nature du terrain

Comme indiqué sur le plan d'implantation générale des unités (N° PLR862-1250-0000-001), l'usine projetée sera construite sur un terrain nu d'une superficie de 27 ha, au nord-est de l'usine existante.

Le terrain est occupé par quelques arbres, est bordé par une route goudronnée menant vers la mer.

Un travail de déboisement et de terrassement sera engagé avant la construction.



Figure 1111 : Terrain d'implantation de l'usine projetée

4.3.2 Plan général de l'usine projetée

4.3.2.1 Superficie de l'unité

La surface totale nue de l'unité projetée est de 27 ha.

4.3.2.2 Plan d'implantation des différentes composantes du projet

Cinq unités constitueront la nouvelle usine. Elles sont décrites dans le plan d'implantation général de l'usine :

- Unité de production des utilités chaudes et froides.
- Une unité de production d'acide sulfurique.
- Une unité de production d'acide phosphorique dilué
- Une unité de concentration d'acide phosphorique de 25 à 60% P₂O₅ en trois étapes. de capacité journalière 1200 tonnes.
- Les offsites : bâtiments administratifs, les VRD, magasins pièces de rechanges et ateliers de maintenance.

4.4 Choix du site de la zone de stockage de Phosphogypse

La nouvelle unité de production d'acide phosphorique sera implantée dans la zone industrielle de SKHIRA, à proximité de l'unité existante d'acide phosphorique de GCT SKHIRA

Concernant le site de la décharge de phosphogypse de la nouvelle unité, deux solutions sont envisageables :

- Utiliser le site de la décharge de l'unité existante, à proximité de l'usine, en y réalisant les aménagements nécessaires
- Rechercher un nouveau site, dans une zone non loin de l'usine projetée

L'analyse à effectuer serait de comparer ces deux éventualités, et d'évaluer les avantages et inconvénients de ces deux solutions, et de retenir la meilleure du point de vue économique-environnemental

Critères pour le choix d'un site de décharge

Exigences UE

En considérant que le phosphogypse n'est pas un déchet dangereux, la directive 1999/31/CE exige que la détermination d'un site d'une décharge doit tenir compte des exigences concernant :

- a) la distance entre les limites du site et les zones d'habitation ou de loisirs, les voies d'eau et plans d'eau ainsi que les sites agricoles ou urbains;
- b) l'existence d'eaux souterraines, d'eaux côtières ou de zones naturelles protégées dans la zone;
- c) la géologie et l'hydrogéologie de la zone;
- d) les risques d'inondations, d'affaissements, de glissements de terrain ou d'avalanches sur le site;
- e) la protection du patrimoine naturel ou culturel de la zone.

A ces exigences, nous pouvons ajouter les critères économique-environnementaux suivants :

Disponibilité du terrain

Coût du terrain

Transport du phosphogypse vers la décharge

Recyclage du lixiviat

Evacuation des eaux de ruissellement

Tableau 2222 : Tableau d'évaluation des sites

Critères	Site existant		Nouveau site	
	description	Notation	description	Notation
Distance - Entre limites du site et les habitations les plus proches	à 1500 m	-	> 1500 m	+
- Entre limites du site et les voies ou plan d'eau, la mer	Entre 1000 m et 200 m de la mer	-	Eloigné de la mer	++
- Entre limites du site et les sites agricoles	Seulement au nord du site	+	Tout autour du site	-
- Entre limites du site et les sites urbains	Petit village de Frichet à 1,5 km Ville de Skhira à 10 km vol d'oiseau	+	éloigné	+
l'existence d'eaux souterraines	Oui, à 100 m de profondeur	-	Oui, à 100 m de profondeur	-
l'existence d'eaux côtières	Oui	-	non	+
l'existence de zones naturelles protégées	Iles Kneiss, à 15 Km	-	Iles Kneiss, à une distance non connue	-
la géologie de la zone	formation argilo- limoneuse et gypseuse, perméabilité à l'eau : $K= 5.56 \cdot 10^{-10}$ m/s perméabilité au lixiviat l'eau : $K=1.25 \cdot 10^{-10}$	++	Non connu	
L'hydrogéologie de la zone	nappe située à plus de 100 m de profondeur, protégée de la surface par un écran de plus de 93 m d'épaisseur constitué essentiellement d'une formation argilo- limoneuse et gypseuse.	+	inconnu	
les risques d'inondations,	Faibles (pas de bassins versants d'apport)	+	Néant	+
les risques d'affaissements, de glissements de terrain ou d'avalanches	néant	+		+
la protection du patrimoine naturel ou culturel de la zone	néant	+		
Disponibilité du terrain	oui	+++	non	-
Cout du terrain	modéré	++	important	-

Critères	Site existant		Nouveau site	
	description	Notation	description	Notation
Transport du phosphogypse vers la décharge				
- impact environnemental	Faible, le transport s'effectue à l'intérieur de l'emprise de l'usine	-	important, transport à l'extérieur de l'emprise de l'usine	---
- impact économique (montant des investissements)	moyen, site proche de l'usine	--	Important, site éloigné de l'usine	---
Recyclage du lixiviât et des eaux de ruissellement (60 m3/h)				
- impact environnemental	faible, pompage à l'intérieur de l'emprise de l'usine	-	important, transport traversant zone extérieure à l'emprise de l'usine	---
- impact économique	moyen, cout modéré	-	important, cout de pompage important	---
Création d'une autre décharge, outre celle de l'unité existante	Non	+	Oui	--
	TOTAL +	14		7
	TOTAL -	10		19

+ ou - : faible

++ ou -- : moyen

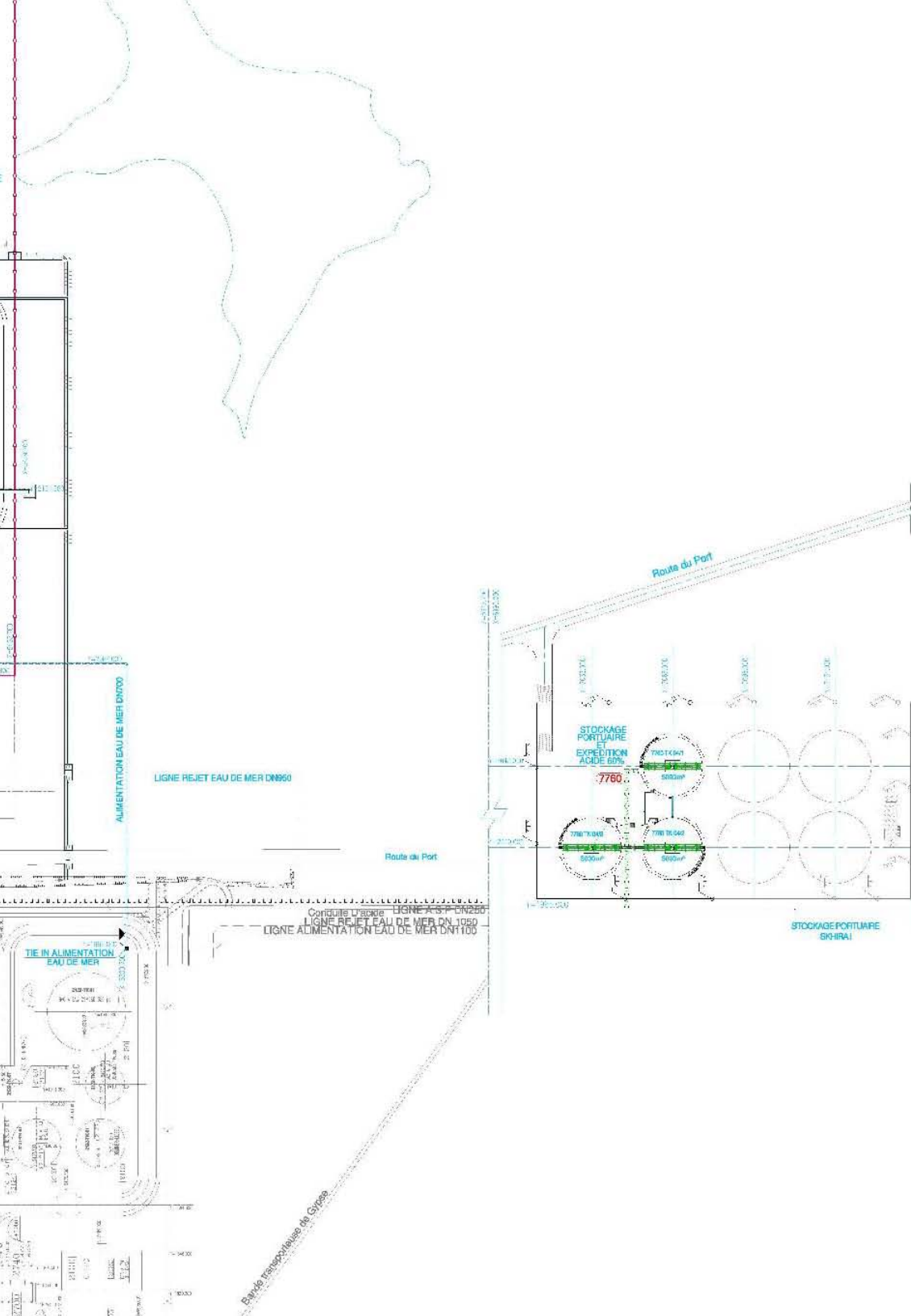
+++ ou --- : fort

+ Impact positif

- impact négatif

Il ressort du tableau d'évaluation des critères que le site actuel, comparé à un autre site, situé éloigné de la mer et des zones d'habitation, présente plus d'avantages et moins d'inconvénient que cet autre site.

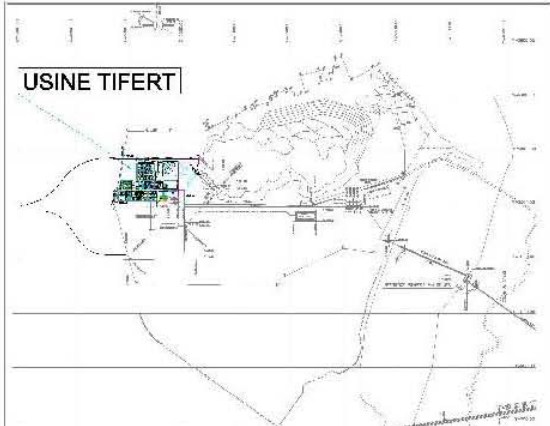
Il est donc recommander de réaliser l'extension de la décharge existante, de l'aménager afin d'éliminer les impacts dus aux eaux de ruissellements et aux lixiviat.



LEGENDE

- U7600** REPERE DE L'UNITE
- 7650** REPERE DE LA SECTION
- 60000** NIVEAU PATEFORME
- (R)** REPERE DE RACK
- 2010** REPERE UNITE EXISTANTE
- 5200** REPERE SECTION EXISTANTE
- DELIMITATION USINE
- DELIMITATION PATEFORME

USINE TIFERT



D
E
F
G
H
I
J
K
L
M

4.5 Opérations liées au procédé

4.5.1 Fonction de l'usine

L'usine projetée envisage d'obtenir en produit final de l'acide phosphorique concentré 56 à 60 % P_2O_5 , sur site dans les différentes unités de l'usine, en se basant sur le procédé SIAPE.

4.5.2 Description des différentes unités

Ce projet est composé des unités suivantes:

- Unité de production des utilités
- Une unité de production d'acide sulfurique d'une capacité journalière de 3600 T d'acide sulfurique 98,5% H_2SO_4 , selon le procédé de contact double absorption.
- Une unité de production d'acide phosphorique d'une capacité journalière de 1100 T de P_2O_5 sous forme d'acide phosphorique 25% P_2O_5 selon le procédé SIAPE.
(la capacité journalière est calculée sur la base de 330 j de production par an)
- Une unité de concentration d'acide phosphorique de 25 à 60% P_2O_5 en trois étapes. de capacité journalière 1200 tonnes:
 - Etape1: une ligne de pré-concentration d'acide phosphorique de 25% à 29% P_2O_5 par récupération de l'énergie d'absorption d'acide sulfurique.
 - Etape2: Trois lignes de concentration d'acide phosphorique de 40% à 50% P_2O_5 . l'acide 40% est obtenu par mélange de l'acide 50 % et 29% de P_2O_5
 - Etape3: Une ligne de superconcentration d'acide phosphorique de 50 à 60 % P_2O_5 .
- Une zone de stockage de phosphogypse : en parallèle à la réalisation de l'unité TIFERT, le GCT prévoit l'aménagement d'une zone de stockage de phosphogypse (décharge de phosphogypse), capable de recevoir les phosphogypse produit par les deux unités (GCT SKHIRA et TIFERT) avec une capacité de 40 ans de production.

4.5.2.1 Unité de production des utilités

Cette unité sera constituée des installations suivantes :

- ✓ Une installation de distribution d'eau potable.
- ✓ Un réseau d'eau incendie.
- ✓ Une installation de production d'air comprimé, d'une capacité de 3 x 1500 Nm^3/h à 9 bars générée par 03 compresseurs à vis.
- ✓ Une installation de condensation de vapeur et de refroidissement d'acide sulfurique et phosphorique produits par l'eau de mer en boucle semi-ouverte avec des tours de réfrigération. (L'eau de mer nécessaire pour le refroidissement et le lavage des gaz est fournie par l'usine existante).
- ✓ Une installation de condensation de vapeur des boucles de concentration d'acide phosphorique par l'eau industrielle en boucle fermée avec des tours de réfrigération.
- ✓ Un groupe turbo électrique de 24 MW fonctionnant à la vapeur haute pression (60 bars) produite à partir de l'unité de production de l'acide sulfurique.
- ✓ Un Aéro condenseur pour l'échappement du groupe turbo-alternateur et l'excédent de vapeur de l'usine.
- ✓ Une unité de dessalement d'eau de mer par osmose inverse.

4.5.2.2 Unité d'acide sulfurique:

L'unité d'acide sulfurique projetée est conçue selon le procédé double contact /double absorption. Elle sera composée de :

- *Séchage de l'air*

Le séchage de l'air débité par la turbo soufflante, est réalisé dans une tour à garnissage arrosé à l'acide sulfurique 98.5 % à contre-courant.

- *Fusion et filtration du soufre*

Le soufre solide rendu usine par les moyens de l'usine actuelle est transformé en soufre liquide dans un fondoir muni de serpentins à vapeur. Il est par la suite neutralisé et filtré à travers des filtres presse sur précouche de terre diatomée.

- *Combustion du soufre*

La combustion de soufre liquide est réalisée en présence de l'air sec dans une chambre de combustion horizontale briquetée et chicanée intérieurement (four à soufre)

- *Récupération de la chaleur des gaz de combustion*

La récupération de la chaleur des gaz de *combustion* est réalisée dans une chaudière à tubes **de fumée** d'eau produisant de la vapeur saturée à 60 bars.

- *Conversion du SO₂ en SO₃*

La conversion du SO₂ en SO₃ se fait sur des lits de catalyseur à base de pentoxyde de vanadium dans un convertisseur vertical. Le rendement de conversion est de 99.7%.

- *Récupération de la chaleur de conversion*

La chaleur de conversion dégagée au niveau du premier lit de catalyse est récupérée au niveau du surchauffeur de la vapeur à haute pression (60 bars absolu).

Le reste de la chaleur de conversion des autres lits catalytiques est récupéré pour réchauffer l'eau de chaudière de 120°C à 280°C.

- *Absorption du gaz SO₃*

L'absorption du gaz SO₃ est réalisée successivement dans deux tours d'absorption à contre-courant par l'acide sulfurique de concentration 98,5%. Après l'absorption et la récupération de la chaleur, les gaz sont rejetés à l'atmosphère à un débit de 279.000 m³/h à travers une cheminée de 50 mètres de hauteur et de 4 mètres de diamètre.

- *Refroidissement de l'acide sulfurique*

L'acide à la sortie des tours de séchage et d'absorption est refroidi dans des échangeurs tubulaires par l'eau de mer.

L'eau de mer est utilisée dans les différentes sections d'acides sulfuriques pour :

- le refroidissement : des huiles de lubrifications du groupe turbo alternateur, des huiles de lubrifications de la turbo soufflante, de l'acide sulfurique produit, de l'acide sulfurique en circulation dans les tours de séchage et d'absorption, le refroidissement de l'acide phosphorique marchand, la condensation de la vapeur à l'échappement du GTA.

- le refroidissement de l'ensemble des fluides ci-dessus indiqués entraîne le transfert d'une quantité de chaleur de 170 000 thermies/heure..

La quantité d'eau de mer prélevée par TIFERT sur le réseau d'eau de mer de l'unité existante GCT SKHIRA est de 2800 m³/h.

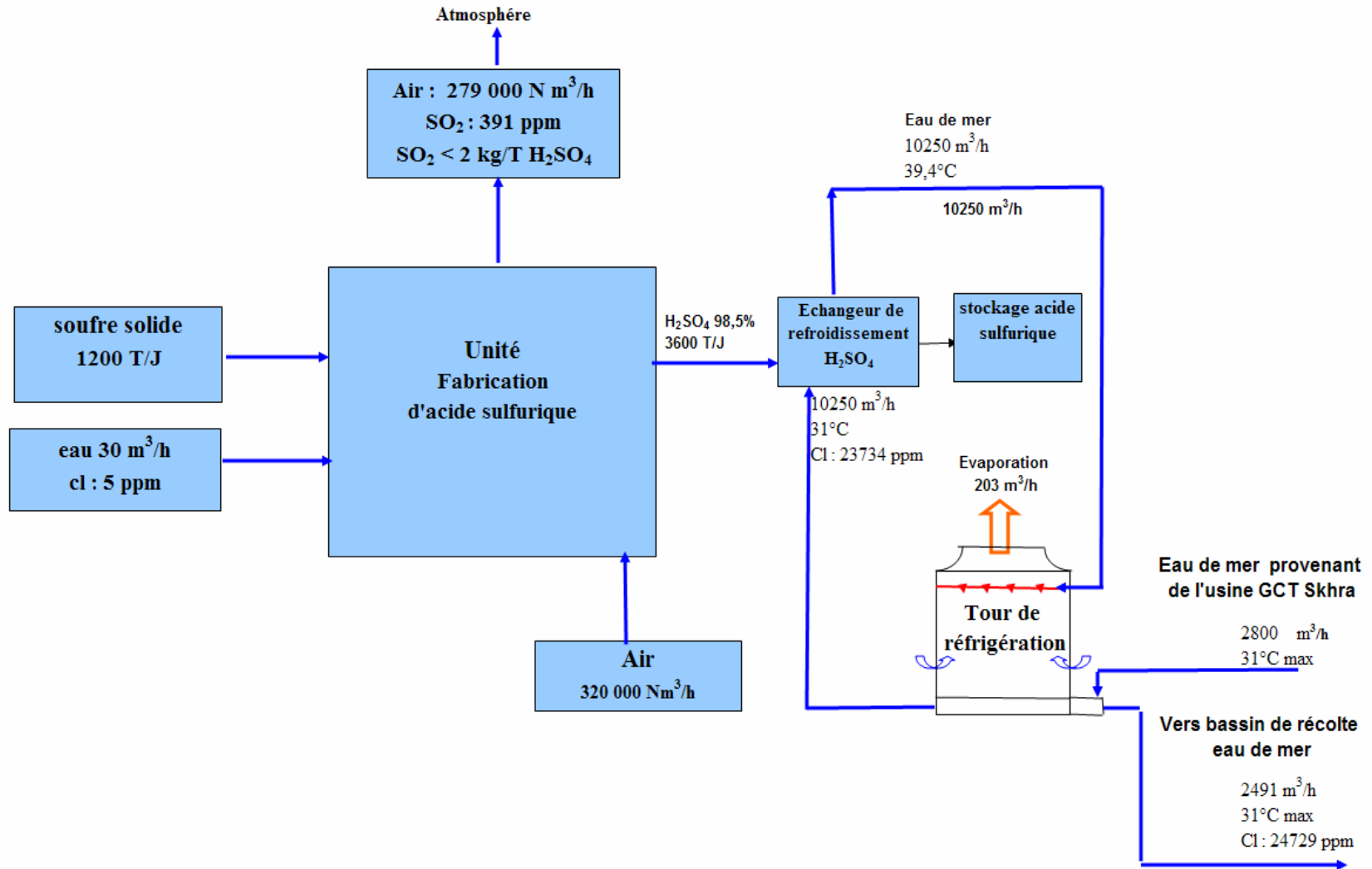
Cette quantité est nécessaire pour assurer le dégagement de cette de chaleur, à travers des tours de réfrigération.

Les schémas suivants illustrent :

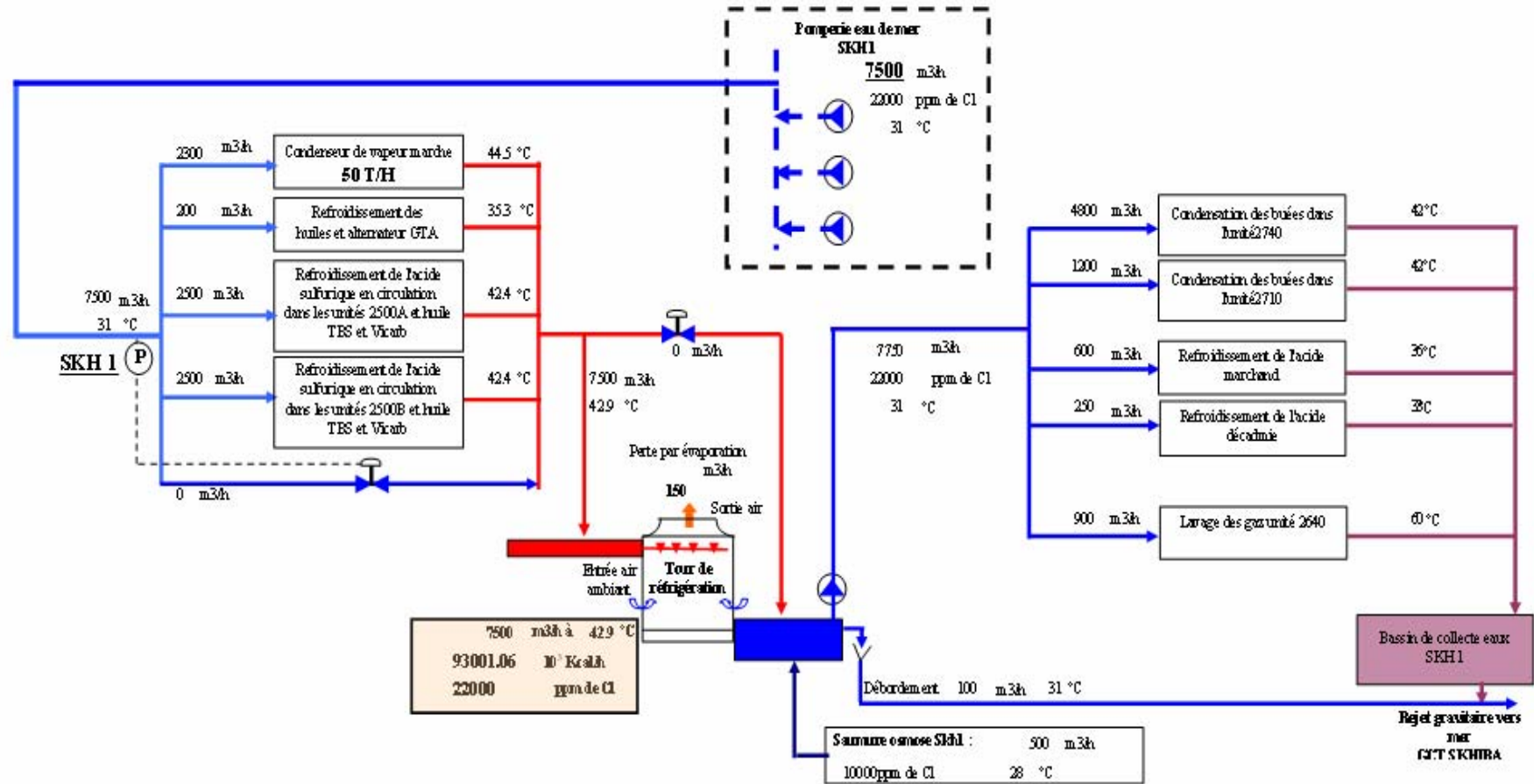
- Le schéma bloc de production de l'acide sulfurique
- Le circuit actuel de l'eau de mer de refroidissement de l'usine GCT SKHIRA
- Le circuit projeté de l'eau de mer de refroidissement de l'usine GCT SKHIRA, pour couvrir les besoins des deux usines
- Le circuit d'eau de mer de refroidissement de l'usine TIFERT
 - *Stockage d'acide sulfurique*

L'acide sulfurique produit est stocké dans deux bacs cylindriques couverts d'une capacité totale de 18.000 tonnes, logées dans une cuvette de rétention briquetée anti-acide munie d'un puisard de récupération.

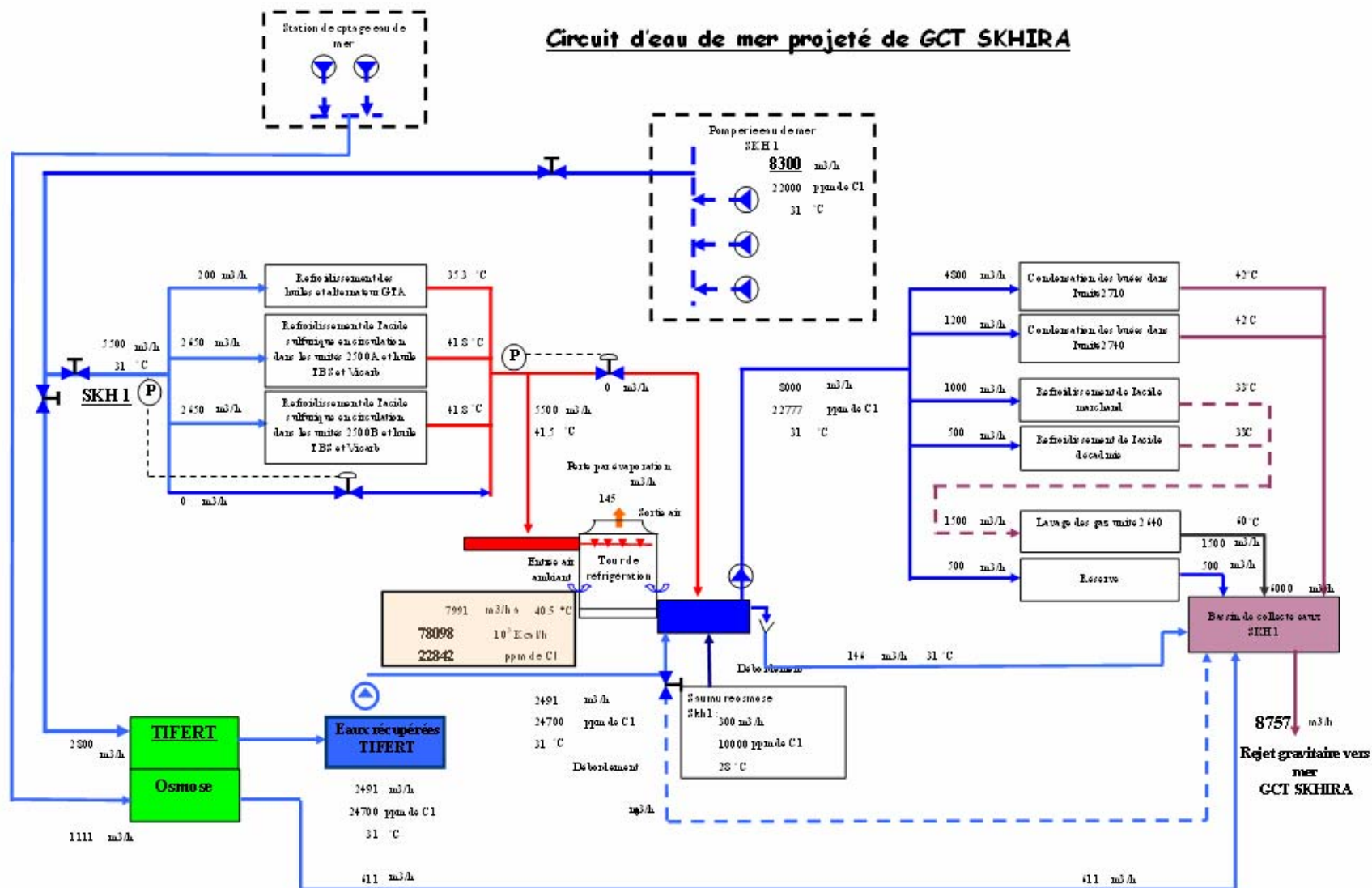
SKHIRA II
FABRICATION D'ACIDE SULFURIQUE



Circuit d'eau de mer actuel de GCT SKHIRA

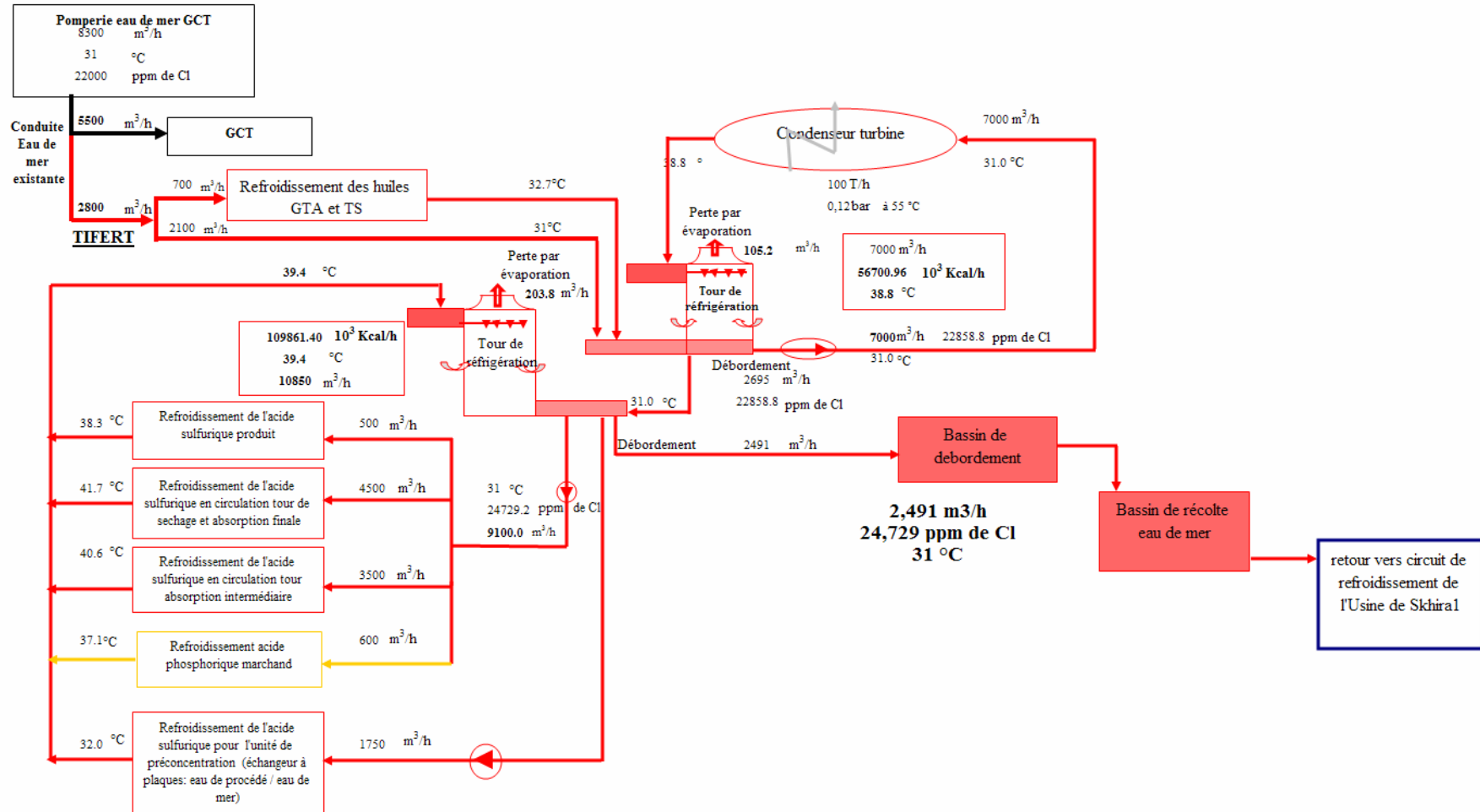


Circuit d'eau de mer projeté de GCT SKHIRA



USINE DE TIFERT

Schéma de principe : Boucles de refroidissement d'eau de mer



4.5.2.3 Unité d'acide phosphorique

L'unité d'acide phosphorique est basée sur le procédé tunisien SIAPE . Elle sera composée de :

a. Station réception phosphate humide (14-17% H₂O) :

Une **station** de déchargement de wagons (type trémie à trappe) de phosphate humide (14-17% H₂O) composée essentiellement de déchargement des wagons équipé d'un transporteur d'extraction et d'un transporteur d'alimentation du silo tampon.

b. Section stockage phosphate brut:

Une section de stockage de phosphate brut assurant une autonomie de marche de 48 heures. Une aire aménagée pour le stockage de 60 000 tonnes de phosphate à l'air libre (stock tampon :10 jours autonomie de marche).

c. Section dosage et de mise en pulpe du Phosphate :

Le phosphate humide est repris du silo de stockage et acheminé vers le silo tampon par l'intermédiaire d'un convoyeur à bande. Le silo tampon alimente gravitairement un poidomètre. Le phosphate pesé est ensuite mis en pulpe, ayant un taux de solide de 70%, dans un bac de capacité utile de 800 m³. La pulpe est envoyée par une pompe doseuse vers le réacteur

d. Réaction:

- La réaction de dissolution du phosphate par l'acide sulfurique est réalisée dans quatre cuves. Une cuve principale, une cuve de cristallisation et deux cuves de mûrissement. Le volume total des quatre cuves est de 2400 m³.
- Etant donné que la réaction est exothermique, les calories dégagées par la dissolution des phosphates sont évacuées par un balayage d'air. Les gaz dégagés sont lavés avec un grand débit d'eau (3600 m³/h) en circulation dans une tour de lavage à trois étages.
- L'eau d'appoint provient des pompes à vide et le débit correspondant prélevé est recyclé comme eau de procédé.

e. Section filtration:

La quantité de la bouillie correspondante à la production est envoyée par une pompe à bouillie vers les 4 filtres à bandes de 110m² chacun (3 en services et un en stand-by).

Chaque filtre à bande comporte:

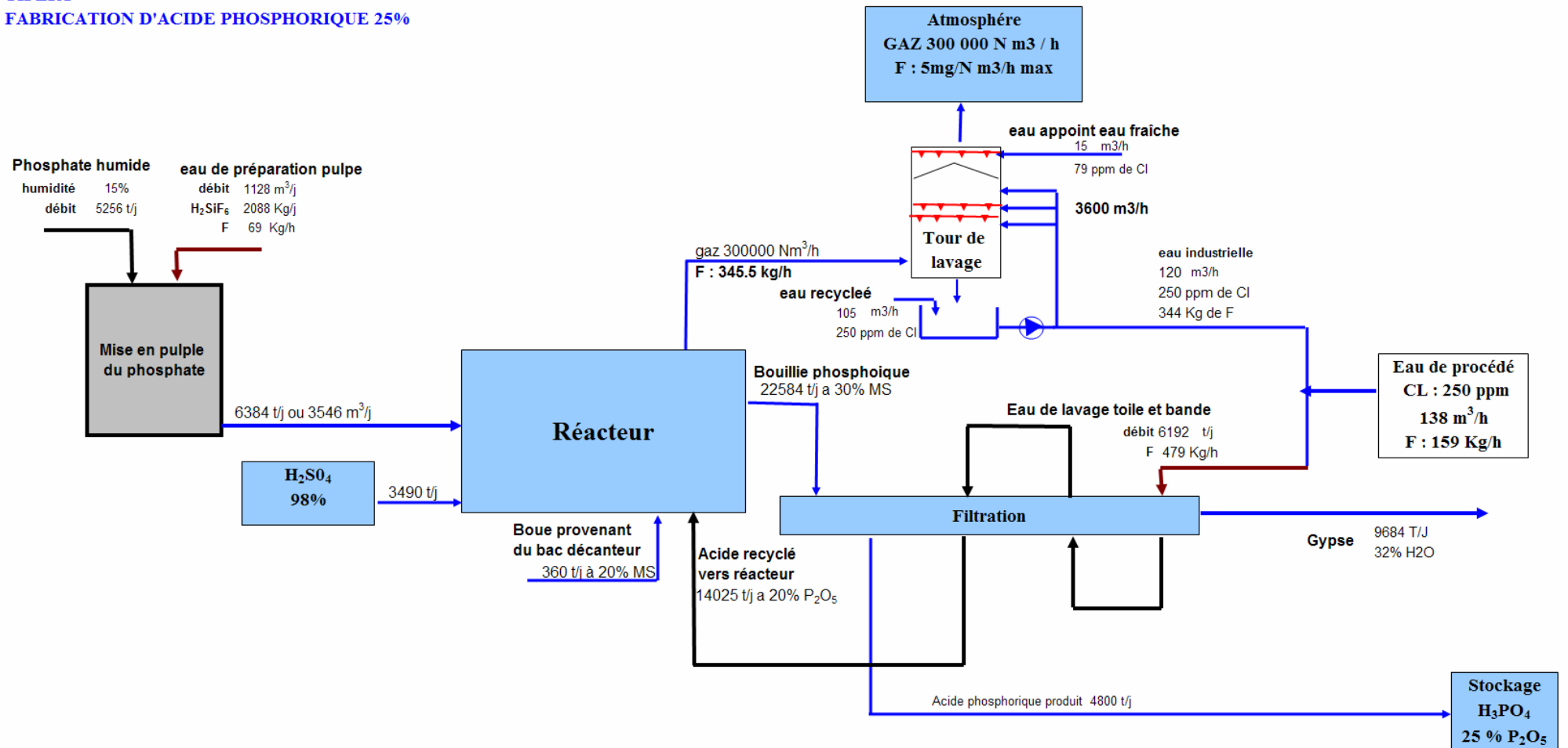
- Un secteur de filtration de la bouillie où est extrait l'acide phosphorique 25%.
- Deux lavages à contre-courant assurant l'extraction totale du P₂O₅

f. Section de mise en terril du phosphogypse :

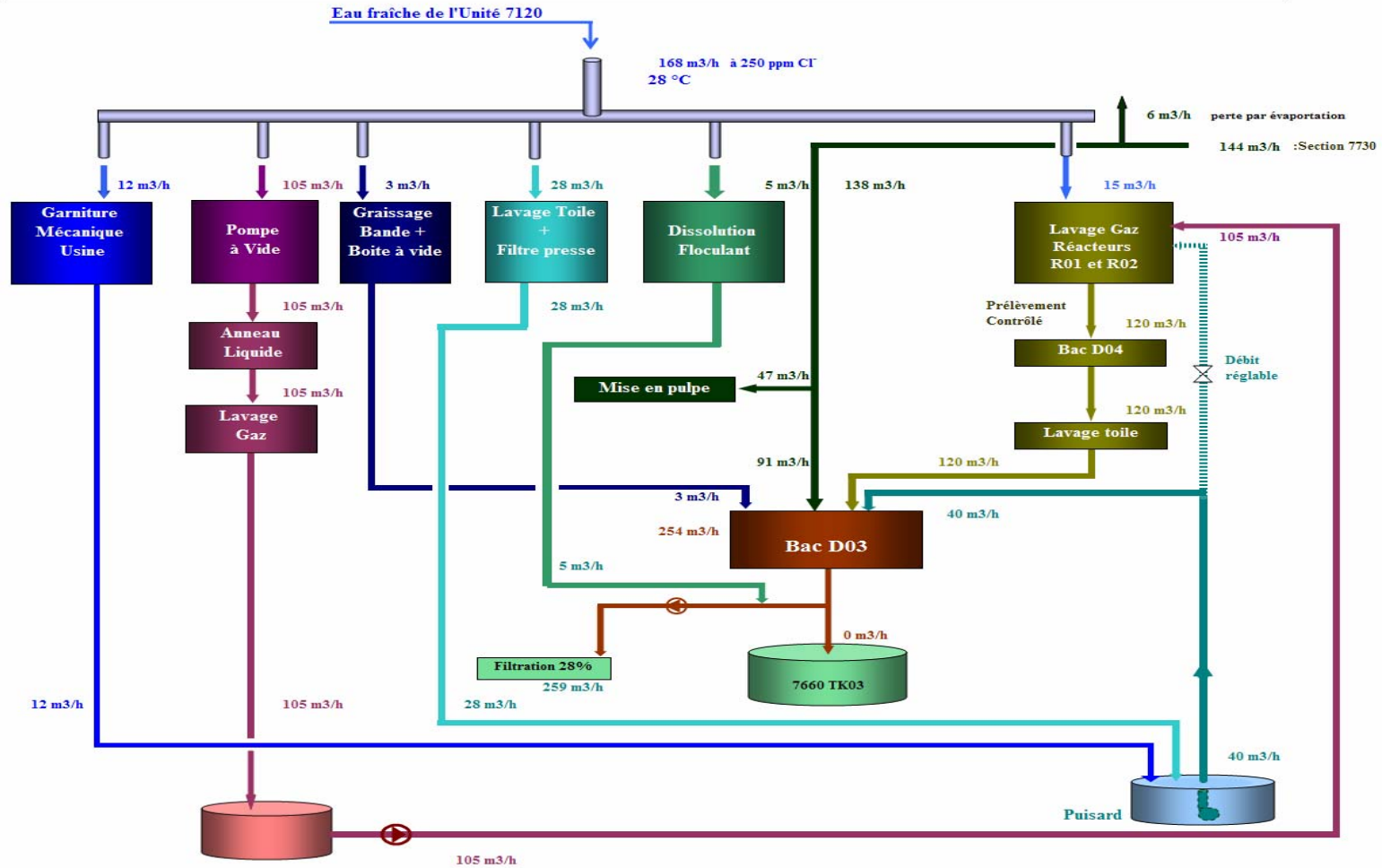
Le gypse (26 à 28% d'humidité) évacué des filtres est transporté ensuite par une série de convoyeurs à bandes jusqu'à la plate forme de mise en terril de l'usine actuelle.

Les deux diagrammes suivants illustrent les schémas de principe de production d'acide phosphorique et de recyclage de l'eau industrielle comme eau de procédé.

TIFERT
FABRICATION D'ACIDE PHOSPHORIQUE 25%



REPARTITION EAU DE PROCEDE : Unité 7600 - Section 7630 : base de 50 T/h



4.5.2.4 Atelier phosphorique concentré :

a) Section pré-concentration

La concentration d'acide phosphorique de 25 à 29% se fait dans une boucle de concentration sous vide. Cette boucle assure la concentration de l'acide par la récupération de la chaleur d'absorption de l'acide sulfurique ; elle sera équipée d'une installation de récupération de fluor.

b) Section concentration:

La concentration d'acide phosphorique de 40 à 51% P₂O₅ se fait dans trois boucles identiques de concentration sous vide, munies de condenseurs barométriques. Ces lignes sont équipées d'installations de récupération de fluor.

c) Section super concentration:

La concentration de l'acide phosphorique de 50 à 60% P₂O₅ se fait dans une boucle de superconcentration sous vide équipée d'une station de récupération de Fluor .

d) Section stockage acide phosphorique:

AP : Acide phosphorique

Matières	Bac agité	Bac décanteur	Bac portuaire
AP 25% P ₂ O ₅	2 x 3000 m ³ (dessaturateurs)	1 x 3500 m ³	
AP 40% P ₂ O ₅	2 x 3000 m ³	3x 3500 m ³	
AP 50% P ₂ O ₅	Bac à boue 500 m ³	2 x 3500 m ³	
AP 56 à 60% P ₂ O ₅	1 x 3500 m ³ 1 réfrigérant	3 x 3500 m ³	
AP marchand			3x 5000

Chaque ensemble de ces bacs de stockage se trouve dans une cuvette de rétention briquetée et munie d'un puisard de récupération.

e) Eau industrielle de refroidissement

L'eau osmosée WK produite par l'unité de dessalement d'eau de mer est utilisée pour :

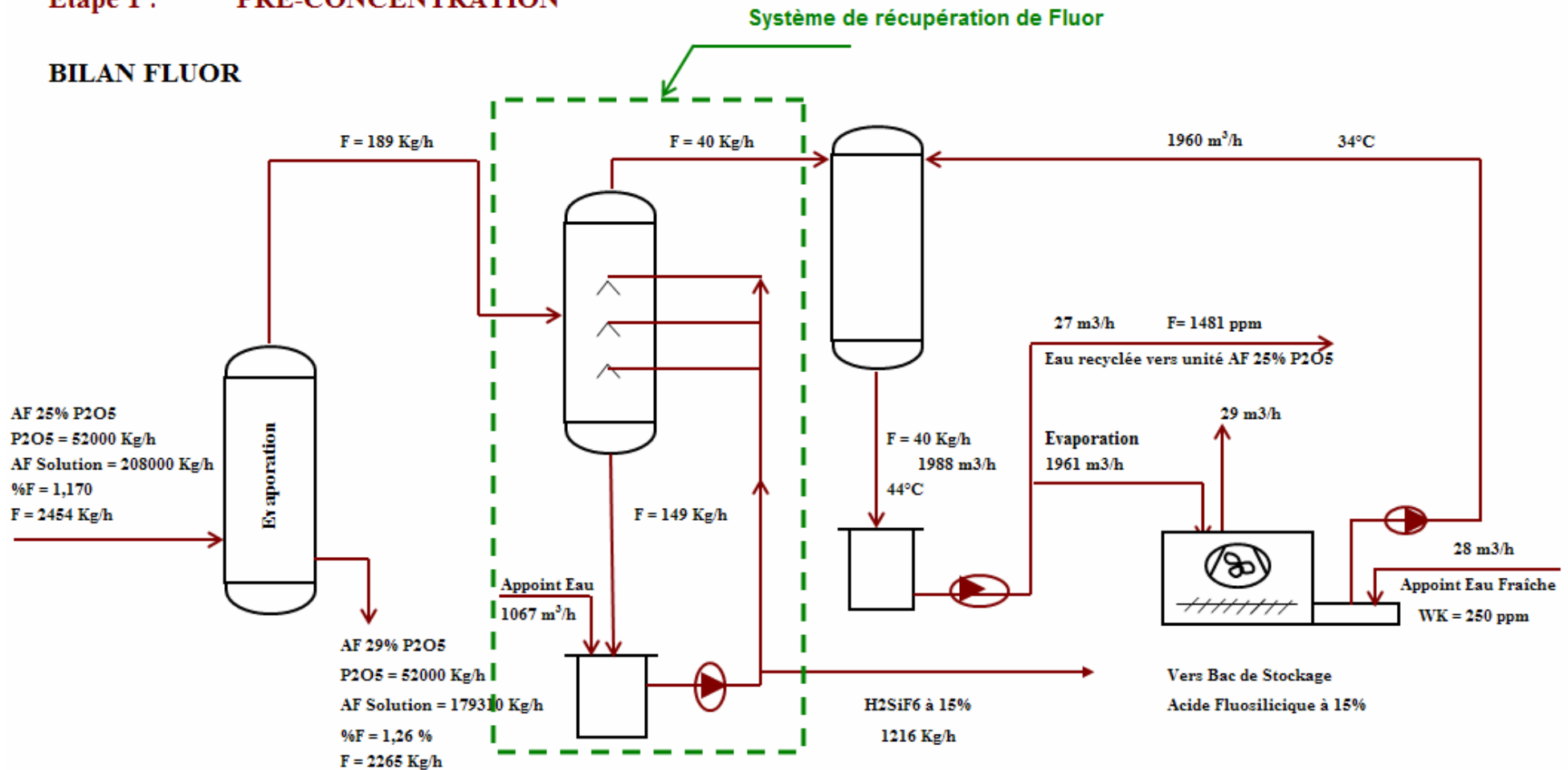
- Production de l'eau ré-osmosée couvrant les besoins de l'usine
- Le lavage des gaz des réacteurs phosphoriques
- Le lavage des gaz des pompes à vide, garnitures mécaniques, et des filtres presses et filtres à bandes
- Le refroidissement des condenseurs barométriques des cinq lits de concentration d'acide phosphorique en boucle fermée.

TIFERT

CONCENTRATION ACIDE PHOSPHORIQUE

Etape 1 : PRE-CONCENTRATION

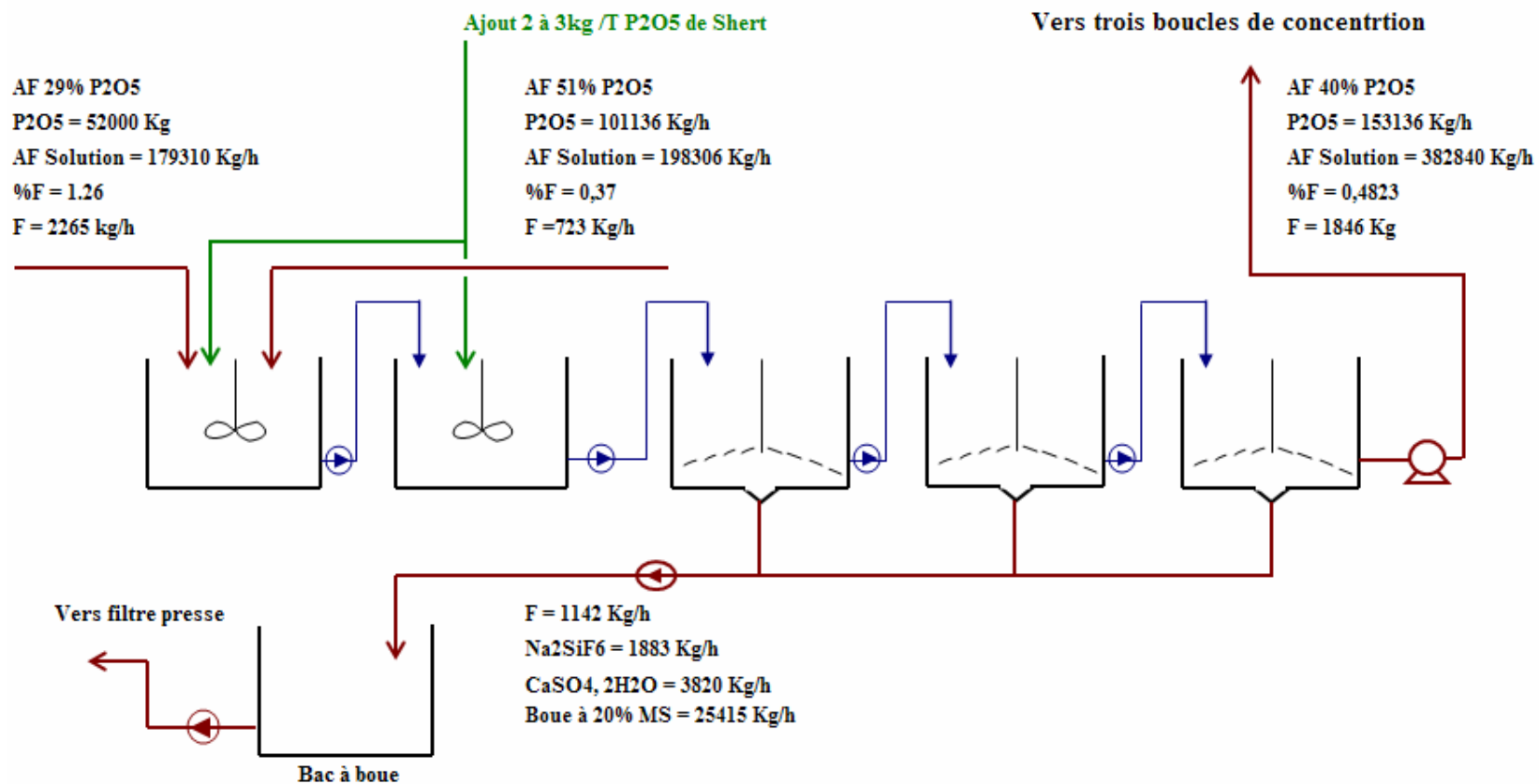
BILAN FLUOR



TIFERT

CONCENTRATION ACIDE PHOSPHORIQUE

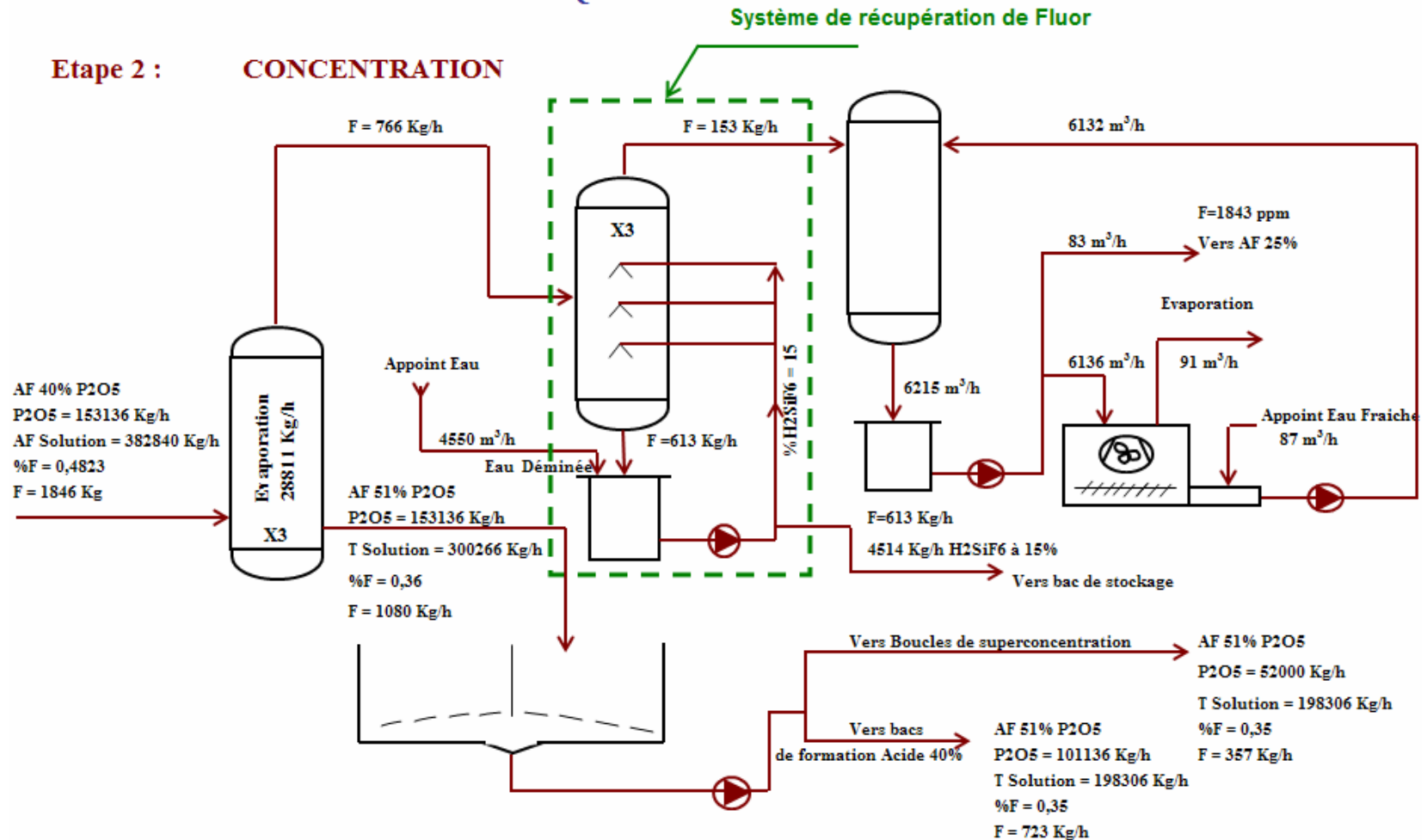
Etape 2 : FORMATION ACIDE PHOSPHORIQUE 40%



TIFERT

CONCENTRATION ACIDE PHOSPHORIQUE

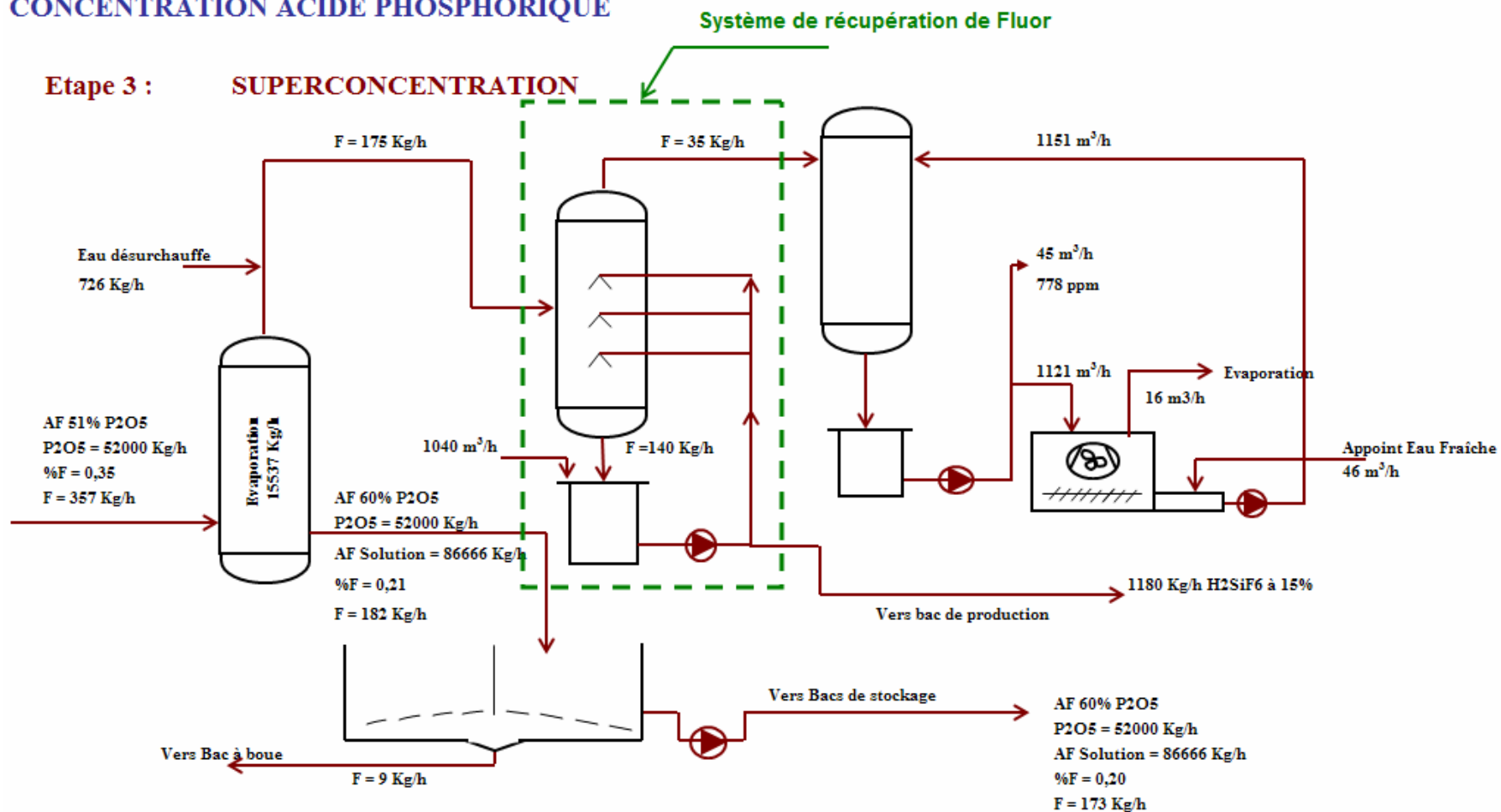
Etape 2 : CONCENTRATION



TIFERT

CONCENTRATION ACIDE PHOSPHORIQUE

Etape 3 : SUPERCONCENTRATION



USINE DE TIFERT

Schéma de principe : Distribution Eau Industrielle

Données de base :

Production : 1,200 T/J

Consommation spécifique eau à 250 ppm Cl- : 6,8 m³/T P2O5(sur sec)

Besoin eau pompe à vide :

- anneau liquide = 20 X 3 m³/h

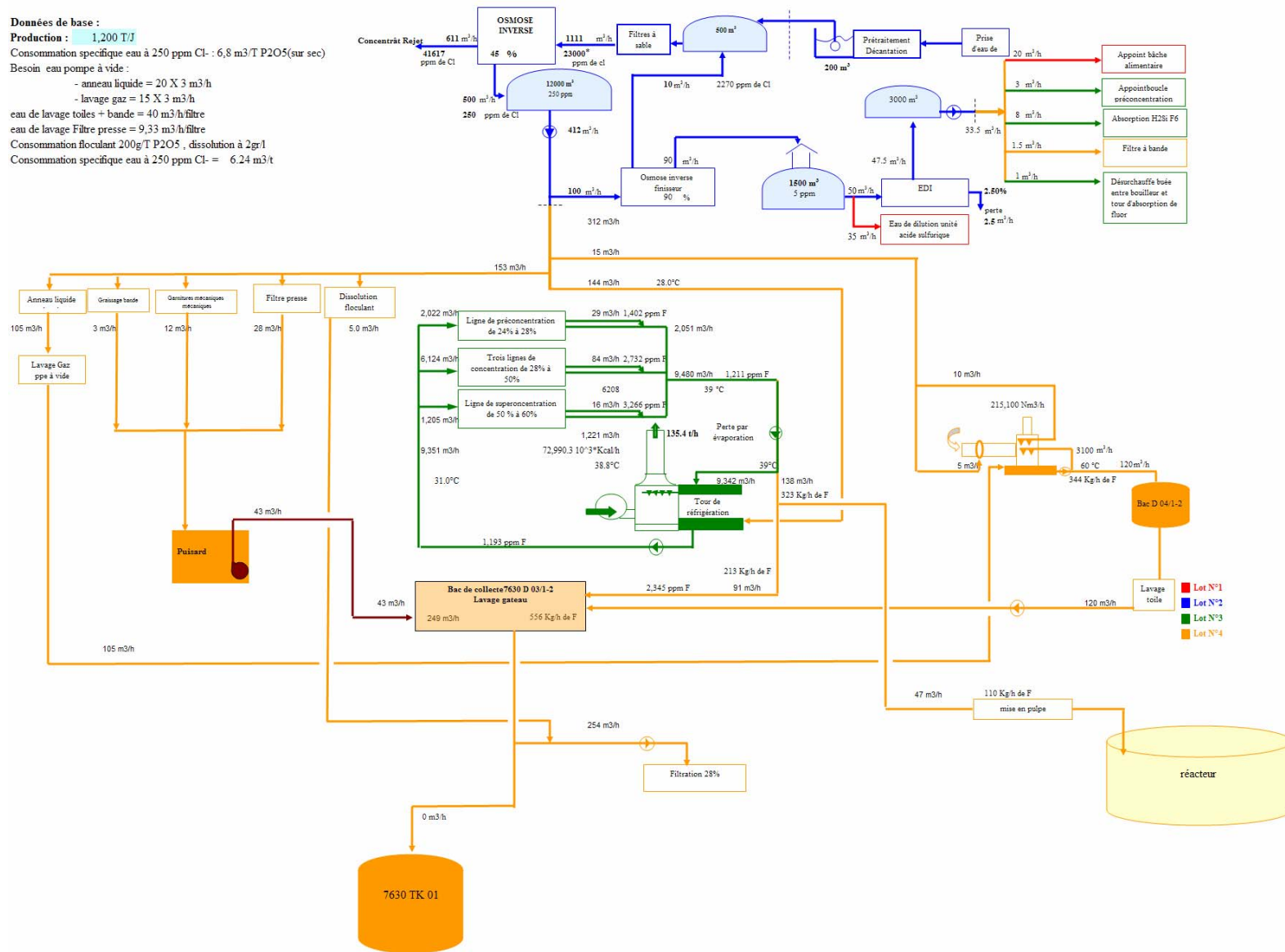
- lavage gaz = 15 X 3 m³/h

eau de lavage toiles + bande = 40 m³/h/filtre

eau de lavage Filtre presse = 9,33 m³/h/filtre

Consommation floculant 200g/T P2O5, dissolution à 2gr/l

Consommation spécifique eau à 250 ppm Cl- = 6.24 m³/t



4.5.2.5 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% P₂O₅ 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 P₂O₅ pour l'ensemble des cinq boucles de concentration sera \geq à 99,55 %.

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

La quantité de fluor contenue dans les buées à la sortie des cinq boucles d'absorption de fluor sera $<$ à 350Kg / heure.

4.5.2.6 Traitement de l'Acide Fluosilicique

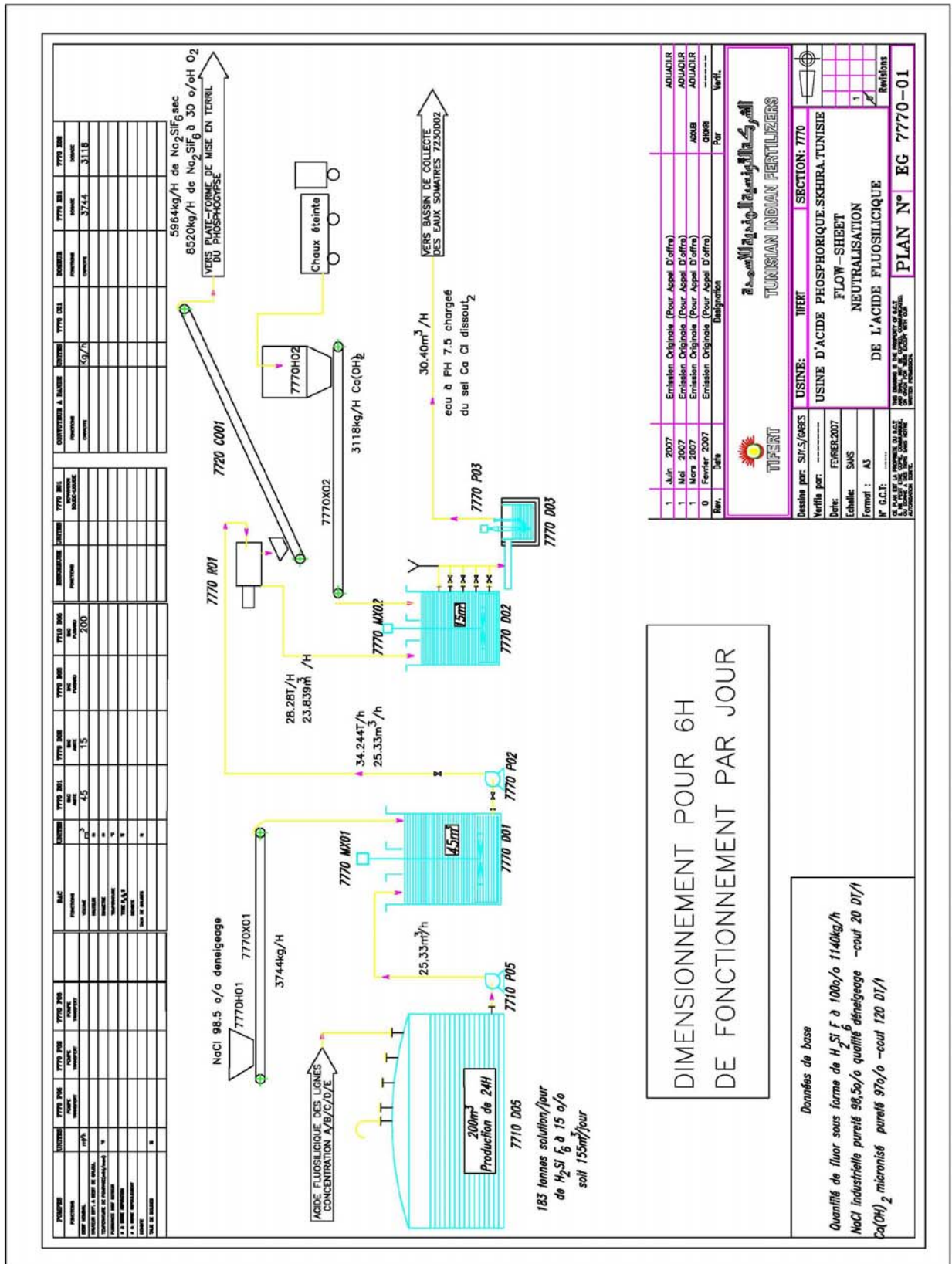
L'acide fluosilicique provenant des absorbeurs de fluor des boucles A,B,C,D et E est collecté dans un bac tampon de volume utile 200m³, puis transféré dans un bac agité de neutralisation de volume utile 200m³

L'acide fluosilicique est neutralisé avec du chlorure de sodium, cette réaction produit du fluosilicate de sodium et de l'aide chlorhydrique. La phase liquide (HCl), et la phase solide (Na₂SiF₆) 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 par l'intermédiaire d'un camion à benne basculante.

Le liquide est récupéré dans un bac agité de volume utile 150m³ 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 schéma suivant illustre le principe de fonctionnement de l'opération de neutralisation de l'acide fluosilicique.



4.5.2.7 Unité de dessalement d'eau de mer par osmose inverse

4.5.2.7.1 Description du Principe de fonctionnement

Les besoins de l'usine en eau industrielle (WK), eau de procédé (WN) et eau de chaudière (WD) seront produite par dessalement de l'eau de mer.

Les procédés utilisés sont le dessalement de l'eau de mer par osmose inverse pour la production de l'eau WK, le ré osmose de l'eau WK pour la production de l'eau WN et la déminéralisation de l'eau WN pour la production de l'eau WD sur la base de la technique de l'électrodéionisation

a. Données de Base pour la Conception et le Dimensionnement de l'Unité

- Le captage d'eau de mer se fera à partir d'une prise directe en pleine mer dans un tirant d'eau de 10m au minimum.
- L'eau brute sera pompée vers l'usine où elle subira un prétraitement conventionnel dans une station de prétraitement d'eau de mer
- L'unité de production des eaux WK, WN et WD sera essentiellement constituée des équipements suivants :
 - Un bassin de collecte de l'eau prétraitée de capacité 200 m³ (7230 D01).
 - Les pompes de gavage, les filtres à sable et les micro-filtres.
 - Les pompes hautes pressions avec récupération d'énergie.
 - Les postes de dosage de réactifs et de nettoyage.
 - Un bassin de collecte des concentrats en volume suffisant pour le besoin de lavage des filtres à sable
 - Un bassin de collecte des eaux de lavage des filtres, des eaux issues du décanteur et le reste des concentrats qui sera relié au bassin de rejet de l'usine repère.
 - Les deux lignes d'osmose inverse de capacité de 250 m³/h par ligne.
 - Un deuxième osmoseur de capacité de production de 90 m³/h
 - Un Electrodéionisateur EDI de capacité de production de 47,5 m³/h.
 - Les bacs de stockage et pompes de distribution
 - L'alimentation en énergie électrique.
 - ❖ La capacité journalière de production en eau WK est de 12000 m³ avec un taux de chlorures inférieur à 250 ppm. Cette production sera assurée en deux lignes indépendantes.
 - ❖ La capacité journalière de production en eau WN est de 2160 m³..
 - ❖ La capacité journalière de production en eau WD est 1138 m³

Il est entendu que la qualité de l'eau osmosée dépendra de la qualité d'eau à l'entrée (salinité, température..), des paramètres de fonctionnement de l'installation (taux de conversion, pression ...) et des performances des membranes (taux de rejet des sels).

Les éléments constituant cette eau auront les valeurs suivantes :

- Conductivité : 700 μ S/cm
- PH : 5 à 7.
- Cl⁻ : < 250ppm.
- SiO₂ : < 0,2ppm.

Le reste des ions (Mg, Na, SO₄, K, HCO₃,) seront réduits dans les même proportions.

- . L'eau WN est destinée à alimenter :
 - L'unité d'eau de dilution d'acide sulfurique (35m³/h).
 - L'unité de déminéralisation (50m³/h).

L'osmoseur finisseur fonctionnera à un taux de conversion minimum de 90% et l'eau produite aura les caractéristiques suivantes :

- PH : 6 à 8.
- Conductivité : < 40 μ s/cm.
- Cl⁻ : < 5ppm.
- Mg : < 0,1ppm.
- CO₂ : < 0,2.
- Na : < 2ppm.
- SiO₂ : < 100ppb.

b. Qualités de l'Eau de Mer

Dans le tableau ci-dessous figurent les analyses physico-chimiques de:

- l'eau de mer captée en pleine mer pour le dessalement par osmose inverse.
- l'analyse de l'eau de mer entrée osmoseur.
- l'analyse de l'eau osmosée sortie osmoseur.
- l'analyse de l'eau saumâtre sortie osmoseur.

Tableau 3333:Qualité de l'eau de mer, osmosée et saumâtres

Paramètres	Symboles	Unités	Eau de mer	Eau à l'entrée osmoseur	Sortie osmoseur	
					Eau osmosée	Eau Saumâtre
Température 15 à 30 °C						
PH			8.3	6.5	4.4	6.5
Calcium	Ca ⁺⁺	mg/l	480	480	1.1	871.8
Magnésium	Mg ⁺⁺	mg/l	1000	1000	2.4	1816.3
Sodium	Na ⁺	mg/l	12979.2	12979.2	118.2	23501.8
Potassium	K ⁺	mg/l	422	422.00	5.4	762.9
Barium	Ba	mg/l	< 0,1	0.1	0.0	0.2
Strontium	Sr	mg/l	7,9	7.9	0.0	14.3
Chlorure	Cl ⁻	mg/l	22115.7	22115.7	189.9	40055.0
Sulfate	SO ₄ ⁻⁻	mg/l	2600	2653.6	7.1	4818.9
Nitrate	NO ₃ ⁻	mg/l	<1	1.0	0.0	1.8
Bicarbonate	HCO ₃ ⁻	mg/l	137	85.1	0.8	154.1
Carbonate	CO ₃ ⁻⁻	mg/l	8	0.0	0.0	0.0
Fluorure	F ⁻	mg/l	< 1	1.0	0.0	1.8
Silice	SiO ₂	mg/l	< 10	10.0	0.1	18.1
Bromure	Br ⁻	mg/l	67	67.0	0.6	121.3
Phosphate	PO ₄ ⁻	mg/l	0,5	0.0	0.0	0.0
CO2 libre		mg/l	0.7	44.0	44.0	44.0
Résidu sec	R.S	mg/l	39828.9	39828.9	325.6	72138.3
SDI			0.4	-1.4	-7.0	-1.1
Conductivité		µS/cm	52600.4	52000.4	635.4	89064.3

La turbidité de l'eau est variable selon les saisons et l'état de mer (calme ou agitée)

4.5.2.7.2 Description de l'unité

L'unité de dessalement d'eau de mer comprendra les sections suivantes :

a. Section 7210 Captage d'Eau de Mer

Le captage d'eau de mer se fera à travers un émissaire se prolongeant suffisamment au large pour atteindre au minimum les profondeurs de 10m et sera branché à une colonne en béton stabilisée par un enrochement approprié et munie d'ouvertures en barreaux rond en matériau inox 316l faisant le rôle de crépine. Cette installation sera dimensionnée et conçu de manière à éviter au maximum l'entraînement de matières solides.

L'eau sera acheminée jusqu'au bassin de pompage on shore. A partir de ce bassin les pompes de reprise alimentent la section de prétraitement se trouvant à l'usine en amont des unités de dessalement. Une analyse on line d'hydrocarbure sera prévue.

La station de reprise d'eau on shore comprendra un bassin couvert et une cellule équipées de trois motopompes de reprise à l'aspiration desquelles seront montées des crépines empêchant l'entraînement des résidus. Ces crépines seront dimensionnées de manière à éviter tout risque de cavitation des pompes.

L'étude de l'implantation de la colonne en béton off shore sera réalisée en fonction de la bathymétrie de la mer et des installations existantes du **GCT** (prise et rejet eau de mer) et de la **TRAPSA** et quai de chargement des navires (acide phosphorique et pétrole).

b. Section 7220 Prétraitement d'Eau de mer

L'eau de mer brute subira un prétraitement de type conventionnel avant d'alimenter la station de dessalement (tels que Chloration, coagulation, floculation, décantation,).

Cette installation comprendra :

- Un compartiment de coagulation dimensionné pour un temps de séjour de 3 mn repère.
- Un compartiment de floculation dimensionné pour un temps de séjour de 15 mn repère.
- Un décanteur lamellaire ayant une charge hydraulique de $8\text{m}^3/\text{h}$ par m^2 de surface repère.

Le fonctionnement des pompes de reprise repère est asservi avec les niveaux haut et bas dans le bassin repère

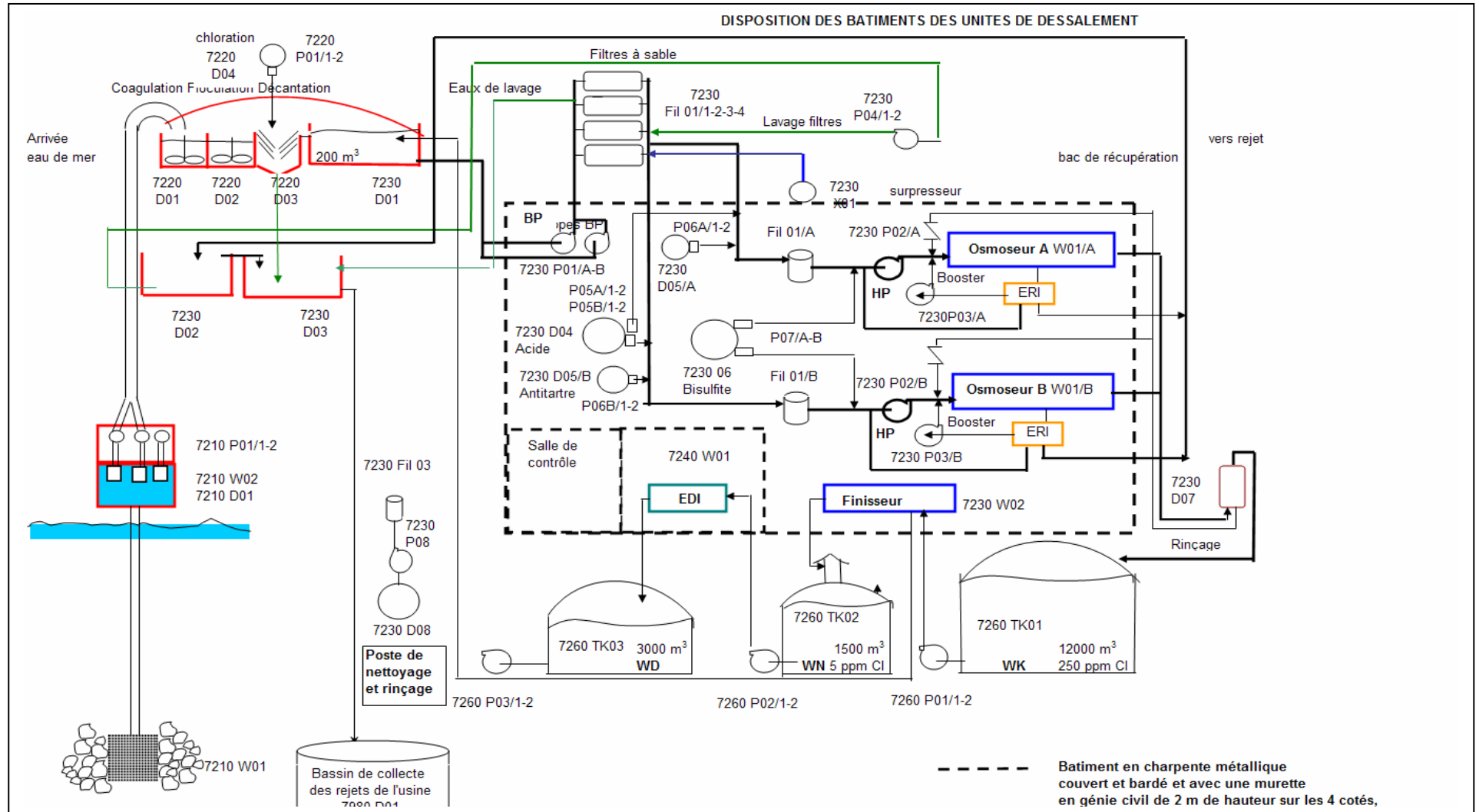
c. Section 7230 Production Eau Osmosée

Un bassin de collecte repère de capacité 200 m^3 sert de bêche d'aspiration pour les pompes de gavage repère.

Pompes de Gavage

Les pompes de gavage repère assurent un débit régulier et continu à travers les filtres à sable quelque soit le niveau dans le bassin de collecte. Ce débit de fonctionnement sera réglé par la variation de vitesse des pompes de gavage (variateur de fréquence).

Figure 2222 : Usine TIFERT : schéma bloc de l'unité d'osmose inverse



Filtres à Sable

La station renfermera une batterie de quatre filtres à sable fonctionnant sous pression dont les masses filtrantes seront constituées de sable de granulométrie adéquate et reposant sur une plate-forme en inox 316L équipée de buselures.

Les quatre filtres à sable seront lavés à tour de rôle à l'air et à l'eau. Dans cette situation, l'eau filtrée sera produite par les trois filtres en fonctionnement. Lors d'un lavage d'un filtre, la vitesse de l'eau à travers les autres filtres ne dépassera pas 10m/h.

Micro - Filtration de Sécurité

Deux ballons micro-filtre équipés de cartouches filtrantes seront installés au niveau de chaque ligne de production.

Les cartouches filtrantes auront respectivement des seuils de filtration de 5 et 1 microns en absolu.

Bloc d'Osmose Inverse

Le bloc d'osmose inverse sera configuré en seul étage (simple passe) pour chaque ligne de production.

Les modules d'osmose inverse seront de type spiralé en polyamide composite, de longueur quarante (40) pouces et de diamètre huit (08) pouces.

Le nombre de modules d'osmose inverse requis sera déterminé de manière à assurer un flux moyen de perméat de l'ordre de 16 l/h/m² de membrane.

4.5.2.7.3 Section 7240 Production Eau Déminéralisée EDI

a. Description du Procédé

L'eau nécessaire pour l'appoint de la bêche alimentaire sera produite à partir de l'eau osmosée provenant du deuxième osmoseur finisseur.

Le procédé de déminéralisation utilisé est l'électrodéionisation et la capacité de l'unité sera de 47,5 m³/h d'eau déminéralisée.

b. Données de Base pour la Conception et le Dimensionnement de la Station

La Chaîne de traitement d'eau sera la suivante :

- Osmose Inverse → Osmoseur finisseur → Electrodéionisation → Stockage.
- La production journalière de la station sera de 1140m³/j.
- L'eau produite aura une conductivité inférieure à 0,2µs/cm.
- La base de dimensionnement de l'unité est la suivante :
 - Production : 1140m³/j.
 - Nombre de lignes : 1.
 - Pression d'alimentation des modules : à définir.

- La station sera pilotée, contrôlée et surveillée par un Système Numérique de Contrôle Commande (SNCC) redondant et installé dans une salle de contrôle aménagée spécialement pour ce type de matériel.
- Le choix du matériel sera fait de façon qu'il puisse résister à l'agressivité des fluides et du milieu avec lequel il sera en contact.

c. Description de la Station de Déminéralisation

La station de déminéralisation est basée sur la technique de l'électrodéionisation.

L'alimentation en eau de l'électrodéionisateur est assurée à partir de l'eau réosmosée stockée dans un bac en acier revêtu de peinture époxy d'une capacité de 1500 m³ équipé d'un dégazeur.

Les principaux équipements sont:

- Membranes échangeuses d'ions.
- Membranes échangeuses de cations.
- Espaceurs.
- Electrodes.
- Résines échangeuses d'ions en lits mélangés.

La station de traitement assurera :

- Production : 47,5m³/h.
- Conductivité de l'eau produite : < 0,2μs/cm.
- Silice (SiO₂) : < 20ppb.
- Perte en eau du volume traité : < 5%.

L'ensemble des équipements sera abrité dans un local aménagé.

4.5.2.8 Zone de stockage de phosphogypse (décharge de phosphogypse)

Le projet d'aménagement d'une décharge de phosphogypse comprend é composante :

1^{ère} composante : réhabilitation et aménagement du terril existant

2^{ème} composante : aménagement de la zone d'extension

1^{ère} composante : réhabilitation et aménagement du terril existant

Cette composante comprend les travaux suivants :

- Réalisation d'une digue de protection des eaux de ruissellement
- Réalisation d'un caniveau de drainage des eaux de ruissellement
- Aménagement de bassin de stockage de lixiviat : (11,6 ha, hauteur : 1 m)
- Réhabilitation de la station de pompage des lixiviat vers les eaux de process de l'usine GCT SKHIRA

2^{ème} composante : aménagement de la zone d'extension

Un terrain d'environ 300 ha supplémentaire sera aménagé, à l'Est du terril existant de phosphogypse.

Cette décharge est dimensionnée pour recevoir la production de phosphogypse des deux unités (GCT SKHIRA et TIFERT) durant 40 ans.

Des terrains ont déjà été acquis par le GCT, pour l'extension de cette décharge pour la production à survenir au-delà de 40 ans.

Suivant la nature du terrain, la décharge future de phosphogypse est aménagée en 3 zones :

- **Zone 1 :**
 - Surface \approx 61 Ha
 - Duré d'occupation 10 ans
 - Situation : Est de la Tabia existante (continuité)
 - Récupération des eaux de ruissellement : Bassin de collecte N°1 (2,2 ha, Hauteur d'eau 1 m)

- **Zone 2 :**
 - Surface \approx 122 Ha
 - Duré d'occupation : 21 ans
 - Situation : Est de la zone 1 (continuité)
 - Récupération des eaux de ruissellement : Bassin de collecte (2,2 ha, hauteur d'eau 1 m).

- **Zone 3 :**
 - Surface \approx 53 Ha
 - Duré d'occupation : 9 ans
 - Situation : Est de la zone 2 (continuité)
 - Récupération des eaux de ruissellement : Bassin de collecte (8,5 ha, Hauteur d'eau 1 m).

La décharge comprend également l'aménagement d'une zone verte de protection, implantée entre la décharge et la mer

- **Zone Verte de protection de la mer :**
 - Surface \approx 20 Ha
 - Situation : au sud des Zones 1 ; 2 ; 3, entre ces zones et la mer.

Principaux caractéristiques de la mise à terril , pour les usines GCT et TIFERT :

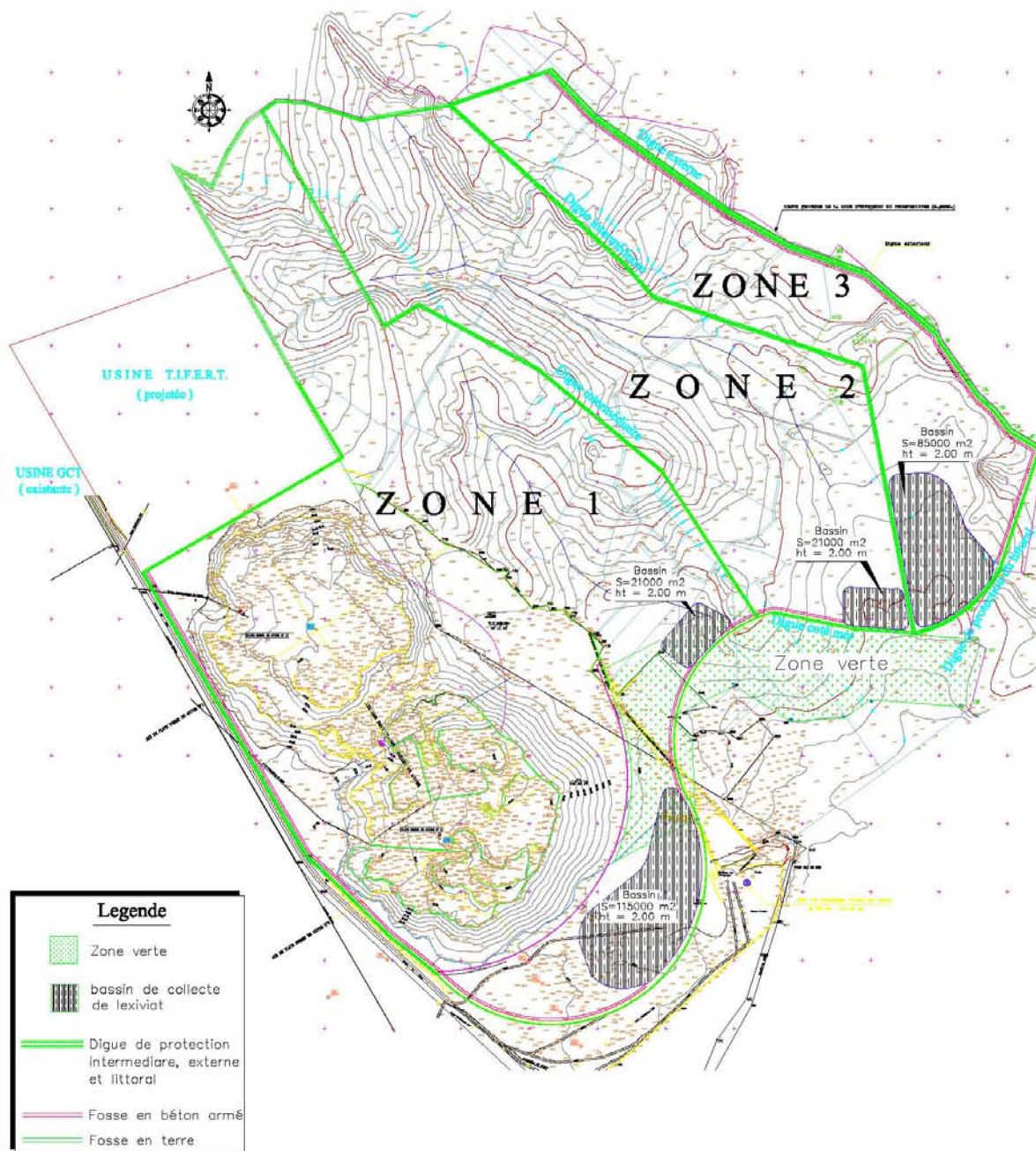
- Hauteur moyenne du terril : 60 m
- Densité du phosphogypse sec : 1.35
- Humidité dans le Phosphogypse : 22 %
- Occupation : 5.9 Ha / an.
- Surface total du 3 Zones : 236 Ha
- Occupation Totale des 3 Zones : 40 ans.

L'aménagement comprend également :

- Installations de transport de phosphogypse
 - Installation de 1000 m de transporteurs à bande largeur 1,2 m reliant la nouvelle plateforme à l'usine TIFERT

- Installation de 500 m de transporteurs à bande largeur 1,2 m reliant la nouvelle plateforme à l'usine TIFERT
 - Installation d'une tour d'angle avec trémie commune
- Installation de mise en stock :
- Acquisitions d'équipement de mise en terril : transporteurs avec accessoires, sauterelles, tambours-moteurs, 2 trax de 3 m³, etc.

Figure 3333 : Plan d'aménagement de la future décharge de phosphogypse



4.6 Spécification des matières premières et du produit fini

4.6.1 Spécification des matières premières

Les matières premières de l'usine projetée sont le soufre solide et les minerais de phosphate. Seul le soufre est stocké dans l'usine existante de SKHIRA GCT, avant de passer dans le procédé de la nouvelle usine Skhira TIFERT.

1) Soufre solide

La quantité transformée est de 1200 T/j, et 360 000 T/an

La composition du soufre est comme suit :

Etat	:	Solide en vrac
% d'humidité	:	2% max
% de cendres	:	480 ppm max
% de bitumes	:	480 ppm max
% acidité	:	500 ppm max
% soufre	:	97,85%
Exempt d'Arsenic, de sélénium, de bismuth et de fluor		

2) Minerais de Phosphate

Les minerais de Phosphate disponibles sont les variétés usuelles fournies par la Compagnie de Phosphates de Gafsa.

La quantité transformée est de 4200 T/j, et 1 260 000 T/an

Ils répondent aux analyses type « sur tel quel » et granulométriques ci après :

P ₂ O ₅	28,5 % +/- 0,3 %
H ₂ O	15 % +/- 2,0 %
CaO	49,0 % +/- 0,3 %
SO ₃	3,3 % +/- 0,2 %
MgO	0,5 à 0,85 %
SiO ₂	2,5 à 4 %
F	3,1 à 3,4 %
Fe ₂ O ₃	0,26 à 0,36 %
Al ₂ O ₃	0,5 à 0,8 %
Carbone organique	0,4 à 1,2 %
Cl	0,06 à 0,1 %

Granulométrie (G) : G < 40 µm : 1 %

$40 < G < 2000 \mu\text{m}$: 97 %
 $G > 2000 \mu\text{m}$: 2 %

3) Réactifs et Adjuvants

Plusieurs réactifs et adjuvants sont utilisés dans le processus de la nouvelle usine TIFERT. Ces matières sont utilisées pour le traitement des eaux et la filtration du soufre et de l'acide. Le tableau suivant récapitule les quantités consommées annuellement :

Tableau 4444 : Consommation des Réactifs et Adjuvants

Désignation	Consommation spécifique	Consommation annuelle (kg)	Etat
Traitement des eaux			
Hydrazine (réducteur d'oxygène)	200 ml/h	2 400	Liquide
Morpholine	100 ml/h	1 600	Liquide
Phosphate trisodique	750 ml/h	7 000	granulés
Hexametaphosphate (anti-incrustant)	9 kg/h	80 000	Granulés
Soude caustique	10 kg/h	90 000	granulés
Chimec 7361 (anti-algues)	180 kg/2 à 3 semaines	3 000	Liquide
Chimec 7268 (anti-algues)	180 kg/2 à 3 semaines	3 000	
Aquakem MIB 3410 (anti-algues)	200 kg/2 à 3 semaines	3 000	
Aquakem MIB 3430 (anti-algues)	200 kg/2 à 3 semaines	3 000	
Filtration soufre			
Carbonate de calcium (neutralisant)	18.7 kg/T P ₂ O ₅	6 739 000	Poudre
Terre diatomée	0,330 kg/T de soufre	120 000	Solide
Neutralisation acide Fluosilicique			
Chlorure de Sodium	14,8 kg/T de soufre	5 360 000	Solide
Chaux éteinte	15.6 kg/T P ₂ O ₅	5 613 000	poudre
Filtration acide			
Floculant	0,200 kg/T de P ₂ O ₅	85 000	Granulat

4.6.2 Spécifications du produit fini

Eléments en poids	
P ₂ O ₅	52 % Minimum
H ₂ SO ₄	4 % Maximum
CaO	0,6 % Maximum
Fe ₂ O ₃	0,5 % Maximum
Al ₂ O ₃	1,2 % Maximum
F	0,5 % Maximum
MgO	1,3 % Maximum
Cl	250 ppm Maximum
Matières solides	1 % Maximum
Densité à 15 °C	1,7 Maximum

4.7 Opération d'approvisionnement d'énergie et d'utilités

Les besoins en électricité, vapeur d'eau, eau déminéralisée, eau industrielle seront largement couverts par les unités d'utilités.

A l'usine, on cite les entrées suivantes :

Arrivée 30 KV 50 Hz	Réseau STEG
Soufre solide	Trémie de l'usine TIFERT
Phosphate brut	Wagons sur réseau ferroviaire
Arrivée eau de mer fraîche	Réseau Conduite GCT SKHIRA d'amenée d'eau de mer
Arrivée vapeur HP (60 bar ff / 410°C)	Collecteur général réseau vapeur GCT SKHIRA
Retour condensât et échange eau déminéraliser	TIFERT GCT SKHIRA
Arrivée et échange eau osmosée	TIFERT GCT SKHIRA
Arrivée eau incendie	Collecteur général réseau incendie GCT SKHIRA
Arrivée eau potable	SONEDE
Lubrifiant	Magasin usine
Chaux	En sacs de 50 kg
Agent de filtration	En sacs de 50 kg sur palette dans le magasin de l'usine
Branchement téléphonique	Réseau PTT

Et les rejets suivants :

Rejet eau industrielle	zéro rejet : l'eau industrielle est recyclée en tant qu'eau de procédé
Rejet eau de mer	L'eau de mer nécessaire (2800m ³ /h) pour le refroidissement de l'acide sulfurique est prélevé du circuit d'eau de mer de refroidissement de l'usine existante GCT- SKHIRA puis restituée après utilisation à la même température et avec les mêmes caractéristiques physico-chimiques. Ce débit est nécessaire pour le besoin de lavage des gaz et le refroidissement des condenseurs barométriques de l'usine de Skhira.
Phosphogypse	Sera stocké dans une zone aménagée
Crasse de soufre	Séparé de la Tabia de gypse SKHIRA GCT
Rejet gazeux	Décharge à l'atmosphère (Conformément aux normes en vigueur)
Eaux pluviales zone soufre et stockage acide	Recyclage vers le process
Eaux pluviales non contaminées	Évacuation en surface vers la mer
Eaux usées sanitaires	Traitées dans une station d'épuration
Récupération des eaux de la Tabia de gypse	Recyclage vers SKHIRA GCT

4.8 Besoins en matière de transport

L'infrastructure nécessaire au fonctionnement de la nouvelle usine de production de l'acide phosphorique est déjà sur place. En effet, l'usine projetée utilisera l'infrastructure de l'usine existante :

- La route existante, qui est en bon état
- réseau ferroviaire
- et le terminal maritime avec ses quais spécialisés.

4.9 Accidents et risques

La plupart des accidents qui peuvent avoir lieu sont due à certaines pannes.

Les causes sont multiples, nous pouvons en citer les principales:

- Usure mécanique du système de pompage; suite à une utilisation prolongée, et un mauvais entretien. Le milieu étant très agressif, la corrosion due à l'eau de mer est très importante.
- Pannes mécaniques (moteurs, pompes, etc.).
- Perte de charge dans les canalisations de circulation des eaux de mer : formation de chélates sur les parois, dépôt de calcaires, dépôt de sulfate.
- Fuites des ouvrages de stockages.
- Fuites des conduites.

Les conséquences

- Le traitement chimique dégagerait dans l'atmosphère un gaz plus riche en vapeur d'eau, à une température plus élevée et avec des émanations de fluor (2 mg/m^3).
- Risque de rejets d'acide dans le sol.

Le risque majeur pour le sol est le déversement des produits chimiques (acide phosphorique, soude, solvant organique) lors des fuites accidentelles.

4.10 Systèmes de suivi et de surveillance

Afin de réduire la probabilité d'accident et d'éviter les menaces sur l'environnement, la nouvelle usine – SKHIRA TIFERT – assure un suivi et une surveillance continue des différentes unités et des entrées et des sorties des matières (bruts, produits finis ou rejet) :

- Contrôle périodique de la qualité de l'air au sein et aux alentours de l'usine.
- Suivi du niveau piézométrique et de la qualité des eaux de la nappe exploitée par l'usine.
- Contrôle et analyse annuelle des sédiments marins à proximité de l'usine.
- Contrôle continu (online) et suivi de la qualité des différents rejets de l'usine (eau saumâtre, phosphogypse) .
- Télésurveillance des zones de stockage des produits bruts, des additifs et des produits finis.
- Respect des consignes de sécurité par le personnel.

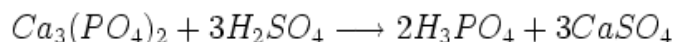
4.11 Résidus et Emissions

4.11.1 Rejets Solides

4.11.1.1 Les rejets solides de process

Le Phosphogypse

Le sulfate de calcium ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) plus communément appelé phosphogypse, est un produit généré lors de la fabrication d'acide phosphorique par attaque de roches phosphatées avec de l'acide sulfurique



Les phosphogypses sont récupérés lors de la filtration du H_3PO_4 , avec des quantités journalière de 6015T.

Une tonne de phosphogypse contient également 12,7 Kg de fluor, 3 Kg de P_2O_5 et 280 kg de H_2O .

Les catalyseurs provenant du convertisseur sont sous forme de pentoxyde de vanadium.

Composition moyenne du phosphogypse (sur sec) :

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	= 95 %
Sels de phosphate insolubles	= 1,5 %
Autres impuretés (CaF_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3)	= 3,5 %

Les teneurs en P_2O_5 du gypse varieront dans les limites suivantes (par rapport au gypse sec)

P_2O_5 insoluble entre 0,65 et 0,80 %

P_2O_5 soluble entre 0,15 et 0,30 %

Présence et comportement du Cadmium dans le phosphogypse

Le phosphate du bassin minier de Gafsa contient de 25 à 35 mg de cadmium par kilogramme de phosphate. Lors de sa transformation en acide phosphorique, de 35 à 45% du cadmium (Cd) passe dans l'acide phosphorique produit, et le reste (55 à 65%) passe dans le phosphogypse.

Ainsi, la teneur du Cd dans l'acide phosphorique varie de 18 mg/kg à 14 mg/kg de solution d'acide phosphorique marchand.

La teneur du Cd dans le Phosphogypse varie de 12 à 14 mg/kg de gypse sec.

La quantité de Cd qui passe dans le gypse se trouvera sous forme cristallisée (insoluble) avec le sulfate de calcium, et ne peut être libérée de la maille cristalline sous l'effet du lessivage. En effet, l'ion Cd^{++} déplace de la maille cristalline un cation Ca^{++} , et le remplace (co-cristallisation).

Les analyses de suivi effectués dans les piézomètres (voir annexe 3) démontre l'inexistence du Cd dans les eaux du puits, et confirme son comportement stable dans le phosphogypse. Nous considérons donc qu'il n'y a pas de mesures spécifiques à adopter concernant le Cadmium

Déchets découlant de la neutralisation de l'Acide Fluosilicique H_2SiF_6

La récupération de Fluor au niveau des lignes de concentration de l'acide phosphorique entraîne la production d'Acide Fluosilicique H_2SiF_6 .

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 CaCl_2 dissout.

Les quantités produites et consommées sont les suivantes :

- Production de 8 222 T/an de H_2SiF_6 à 100%, soit 54 816 T à 15% avec 2.5% de chlorure
- Consommation annuelle de 46 592 T d'eau déminéralisée pour l'absorption de l'Acide Fluosilicique
- Consommation annuelle de Chlorure de Sodium pour précipiter le fluosilicate de Sodium:
 - Chlorure de Sodium
 - ❖ Qualité dénègeage
 - ❖ Pureté : 98.5%
 - ❖ Quantité : 6739 T/an
- Production de 13 420 T/an de fluosilicate de Sodium à 30% d'humidité
- Consommation de 5613 T/an de Chaux éteinte pour neutraliser la solution d'acide chlorhydrique (HCL) généré

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 1200 T/j et 360 000 T/an

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 0,97 T/j de CaSO_3 (sulfate de Calcium)
- Production de 0,36 T/j de terre diatomée
- Production de 1,2 T/j de cendre 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 $2.53+0,253 = 2,783$ T/j de déchets solides, sous forme de boues sèches, soit 1033 T/an

Pentoxyde de Vanadium (V_2O_5) :

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 4 à 7%. Les autres composants de ce catalyseur sont des minéraux inactifs.

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

Ce catalyseur est disposé dans 4 lits successifs de conversion, ayant les contenances suivantes :

Tableau n°5555 : Contenance des lits de filtration en masse catalytique

N° de lit	Contenance en masse catalytique (m3)
1 ^{er} lit	131
2 ^{ème} lit	138
3 ^{ème} lit	151
4 ^{ème} lit	211
Total	631

Soit un poids total de 422,77 tonnes

Cette masse catalytique est soumise à un tamisage (pour l'élimination des impuretés et des fines), de fréquence différente selon le numéro de lit.

Tableau n°6666 : Fréquence de tamisage de la masse catalytique (par cycle)

N° de lit	Fréquence de tamisage (cycle)
1 ^{er} lit	1
2 ^{ème} lit	3
3 ^{ème} lit	4
4 ^{ème} lit	5

Le cycle de fonctionnement est défini par la perte de charge du convertisseur. Pour le projet TIFERT, le cycle sera de 18 mois.

Cette opération de tamisage génère des pertes (pièces détériorées). Ces pertes (déchets) représentent 5% de la masse catalytique, et doivent donc être remplacées.

En outre, cette masse catalytique a une durée de vie, qui varie selon le numéro de lit. La masse catalytique doit donc être entièrement remplacée suivant les fréquences suivantes, opération appelée régénération.

Tableau n°7777 : Fréquence de régénération de la masse catalytique (par cycle)

N° de lit	Fréquence de régénération (cycle)
1 ^{er} lit	8
2 ^{ème} lit	10
3 ^{ème} lit	15
4 ^{ème} lit	20

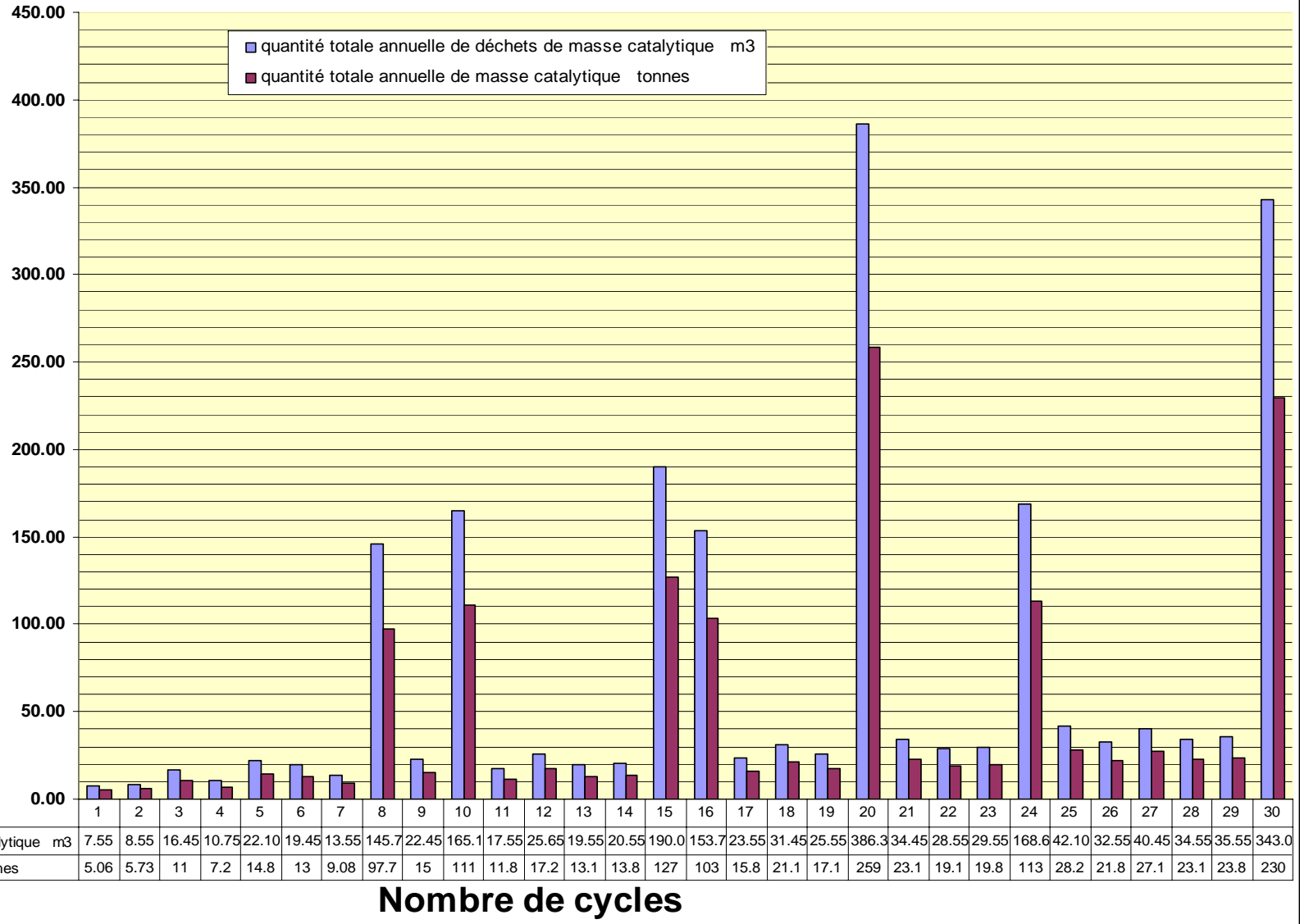
Ces opérations de tamisage et de régénération engendrent des déchets de masse catalytique, et donc de déchets de Pentoxyde de vanadium.

Les quantités de déchets produites sont détaillées dans le tableau et graphe suivant :

Tableau n°8888 : Evolution des quantités de déchets de masse catalytique et de pentoxyde de Vanadium produites

				Nombre de cycle (18 mois par cycle)																																
		qtté de la masse catalytique	Fréquence de tamisage (par cycle)	régénération de la masse totale (par cycle)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
quantité d'appoint pour tamisage m3	1er lit	131	1		6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55		
	2ème lit	138	3				6.9			6.9			6.9			6.9			6.9			6.9			6.9			6.9			6.9			6.9		
	3ème lit	151	4					0.2				0.2				0.2				0.2				0.2				0.2								
	4ème lit	211	5						10.55					10.55					10.55					10.55					10.55						10.55	
		631			7.55	8.55	16.45	10.75	22.10	19.45	13.55	14.75	22.45	27.10	17.55	25.65	19.55	20.55	39.00	22.75	23.55	31.45	25.55	37.30	34.4	28.5	29.5	37.6	42.1	32.5	40.4	34.5	35.5	54.0		
quantité de régénération de la masse totale m3	1er lit	131		8								131								131																
	2ème lit	138		10										138											138											138
	3ème lit	151		15																151																151
	4ème lit	211		20																																
		631			0	0	0	0	0	0	0	131	0	138	0	0	0	0	151	131	0	0	0	349	0	0	0	131	0	0	0	0	0	0	0	289
quantité totale annuelle de déchets de masse catalytique m3					7.55	8.55	16.45	10.75	22.10	19.45	13.55	145.7	22.45	165.1	17.55	25.65	19.55	20.55	190.0	153.7	23.5	31.4	25.5	386.3	34.45	28.55	29.55	168.6	42.1	32.5	40.45	34.55	35.5	343		
quantité totale annuelle de masse catalytique tonnes					5.06	5.73	11	7.2	14.8	13	9.08	97.65	15	110.6	11.8	17.2	13.1	13.8	127.3	103	15.8	21.1	17.1	258.8	23.1	19.1	19.8	113	28.2	21.8	27.1	23.1	23.8	229.8		
quantité totale annuelle de déchets de pentoxyde de Vanadium V2O5 - m3					0,53	0,6	1,15	0,75	1,55	1,36	0,95	10,2	1,6	11,6	1,23	1,8	1,37	1,44	13,3	10,8	1,65	2,2	1,8	27	2,4	2	2,1	11,8	2,95	2,28	2,832	2,42	2,49	24.		
quantité totale annuelle de déchet de pentoxyde de Vanadium V2O5 tonnes					0.35	0,4	0,77	0,5	1	0,8	0,63	6,8	1	7,7	0,8	1,2	0,9	0,97	8,9	7,2	1,1	1,47	1,2	18,1	1,6	1,3	1,4	7,9	1,97	1,5	1,9	1,6	1,7	16.1		

Quantité (m3 ou tonnes)



4.11.1.2 Les déchets d'emballages

Les déchets d'emballage sont formés des emballages ayant servi à conditionner les produits de traitement d'eaux, les adjuvants et produits chimiques. Ils sont soit en papier, soit en plastique, essentiellement en PEHD. Le tableau suivant récapitule les quantités annuelles de ces déchets

Tableau 9999 : Etat des déchets d'emballage

produits	Quantité Annuelle (kg)	Etat	conditionnement	Qtés d'emballage	Poids unitaire (Kg)	Poids total (Kg)
Hydrazine (réducteur d'oxygène)	2 400	Liquide	fut en PEHD de 120 l	20	5	100
Morpholine	1 600	Liquide	fut en PEHD de 120 l	14	5	70
Phosphate trisodique	7 000	granulés	Sacs en polyéthylène de 25 kgs	280	0.2	56
Hexametaphosphate (anti-incrustant)	80 000	Granulés	Futs PEHD de 120 l	670	5	3350
Soude caustique	90 000	granulés	Sacs en polyéthylène de 50 kgs	1800	0.3	540
Chimec 7361 (anti-algues)	3 000	Liquide	Fut en PEHD de 120 l	120	5	500
Chimec 7268 (anti-algues)	3 000					
Aquakem MIB 3410 (anti-algues)	3 000					
Aquakem MIB 3430 (anti-algues)	3 000					
Carbonate de calcium (neutralisant)	270 000	Poudre	Sacs en papier de 50 kg	6000	0.4	2400
Terre diatomée	120 000	Solide	Sacs en papiers de 25 kg	5200	0.2	1040
Chlorure de Sodium	5 360 000	Solide	Sacs en polyéthylène de 50 kgs	63 000	0.3	18900
Chaux vive	3 370 000	poudre	Sacs en papiers de 50 kg	30 320	0.4	12128
Floculant	85 000	Granulat	Sacs en polyéthylène de 25 kgs	3400	0.2	680
			TOTAL			39764

Les quantités totales de déchets d'emballage sont estimées à environ 39,8 Tonnes/an, répartis entre :

Sacs en PEHD ou papier : 35,8 tonnes/an
Futs en PEHD : 4 tonnes/an

4.11.1.3 Les déchets ménagers ou assimilés

Les déchets ménagers et assimilés (déchets de bureaux et des employés) sont estimés sur la base de 1,5 Kg/j.employé, soit 450 Kg/j pour 300 employés.

4.11.1.4 Autres déchets

Ils comprennent les déchets divers, tels que :

- les huiles usagées, estimées à 30 000 l/an
- les batteries usagées
- les déchets électromécaniques, résultant de la maintenance des équipements et des locaux

4.11.2 Rejets liquides

Les rejets hydriques de la nouvelle usine sont les suivants :

- Les eaux de process de fabrication de l'acide phosphorique, qui sont formées par :
 - Les eaux du processus de l'acide phosphorique dilué, issues du lavage des gaz et des pompes à vide. Elles circulent avec un débit de 3600 m³/h dans une boucle fermée. Les rejets (120 m³/h avec 344 kg/h de fluor) sont recyclés dans le process.
 - Les eaux du processus de l'acide concentré, issues du refroidissement du condenseur barométrique, des lignes de concentration et superconcentration. Elles circulent dans une boucle fermée avec un débit de 9480 m³/h. Les rejets (138 m³/h avec 323 kg/h de fluor) sont recyclés dans le process.
- Les eaux issues de la fabrication de l'eau osmosée à partir de l'eau de mer (22000 ppm de Cl). A la sortie, les eaux saumures sont envoyées dans le bassin de collecte et rejets des eaux de mer de refroidissement de l'usine GCT SKHIRA, ou elles subiront une dilution avant d'être rejetées en mer.
- Condenseur turbine : provenant de la condensation des vapeurs et circulant dans une boucle fermée. Les condensats du circuit (recirculés dans le circuit vapeur) dégagent 20 m³/h de vapeur dans l'atmosphère.
- Le refroidissement, lors de la fabrication de l'acide sulfurique, nécessite 10850 m³ d'eau circulant dans une boucle fermée, qui rejette 200 m³/h de vapeur dans l'atmosphère. Pour ce besoin, un débit de 2800 m³/h est prélevé du circuit eau de mer de l'usine existante GCT-SKHIRA puis restitué dans le même circuit avec les mêmes caractéristiques physico-chimiques.
- Les eaux pluviales sont drainées et évacuées vers la mer.

4.11.3 Rejets gazeux

Les rejets gazeux sont assurés par deux cheminées, une pour les gaz issus de la fabrication de l'acide sulfurique (50 m de hauteur et 4 m de diamètre) et la deuxième est pour les gaz issus de la fabrication de l'acide phosphorique (40 m de hauteur et 2,5 m de diamètre).

Les gaz de la fabrication de l'acide sulfurique sont rejetés avec un débit de 279 000 m³/h, une température de 77 °C et un taux d'émission maximal de 1045 mg/m³. Ils contiennent 391 ppm de SO₂.

Les gaz de la fabrication de l'acide phosphorique sont rejetés avec un débit de 350 000 Nm³/h, une température de 70 °C et un taux d'émission maximal de fluor de 5 mg/Nm³.

Tableau 10101010 : Tableau récapitulatif des rejets de projet Skhira TIFERT

Désignation	Source	Nature du Circuit d'eau	Quantité rejetée	Caractéristiques	Désignation
I- Rejets Hydrauliques					
- Condensateur Turbine	- Condensation Vapeur	1 boucle fermée 7000 m3/h	105 m3/h	Vapeur	Atmosphère
- Fabrication H2SO4	- Refroidissement	1 boucle fermée 10850 m3/h	200 m3/h	Vapeur	Atmosphère
- Fabrication H3PO4 * Acide dilué * Acide Concentré	Lavage des gaz Pompes à vide Refroidissement Condenseur barométrique des lignes de concentration et superconcentration	Boucle fermée 3600 m3/h Boucle fermée 9480 m3/h	120 m3/h 105 m3/h 138 m3/h	F : 344 kg/h F : 323 kg/h	Recyclée dans le process Recyclée dans le process
- Fabrication eau osmosée	Eau de mer Cl : 22 000 PPM	Ouvert	611 m3/h	Saumure	Rejetée dans la mer
- Circuit de refroidissement	Eau de mer	boucle semi fermée	2491 m ³ /h	F : 0 ppm T : 28 à 31°C	Bassin de collecte eau de mer GCT SKHIRA
II/ - Rejet gazeux					
- Fabrication H ₂ SO ₄	Cheminée	Ouvert	279.000 N m ³ /h	391 ppm de SO ₂ < 2 kg / TH ₂ SO ₄	- Atmosphère
- Fabrication de H ₃ PO ₄	Cheminée	Ouvert	350.000 N m ³ /h	F < 5 mg /Nm ³ /h	- Atmosphère

III/ - Rejet solide					
- Fabrication H₂SO₄					
* Catalyseur	Convertisseur	-	Quantité variable de 5 à 220 Tonnes/an	Pentoxyde de vanadium	- Stockage sur place, en attendant l'ouverture de la décharge pour déchets dangereux (Jradou)
Crasse de soufre	Filtration de soufre				
Fabrication H₃PO₄					
* Phosphogypse	Filtration H₃ P₀₄	-	6015 T/J	F : 12.7 kg/T gypse P₂O₅ : 3kg /Tgypse H₂O: 280 kg/Tgypse	- Terril de phosphogypse - Gérée par l'Usine GCT
Fluosilicate de sodium	Neutralisation de l'acide fluosilisque		13 420 tonnes/an	humide	- Terril de phosphogypse ; couverture journalière par du phosphogypse
IV/ - Huile usée	Entretien de machines	-	≈ 30 m³/an	-	Vente à la SOTULUB
V/ - Déchet domestique	Bureaux - cantine	-	2 T/J	-	- Décharge contrôlé
VI/ - Eaux pluviales	Pluie	-	-	-	- La mer
VII/ - Emballage en plastique et papiers	- Emballage	-	39,8 T/an -	-	- recyclage - Décharge industrielle Dissa
VIII/ - Déchets électromécaniques d'entretien et de maintenance					
-Pièces de rechange usées	- Entretien des engins	-	-	-	- Stockage dans local aménagé
Batteries électrique	- voitures - machines				

Rque: Les Batteries électriques seront cédées à l'industriel pour recyclage

5 EXIGENCES REGLEMENTAIRES

5.1 Normes Tunisiennes

Norme NT 106-02

Elle définit la qualité des rejets hydriques dans le domaine public maritime, le domaine public hydraulique et les canalisations publiques (ONAS).

Le tableau qui suit montre certaines valeurs de la norme NT 106.002 pour les rejets dans le domaine public maritime.

Tableau 1111111:valeurs caractérisant la qualité des effluents traités

NT 106.002	
Rejet dans le milieu maritime	
Paramètres	Concentration en mg/l
P _{total}	0.1
SO ₄	1000
Fluor	5
Cd	0,005
COT	Valeur non précisée
Température °C	35°C
PH	6,6-8,5

Norme NT 106 04

Elle définit des valeurs guides et valeurs limites de certains polluants dans l'air ambiant.

Pour pouvoir évaluer les effets des polluants atmosphériques sur la santé et l'environnement, il est nécessaire d'en connaître les concentrations dans l'air ambiant et de suivre leur évolution dans l'espace et dans le temps. Ces valeurs de concentrations sont comparées à des normes de référence de la qualité de l'air. Pour une série de polluants, des objectifs de qualité de l'air ont été déterminés par la réglementation qui a fixé des valeurs limites, des valeurs seuils et des valeurs guides :

- Les valeurs limites ont un caractère légal contraignant. Elles ont été fixées dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs des polluants sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, ces valeurs sont à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteintes ;
- Le dépassement d'une valeur seuil peut impliquer l'obligation de livrer une information à la population ou inciter à la réalisation d'actions conduisant à une diminution des émissions ;
- Le seuil d'alerte est un niveau au-delà duquel une exposition même de courte durée présente un risque pour la santé humaine et à partir duquel les pouvoirs publics doivent immédiatement prendre des mesures conformément à la réglementation ;
- Les valeurs guides sont destinées pour la prévention à long terme en matière de santé et de protection de l'environnement, qui devront être respectées pour une échéance définie. La Tunisie a fixé des valeurs limites pour différents polluants, définies pour préserver la santé publique et pour assurer le bien être des citoyens. Ces valeurs sont présentées sur le tableau suivant :

Tableau 12121212: Norme tunisienne NT 106.04 (homologuée, 1996)

Polluant	Méthode d'analyse	Type de moyenne	Autorisation de dépassement	Valeur limite santé publique	Valeur guide bien être
CO	NT.37.09	8 heures	2 fois/30 jours	9 ppm (10 mg/m ³)	9 ppm (10mg/m ³)
		1 heure	2 fois/30 jours	35 ppm (40 mg/m ³)	26 ppm (30mg/m ³)
NO ₂	NT.37.01	Moy annuelle	Non	0.106 ppm (200 µg/m ³)	0.080 ppm (150µg/m ³)
		1 heure	1 fois/30 jours	0.350 ppm (660 µg/m ³)	1µg
O ₃	NT.37.50	1 heure	2 fois/30 jours	0.120 ppm (235 µg/m ³)	0.077-0.102 ppm (150-200µg/m ³)
Particules en suspension	NT.37.11	Moy annuelle	non	80 µg /m ³	40 à 60 µg/m ³
		24 heures	1/ 12 mois	260 µg/m ³	120 µg/m ³
SO ₂	NT.37.10	Moy annuelle	non	0.030 ppm (80 µg/m ³)	0.019 ppm (50µg/m ³)
		24 heures	1/ 12 mois	0.12 ppm (365 µg/m ³)	0.041 ppm (125µg/m ³)
		3 heures	1 fois/12 mois	0.50 ppm (1300 µg/m ³)	néant
Pb	NT.37.13	moyenne annuelle	non	2 µg/m ³	0.5 à 1 µg/m ³
H ₂ S	NT.37.51	1 heure	1 fois/ 12 mois	200 µg/m ³	néant

On remarque qu'il n'y a pas de réglementation Tunisienne concernant le Fluor.

Textes réglementaires

Déchets

- ◆ Loi n° 96-41 du 10 juin 1996, relative aux déchets et au contrôle de leur gestion et de leur élimination (les articles 19,26,31,47 ont été modifiés par la loi n° 2001-14 du 30 janvier 2001 portant simplification des procédures administratives relatives aux autorisations délivrées par le ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire dans les domaines de sa compétence).
- ◆ Décret n° 97-1102 du 2 juin 1997, fixant les conditions et les modalités de reprise et de gestion des sacs d'emballages et des emballages utilisés modifié par le décret n°2001-843 du 10 avril 2001.
- ◆ Décret n° 2000-2339 du 10 octobre 2000 fixant la liste des déchets dangereux.
- ◆ Décret n°2002-693 du 1er avril 2002 relatif aux conditions et aux modalités de reprise des huiles lubrifiantes et des filtres à huiles usagées et de leur gestion.
- ◆ Décret n°2005-3395 du 26 décembre 2005, fixant les conditions et les modalités de collectes des accumulateurs et piles usagées.
- ◆ Arrêté du ministre de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire du 28 février 2001, portant approbation des cahiers des charges fixant les conditions et les modalités d'exercice des activités de collecte, de transport, de stockage et de valorisation des déchets non dangereux.

Pollution de l'air

- ◆ Articles 64,67 et 71 du code de la route promulgué par la loi n°99-71 du 26 juillet 1999

- ◆ Arrêté du ministre de l'Industrie du 13 avril 1996, portant homologation de la norme tunisienne relative à l'air ambiant.
- ◆ Arrêté du ministre de l'Industrie du 3 avril 1997, portant homologation de la norme tunisienne relative aux valeurs limites d'émission des polluants des ciments.

Pollution des eaux

- ◆ Décret n° 85-56 du 2 janvier 1985, relatif à la réglementation des rejets dans le milieu récepteur.
- ◆ Arrêté du ministre de l'Economie Nationale du 20 juillet 1989, portant homologation de la norme tunisienne des rejets en milieu hydrique.

Etudes d'impact :

- ◆ Art. 5 de la loi n° 88-91 du 2 août 1988, portant création d'une Agence Nationale de Protection de l'Environnement telle que modifiée et complétée par la loi n° 92-115 du 30 novembre et la loi n° 2000-14 du 30 janvier 2000 portant simplification des procédures administratives relatives aux autorisations délivrées par le ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire.
- ◆ Décret n° 2005-1991, 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

5.2 Recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé OMS/WHO

L'organisation mondiale de la santé OMS a publié en 1999 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 afin protéger la santé humaine des effets néfastes de la pollution atmosphérique. Ces directives sont technologiquement pratiques et tiennent compte des contraintes sociales, économiques et culturelles actuelles.

Tableau 13131313 : valeurs guides de l'OMS - 1999

Polluants	Période	Recommandations O.M.S
SO2 Dioxyde de soufre et Acidité Forte par extension	année	50 µg/m3
	Jour	125 µg/m3
	10 mn	< 500 µg/m3
PS - Poussières en suspension Et FN Fumées Noires	année	
	Jour	
NO2 Dioxyde d'azote	année	40 µg/m3
	heure	200 µg/m3
CO	heure	30 µg/m3
Fluor	année	1 µg/m3

Pour les pays non européens, ce sont les valeurs guides de 1990 qui sont à respecter

Tableau 14141414 : valeurs guides de l'OMS - 1990a

POLLUANTS	PERIODE	VALEURS GUIDES <i>Pour la prévention à long terme de la santé</i>	Recommandations O.M.S
SO2 Dioxyde de soufre et Acidité Forte par extension	année	moyenne annuelle inférieure à 40 µg/m ³ ou 60 µg/m ³	50 µg/m ³
	hiver 1er oct. au 31 mars		
	Jour	moyenne inférieure à 100 ou 150 µg/m ³	125 µg/m ³
	heure		< 350 µg/m ³
PS Poussières en suspension et FN Fumées Noires	année	moyenne annuelle inférieure à 40 µg/m ³ ou 60 µg/m ³	50 µg/m ³
	hiver 1er oct. au 31 mars		
	Jour	moyenne inférieure à 100 ou 150 µg/m ³	125 µg/m ³
NO2 dioxyde d'azote	année	98 % < 135 µg/m ³ 50 % < 50 µg/m ³	
	jour		150 µg/m ³
	heure		400 µg/m ³
CO	heure	-	30 mg/m ³
Fluor	Moyenne annuelle	0.5 à 3 µg/m ³	1 µg/m ³

5.3 Législation et réglementations Européennes (UE)

La Communauté Européenne, à l'heure actuelle, est régie par la directive 1999/30/CE du 22 avril 1999, qui fixe les valeurs limites et le nombre maximal des dépassements admis pour l'anhydride sulfureux, le dioxyde d'azote et les oxydes d'azote, les particules et le plomb dans l'air ambiant à l'horizon de 2005 et 2010.

Nous indiquons ci-après les valeurs relatives au SO₂, paramètre qui nous intéresse

Tableau 15151515 : Valeurs de la directive pour le SO₂ de la directive 1999/30/CE

PROTECTION	Temps de base	Valeur limite (µg/m³)	Nombre maximal de dépassements admis
Santé *	1 heure	350	24
	3 heures	--	--
Santé *	24 heures	125	3
Ecosystème **	1 an	20	--
	1 hiver (1/10 à 31/3)		

* Ces valeurs limites sont en vigueur à partir du 01/01/2005

** En territoires ruraux : 2 ans après l'entrée en vigueur de la directive, stations représentatives de 1000 km²

A noter que le seuil d'alarme est fixé à 500 µg/m³ durant 3 heures consécutives.

Concernant le Fluor, l'UE ne dispose pas de valeurs normes actuellement.

5.4 Comparaison des différentes réglementations

Nous nous intéresserons aux deux paramètres concernés par notre projet, à savoir le Fluor et le SO₂.

Fluor

Concernant le Fluor, seule l'OMS a proposée une valeur guide de bien être de 1 µg/m³, et des valeurs guides de santé comprise entre 0,5 et 3 µg/m³. Ce sont ces valeurs qui seront retenues pour l'évaluation des rejets de Fluor de la future unité.

SO₂

Polluant	Type de moyenne	Tunisie		OMS (1999)	UE
		Valeur limite santé publique	Valeur guide bien être		
SO ₂	Moy. annuelle	0.030 ppm (80 µg/m ³)	0.019 ppm (50 µg/m ³)	50 µg/m ³	20 µg/m ³ 5écosystème°
	24 heures	0.12 ppm (365 µg/m ³)	0.041 ppm (125 µg/m ³)	125 µg/m ³	125 µg/m ³
	3 heures	0.50 ppm (1300 µg/m ³)	néant	-	-
	1 heures	-	-	-	350 µg/m ³

La norme tunisienne indique comme valeurs guide de bien être les mêmes valeurs que celles de l'OMS, pour les moyennes annuelles et journalières, et les mêmes que celles de l'UE pour les valeurs moyennes de 24 h.

Mais cette norme indique également des valeurs limites de santé publique, qui sont moins exigeantes.

Le projet étant réalisé en Tunisie, nous nous devons de respecter les valeurs contraignantes de la norme NT 106-04 (valeurs limites de santé publique), bien qu'elles soient plus tolérantes que les valeurs guides de l'OMS ou celles de l'UE.

6 MESURES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT PREVUES

Les productions d'acide sulfurique et d'acide phosphorique sont des activités qui peuvent être très polluantes, suivants les procédés adoptés.

Dans ce cadre, les responsables du Groupe Chimique Tunisien ont décidé d'adopter les procédés les plus innovants et les moins polluants (MTD Meilleures Technologies Disponibles), afin de réduire et/ou éliminer les risques sur l'environnement. Ces mesures sont :

- **Acide Sulfurique**

- Procédé Double absorption
 - ❖ Rendement de conversion 99.7% au lieu de 98.5%
 - ❖ Emission atmosphérique = 2 kg SO₂/T H₂SO₄ max au lieu de 13 kg SO₂/T H₂SO₄
- Eau de mer de refroidissement : Utilisation de l'installation de l'usine existante (canal (off-shore), station de pompage, station de filtration et conduite d'amenée d'eau de mer) par la mise en place d'une série de tours de réfrigérations fonctionnant en boucle fermée. Ainsi l'eau de mer est prélevée sur le circuit de l'usine existante pour le besoin de refroidissement de l'usine TIFERT puis restaurée à l'usine GCT SKHIRA avec les mêmes caractéristiques physico-chimiques pour qu'elle soit réutilisée pour le besoin de l'usine GCT SKHIRA.
- Récupération de la chaleur d'absorption pour la préconcentration de l'acide phosphorique de 25% à 29% et utilisation du débit de vapeur correspondant pour la génération de l'énergie électrique : soit l'équivalent de 4 MW/h ou 29 600 MW/an.

- **Acide Phosphorique Dilué**

- Production de 1100 t/j en une seule ligne
- Adoption de la technologie du procédé SIAPE/GCT modifié pour porter le rendement chimique en P₂O₅ de 94% à 96%.
- Emission atmosphérique
 - ❖ Station de lavage gaz en double étage à grand débit d'eau en circulation en boucle fermée
 - ❖ Rejet : 5 mg F/Nm³/h max.
- Rejet hydrique
 - ❖ Eau de procédé / recyclage des eaux de lavage des gaz phosphoriques, des pompes à vide, des condenseurs barométriques des lignes de concentration et ainsi que les autres qualités utilisées pour les différents besoins de l'usine en tant qu'eau de procédé.

- **Acide phosphorique concentré :**

- Préparation de l'acide 40% : cette opération permet d'éliminer 50% sous forme de précipité solide de fluosilicates alcalins
- Récupération du fluor : les cinq boucles de concentration sont dotées de tours d'absorption de fluor sous forme d'acide fluosilicique qui sera neutralisé par le chlorure de sodium et la chaux éteinte.
- Eau industrielle : Production de l'eau industrielle 500 m³/h à 250 ppm de chlorure par le dessalement de l'eau de mer par la technique de l'osmose inverse.
- Usine :

- Analyse online des eaux de mer de refroidissement, eaux saumâtres, le phosphogypse, le SO₂ sortie cheminée sulfurique et le Fluor sortie cheminée phosphorique
- Mise en place d'un système de contrôle commande numérique pour l'optimisation online des organes et équipements de production.

7 DESCRIPTION DE L'ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

7.1 Milieu Humain

La situation de la ville de Skhira, un relais nord sud, en a fait une place enviée et exploitée par les envahisseurs et colonisateurs tout au long d'une histoire de plus de 2000 ans. Puniqes, Phéniciens, Romains, Byzantins, Arabes et Français, s'en servirent pour exercer leur hégémonie sur le pourtour de la Tunisie.

7.1.1 Milieu social

7.1.1.1 Caractéristique démographique

La population de la délégation de Skhira est de 29616 habitants (recensement de 2004) alors qu'elle était de l'ordre de 27171 habitants en 1994 et 18488 habitants en 1984. Elle représente 3,5 % de celle du gouvernorat de Sfax.

La croissance démographique dans la région a connu une baisse remarquable puisqu'elle est passée de 3,9% entre 1984 et 1994 à 0,9% entre 1994 et 2004, bien qu'au niveau du gouvernorat, le taux de croissance démographique est de 1,54%. La caractéristique essentielle de toute la démographie tunisienne est la baisse de la fécondité survenue depuis maintenant quatre décennies.

La population dans la région de Skhira se répartit en milieu municipale avec 8627 habitants en 2004 et 8011 en 1994 et en milieu rurale représentant 61%, soit 20989 habitants. Toutefois, même si certains démographes commencent à se poser des questions sur le vieillissement de la population tunisienne, la population de la région de Skhira reste jeune, avec 45 % des habitants de la délégation de Skhira qui ont un âge qui ne dépasse pas 20 ans alors que 8,9% des habitants dépassent les 60 ans. 14686 habitants sont de sexe masculin, et 14930 de sexe féminin.

La population active a évolué dans la délégation de Skhira de 5887 en 1994 à 6692 en 2004, avec 10,6% de femmes.

Le nombre de famille dans la région a connu aussi une évolution remarquable puisqu'il est passé de 3925 familles en 1994 à 5137 familles en 2004, alors que le nombre moyen de personnes dans une famille a évolué de 6,9 en 1994 à 5,7 en 2004.

Skhira est considérée prioritaire pour l'adoption des programmes et stratégies dans le domaine de création d'emploi. En effet, les recensements réalisés par la commissariat général de développement régional ont montré que 70% des chômeurs ont un niveau d'éducation de base (collège) alors que seulement 5% possède un niveau universitaire. Le tableau suivant illustre ces résultats.

Tableau 16161616 : Le chômage par catégories d'éducation dans la région de Skhira (novembre 2006)

	Avec diplôme universitaire	Avec formation universitaire	Formation secondaire (Lycée)	Formation de base (collège)	Total
Nombre de jeunes en chômage	220	117	380	695	1412 (dont 325 femmes)

L'amélioration des conditions de vie est remarquable dans la région de Skhira, mais elle n'a pas touché la région de la même manière, ni en intensité, ni dans leur chronologie, puisque plusieurs groupes vulnérables sont toujours existants et dont la plupart sont des petits agriculteurs et des pêcheurs, qui sont les plus touchés par les mouvements migratoires internes et transfrontaliers

Ce flux migratoire dépend de plusieurs facteurs dont les plus importants est la disponibilité de l'eau pour l'agriculteur, et le chômage.

Tableau 17171717 : Tableau : Migration interrégionale

	Les arrivées	Les sortants	Solde
Délégation de Skhira	739	1470	-731

Tableau 18181818 : Tableau : Migration internationale

	Les arrivées	Les sortants	Solde
Délégation de Skhira	25	170	-145

Des campagnes de sensibilisation en matière d'éducation, d'emploi et de santé sont organisées chaque année durant les occasions régionales, nationales et religieuses. Ces campagnes se tiennent avec la participation des cadres et des organismes présents dans la région

Les sujets de sensibilisation touchent la division du travail entre les sexes, et les droits et les responsabilités. La responsabilité de l'organisation de ces manifestations et de son déroulement est affectée aux organisations de la société civile et de femme..

7.1.1.2 Santé

L'examen du secteur de la santé et en particulier la réforme de la gestion hospitalière dans les Etablissements Publics de Santé (EPS) a été toujours la souci des cadres de la région de Skhira. Dans l'enquête faite auprès des responsables des ces établissements, on a pu relever les détails suivantes :

- Une situation épidémiologique très honorable en matière de VIH/SIDA pour tous les groupes d'âges avec 0 cas enregistré. Il en est de même pour la malnutrition, où aucun cas n'est également enregistré.

Le programme de vaccination national est suivi par les cadres de la santé dans la région, et de nombreux efforts sont consentis pour améliorer le système de soin et de santé base.

Les tableaux suivants indiquent les maladies constatées dans la région et leurs proportions:

Tableau 19191919 : Les maladies transmissibles

	Infection respiratoire aigue	Parasitose intestinale	Choléra et Malaria	Diarrhée
Fréquence (par nombre de patients)	60%	3%	0%	15%
Principal cause	Bactérie (streptocoque)	oxyurose	-	virale

Source : Hôpital régional de Skhira

Tableau 20202020 : Les maladies non transmissibles

	Asthme	Rhumatisme	Schizophrénie
Fréquence (par nombre de patients)	5%	5%	0,1%
Principal cause	Poussière	Infection bactérienne	familiale

Source : Hôpital régional de Skhira

On relève, à partir des tableaux précédents, que :

- Les maladies propres aux populations pauvres et démunies (Choléra et Malaria) n'ont enregistré aucun cas à Skhira ; Ceci dénote d'une évolution positive en matière d'hygiène et de santé de base
- Les principaux cas de maladies enregistrés sont d'origine bactérienne, principalement les streptocoques
- Les blessures et assauts violents sont très peu fréquents dans la région. Les cas enregistrés sont approximativement 20 femmes, 10 enfants et 3 personnes âgées par an.
- La santé et sécurité de travail présente en moyenne 1 accident de travail chaque 2 jours, les malades présentant tous des blessures légères.
- La contamination liée à l'utilisation de pesticides ou d'engrais n'a jamais été enregistrée.

Concernant les accidents de la route, on relève :

- Un accident tous les deux jours en moyenne
- 2% des accidentés sont morts sur place, et 50 % sont transférés à l'hôpital régional de Sfax.

La principale cause de ces accidents est l'alcoolémie.

La mortalité maternelle et parmi les enfants de moins 5 ans est nulle ces dernières années, alors quelle présente 2 cas par an chez les enfants de moins 1 an.

Les programmes de sensibilisation et les règlements de contrôle existants dans la région sont les suivantes :

- Chlorémie (analyse du chlore) dans chaque centre de santé de base CSB ;
- Equipe d'hygiène, dont le contrôle se fait deux jours par semaine ;
- Suivi des programmes nationaux de contrôle de santé.

7.1.1.3 Société civile

La promotion de la société civile et le renforcement du rôle des ONGs constituent l'une des orientations majeures de la politique du gouvernement dans le domaine du développement économique et social.

Etant convaincu de la nécessité de dynamiser le secteur associatif, l'état Tunisien a procédé, dès le changement du 7 novembre 1987, à une action de revalorisation du rôle des associations et a appliqué de multiples réformes.

En matière de réforme institutionnelle, la loi n° 88-90 du 2 août 1988 substitue le système de l'autorisation préalable du ministère de l'intérieur (visa) à un système de déclaration, où le silence de l'administration vaut approbation. Le refus du ministère de l'intérieur doit être justifié et notifié aux intéressés qui peuvent recourir au Tribunal administratif.

La loi organique n°80 du 26 juillet 1993 facilite l'installation des organisations non gouvernementales étrangères en Tunisie

En ce qui concerne les mesures d'incitation, elles revêtent plusieurs formes dont notamment :

- les subventions accordées par l'état et les collectivités locales ;
- Les aides en nature : moyens et matériels d'équipement (terrain et locaux,...)
- L'assistance technique : mise à la disposition des associations du personnel ;
- Les avantages fiscaux : exonération des ONGs et associations des taxes douanières et fiscales sur les équipements, le matériel, les véhicules, les produits et les dons acquis ou importés dans le cadre de l'exercice de leur activités ;
- L'institution d'une journée nationale des associations.
- L'institution par la Banque Tunisienne de Solidarité d'une ligne de crédit destiné au financement de micro-projets par le biais des associations en faveur des populations pauvres potentiellement productives.

Afin de renforcer la participation des ONGs en tant que partenaires dans le processus de développement durable, le centre d'Information, de Formation, d'Etude et de Documentation sur les Associations IFEDA a identifié les grandes lignes d'un plan d'action qui comprend quatre composantes essentielles :

- ✓ Mise en place d'une base de données sur les ONGs exerçant en Tunisie : la base de données constituera incontestablement la pierre angulaire d'un espace d'échange d'information et de réflexion inter ONGs. Ces informations mises à la disposition de l'ensemble des partenaires pourraient permettre une meilleure appréciation des efforts entrepris et conduire vers la réussite de la mission des ONGs. À l'échelle nationale, cette base de données permettrait de contribuer à une meilleure synergie entre les ONGs, une gestion rationnelle de l'information, une amélioration des relations entre ONGs et administration et entre les ONGs elle-même. Elle permettra en outre une meilleure représentation des ONGs dans les organes consultatifs et décisionnels.
- ✓ Etude de certains aspects du tissu et du mouvement associatif d'une façon approfondie en vue de mettre en place une stratégie appui et de développement à plus long terme.
 - les forces et les faiblesses des ONGs à partir d'indicateurs qualitatifs et quantitatifs,
 - les entraves de nature organisationnelle, institutionnelle et législatives qui se présentent aux ONGs dans l'accomplissement de leur tâche.
- ✓ Echange d'expérience avec les ONGs d'autre pays par l'organisation de missions et de stages ayant pour but de connaître les différentes stratégies mise en place pour dynamiser le mouvement associatifs et les programmes élaborés pour concrétiser ces stratégies.
- ✓ Renforcement des capacités par la formation : destinée aux membres exécutifs, gestionnaires et agents permanents des associations adapté à leurs besoins.

La société civile dans la région de Skhira est assez riche par ces organismes ainsi que par leurs activités socioculturelles. A partir des informations et des documentations recueillies auprès de la délégation de Skhira et de la municipalité, on a pu recenser plus de 21 organismes et association actifs dans le secteur social et culturel. Ces organismes ont tous le but d'améliorer le cadre de vie du citoyen dans cette région.

Parmi les organismes les plus actifs :

- Section locale de l'union nationale de la femme
- Association du festival de Sidi Mhadheb
- Association de l'équilibre familiale (Homme et femme)

Le développement spontané des ces associations et d'autres se fait généralement par l'aide du gouvernement et par la collecte des dons et des frais de participation des membres de ces associations, avec un recours à la délégation en cas de problème de financement.

Les projets et actions de développement soutenus par ces principales organisations de la société civile concernent principalement :

- ✓ La sensibilisation et l'éducation en matière d'hygiène et d'amélioration du cadre de vie du citoyen
- ✓ L'encouragement des initiatives dans le domaine de l'emploi et de l'innovation
- ✓ La création des cycles de formation dans les domaines de secourisme, de l'organisation administrative et de l'artisanat.

La structure organisationnelle au niveau de la plupart des organismes est constituée d'un président, d'un secrétaire général, d'un trésorier et de membres.

Les organisations professionnelles et les syndicats jouent également un rôle non négligeable pour la promotion du développement et l'amélioration du cadre de vie, dans la conception des programmes, leur réalisation et leur suivi.

La jeunesse constitue un atout majeur pour la promotion du développement durable ; par leur nombre et leur âge, les jeunes de moins de 20 ans ont mérité l'attention que le gouvernement tunisien accorde à leur rôle présent et futur en élaborant à leur intention une éducation environnementale qui a pour objectifs :

- D'attirer l'attention des jeunes sur l'environnement et ses problèmes.
- D'éveiller l'intérêt des jeunes pour la nature et l'environnement dès l'enfance et les amener à participer aux activités visant la protection de l'environnement.
- De préparer les jeunes à jouer leur rôle comme garant d'une culture développement durable.
- De promouvoir la culture de durabilité par le biais des jeunes.
- Dans les zones rurales et les milieux mal informés, assurer la transmission de l'information des parents

Pour pallier les carences constatées par le diagnostic sur la situation de l'éducation environnementale en 1993, il a été décidé d'arrêter un plan d'action pour le développement de l'éducation environnementale dans les systèmes scolaire et para-scolaire.

En matière de sensibilisation et de formations, les types de projets et de programmes de développement soutenus sont :

- Organisation de séminaires, journées d'étude et congrès aux niveaux nationaux et internationaux au profit de ces adhérents
- Intégration de modules se rapportant à l'environnement dans le programme de formation des ingénieurs et des cadres

Vu l'importance grandissante de l'environnement, l'intérêt qu'il suscite à l'échelle mondiale et nationale, et son impact de plus en plus marqué dans la vie quotidienne, l'éducation environnementale est appelée à évoluer et à se renforcer aux niveaux qualitatif et quantitatif par :

- Une meilleure intégration dans le système scolaire à tous les niveaux et une place plus importante dans les programmes scolaires et para-scolaires.
- Une meilleure évaluation des besoins réels et leur satisfaction par des programmes adaptés.
- Une formation adéquate aux formateurs.
- La multiplication des actions et des activités de terrain au profit des jeunes en les intégrant au tissu associatif dans une approche participative élargie.

7.1.1.4 Cadre social

L'engagement sur la voie du développement durable exige de nouvelles approches de développement sur les droits de la personne et d'égalité des genres, ainsi que l'amélioration des ressources humaines, en vue de garantir le progrès social pour tous, y compris les groupes les plus vulnérables.

L'élimination des causes de pauvreté et de l'exclusion sociale, la promotion de modes de consommation et production plus rationnels et sans gaspillage, la maîtrise de la croissance démographique et la protection de la santé sont des priorités et des stratégies intégrés dans la politique et les programmes nationaux visant à régler les problèmes sociaux, en particulier les pressions dues à la croissance de la population et les inégalités.

La politique nationale sociale mise en œuvre au cours de la dernière décennie a contribué d'une manière efficace à l'amélioration générale du niveau de vie et à la réduction de la pauvreté.

Le taux de pauvreté est ainsi passé de 12,9% en 1980, à 4,2% en 2000.

Une telle baisse du taux de pauvreté n'est pas le résultat de la seule croissance générale de l'économie tunisienne ; les pouvoirs publics et, encouragés par eux, les membres de la société civile ont développé des efforts d'accompagnement pour :

- garantir l'équilibre et la progression au même rythme de l'économie et du social, dans une phase avancée des réformes économiques et d'intégration à l'économie mondiale
- centrer des actions spécifiques sur les noyaux durs de pauvreté, de plus en plus persistants en milieu urbain.

Ces actions entrent dans le cadre de programmes d'insertion sociale des populations vulnérables n'ayant aucune possibilité immédiate de travail, d'instauration d'un revenu minimum d'insertion, d'intervention spécifique pour créer activité et revenu.

Au titre du programme national d'aide aux familles nécessiteuses, des indemnités permanentes, indexées sur le coût de la vie, sont octroyées à celles vivant sous le seuil de pauvreté ou n'ayant pas parmi leurs membres un potentiel productif.

La Tunisie a toujours fait des questions de population un axe prioritaire de ses stratégies de développement, en adoptant dès les premières années de l'indépendance une politique énergique et efficace de contrôle de la croissance démographique.

A travers cette démarche novatrice, les politiques de population ont été considérées plutôt comme un facteur de la croissance qualitative et économique, de la promotion sociale et de l'amélioration des conditions de vie. L'amélioration du taux de scolarisation des filles et la facilitation de l'insertion de la femme en milieu professionnel, ont été un facteur déterminant dans le processus de changement du comportement procréateur de la famille tunisienne. Ils constituent l'un des principaux facteurs à l'origine de la baisse de fécondité et, partant, de la

régulation de la croissance démographique, malgré une notable augmentation de l'espérance de vie.

En matière de développement, le gouvernement, par l'intermédiaire de ces délégations, a orienté ses efforts sur les catégories ayant le plus besoin de son soutien pour donner la cohérence requise à la politique de population.

Depuis l'indépendance, l'état a consacré des dépenses publiques très importantes aux politiques sociales. Cette politique a porté ses fruits, ainsi, les différents indicateurs sociaux se sont améliorés notamment à travers la réduction du taux de fécondité et de pauvreté absolue, ce qui est le cas de la région de Skhira

Pour atteindre l'objectif stratégique d'un développement durable conjuguant croissance et efficacité économique, avec une gestion rationnelle des ressources, la Tunisie a procédé par une combinaison de mesures économique et règlementaires répondant aux recommandations de la conférence de RIO et de l'Agenda 21 national

Dans le but de consolider davantage leurs acquis et de promouvoir le tissu associatif en Tunisie, pour qu'ils puissent participer d'une manière efficace au développement durable, des sessions de formations sont organisées par IFEDA (centre d'Information de Formation, d'Etude et de Documentation sur les Associations) ayant pour objectifs de renforcer les capacités d'intervention des ONGs, développer une stratégie de partenariat plus efficace et rationaliser la gestion de leurs ressources humaines, matérielles et financières.

La Tunisie n'a cessé depuis plus qu'une décennie, de consolider les actions relatives à l'information, la sensibilisation, l'éducation et la participation dans les domaines de l'environnement et social. Un intérêt particulier a été accordé à ces questions qui constituent une base de la politique du pays.

L'attention portée à ces questions émane d'une vision politique claire fondée sur le respect des droits des citoyens à un environnement sain et sur le devoir de préserver les ressources naturelles, pour satisfaire les besoins des générations actuelles et futures. Cette politique vise particulièrement à éduquer les jeunes à l'environnement, leur faire saisir la portée de leur comportement sur la qualité du cadre de vie et sur l'environnement.

De plus, un programme général et complet a été mis sur pied pour le renforcement des capacités humaines et l'amélioration des compétences professionnelles des agents et cadres municipaux à travers :

- le renforcement des collectivités locales en capacités humaines en liant le recrutement à la formation, ce qui conduit à l'amélioration du taux d'encadrement des municipalités de 4,5 % en 1987 à environ 12,6 % en 2000.
- le renforcement des capacités humaines des collectivités locales et l'amélioration des compétences professionnelles des cadres municipaux pour garantir l'amélioration des procédures de gestion de l'action municipale et les prestations de service aux citoyens.
- l'élaboration d'un plan de formation et de recyclage des personnels des municipalités dans tous les domaines grâce à la création du Centre National de Perfectionnement et de Recyclage des Cadres Régionaux et Municipaux.

Plusieurs municipalités ont conduit des projets environnementaux communs grâce à la décision d'établir des incitations et des encouragements à la coopération intercommunale, prise lors de la conférence nationale des municipalités en 1999.

7.1.2 Milieu culturel

L'héritage culturel de la région de Skhira est riche a cause de son emplacement stratégique entre l'orient et le Maghreb passant par Kairouan, la capitale islamique. De plus, les Phéniciens, Romains, Byzantins, Arabes et Français, se sont implantés de cette région et y ait laissé des traces de leur civilisation.

Parmi la spécificité culturelle de cette région, le festival traditionnel de Sidi Mhadheb (Marabout) qui se tient au mois d'avril de chaque année.

L'héritage architectural et archéologique de la région est assez varié ; les plus importants sites sont : le site de Kneiss, qui date de la période des Phéniciens, et les signes d'existence d'une ville romaine au niveau de l'ancienne Skhira.

En matière de Loisirs, la ville de Skhira a besoin d'investir dans ce domaine. Au niveau de la délégation de Skhira, il existe une seule maison de jeune et un seul stade de football non gazonnée.

7.1.3 Milieu économique

Les activités économiques dans cette région sont diversifiées et se sont régulièrement accrue au cours des vingt dernières années.

Activité Industrielle

Le tissu industriel compte quatre grandes entreprises publiques ayant un effectif de l'ordre de 905 employés. Elles sont installées dans les environs d'un port pétrolier protégé et facilement accessible et qui possède une capacité de stockage de 1,9 million de barils de pétrole brut.

Ces unités sont : TRAPSA, GCT, TANKMED et SEPT.

Tableau 21212121 : Tableau : Effectif et domaines d'activité des sociétés du site de Skhira

	TRAPSA	GCT	TANKMED	SEREPT
Domaine d'activité	Pétrole	Engrais chimique	Pétrole	Pétrole
Nombre de Cadres		25	10	14
Nombre de personnel	235	568	37	27

Figure 4444 : Zone industrielle de la Skhira



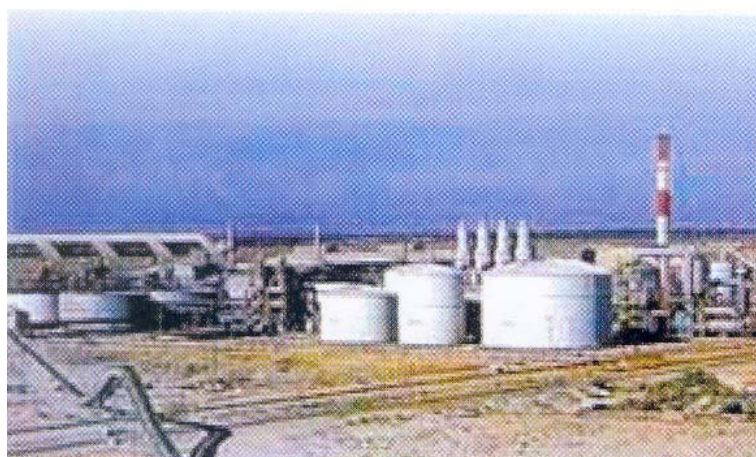


Figure 5555 : Vue panoramique de l'usine GCT-Skhira et ses environs

Une future raffinerie, avec toutes ses composantes, d'une capacité journalière minimum de 120 mille barils, sera réalisée conformément aux standards internationaux de l'industrie pétrolière, moyennant un investissement global de près 1,2 milliard d'euros.

Ce nouveau projet va créer une nouvelle dynamique d'emplois, qui aura des répercussions socio-économiques importantes (activités tertiaires) dans la région.

Dans le secteur privé, trois entreprises industrielles spécialisées dans les matériaux de construction et trois autres dans la production de l'huile d'olive avec une capacité de 58 Tonnes par an, sont également installées dans la région

Activité agricole et de pêche

L'agriculture dans la région de Skhira a connu de profondes mutations durant les dernières décennies. Ainsi, avec le déclin des activités artisanales dans les campagnes, l'agriculture est devenue la principale activité économique dans ces milieux ruraux tunisiens. La modernisation de l'agriculture a également contribué à réduire l'emploi de la main d'œuvre en raison de la mécanisation de nombreuses opérations agricoles, ainsi qu'à industrialiser et/ou délocaliser certaines activités rurales.

Au niveau de la région de Skhira, la surface apte pour l'agriculture est de 81.200 ha qui correspondent à 95% de la surface totale de la délégation. Cette surface se répartit à 41.814 ha de parcours et forêt et 40.019 ha destinés pour l'agriculture.

Le tableau suivant présente la structure de la production agricole selon les principales branches d'activité et ce pour la période 2005. Il révèle l'importance des grandes cultures dont la surface occupée est la plus importante.

Tableau 22222222 : Tableau : Occupation agricole dans la région

	Arboriculture	Foret	Olivier	Parcours	Grandes cultures	Cultures irriguées
Surface en hectare	2.500	2.400	8.000	30.500	34800	5.000
Pourcentage de la surface agricole (%)	3,07	2,95	9,8	37,56	42,26	6,16



Figure 6666 : Les champs d'olivier dans la région de Skhira

Tableau 23232323 : Tableau : Principaux spéculations agricoles dans la région de Skhira

	Surface d'occupation (hectare)	Production (Tonne)
Olivier	7570	2899
Amandier	1430	170
Piment	1293	24480
Tomate	172	6965
Pomme de terre	4	68
Pastèque	1441	42080



Figure 7777 : Production de pastèque et de piment dans la région de Skhira

A partir du tableau qui précède, on remarque que la ville de Skhira révèle une très bonne spéculation dans la production du Piment et de la pastèque avec 50 % de la production du gouvernorat de Sfax.

La région du Skhira abrite 43.000 têtes de cheptel, ce qui représente 20% de la composition totale des cheptels dans le gouvernerat de Sfax.

On constate notamment que durant les bonnes années pluviométriques, les agriculteurs accroissent notablement les surfaces labourées au détriment des parcours. Ces terres marginales, à faible rendement céréalier sont souvent abandonnées après épuisement et se retrouvent comptabilisées en parcours bien qu'elles soient inutilisables ou fortement dégradées.

Figure 8888 : Une vue de l'activité du secteur de la pêche dans la région de Skhira



La production annuelle totale de pêche dans la région de Skhira durant les cinq dernières années est constituée essentiellement de crevette royale et de marbré (70%), serre (15%) et seiche (12%).

Durant la période 1997-2001, la production annuelle moyenne de la pêche côtière au niveau de Skhira est faible, avec un maximum en 1997 ne dépassant pas les 100 tonnes et un apport de moins de 13% de la production annuelle de Sfax.

Alors que le maximum de la production de la pêche aux poissons bleus, en 2000, est aux alentours de 300 tonnes.

Associés à ces activités agricoles, la commercialisation de la quasi-totalité du produit se fait au marché régional de Sfax. Ceci est assuré par une flotte de 42 véhicules de transport.

L'interprétation de l'enquête réalisée sur le milieu économique et l'analyse des statistiques existantes prouvent que la distribution de la richesse, le revenu per capita des principaux groupes et les facteurs de pauvreté au niveau de la région de Skhira sont dépendante en premier lieu du secteur d'activité.

Ainsi, les cultivateurs de cultures annuelles sont les plus touchés par le flux de pauvreté.

Les conditions climatiques instables favorisent le profil d'inégalité dans cette région.

Il est noté que la différence économique entre les hommes et les femmes, en particulier le partage du travail, le niveau des revenus et les droits de propriétés, est à la faveur du sexe masculin.

Le secteur informel a toujours joué un rôle important dans l'atténuation, parfois cachée, du chômage. La reconnaissance et la promotion des activités dites informelles sont basées sur une politique spécifique. Les pouvoirs publics, reconnaissant son rôle économique et social, ont mis en place en sa faveur des dispositifs d'appui adaptés qui le promeuvent et l'associent aux autres secteurs de l'économie organisée.

7.1.4 Infrastructures et services

Secteur de l'énergie

Afin de comprendre le contexte énergétique de la région de Skhira, il est nécessaire de détailler l'infrastructure et les services directement dépendants de ce secteur.

En effet, au niveau de la délégation de Skhira, 97% de la population est branché au réseau électrique en 2005, alors qu'elle n'était que 19 % en 1987.

La région comprend deux kiosques à carburants, mais un seul est en service.

Secteur de la communication et de transport

Le transport et la communication de la région disposent d'une infrastructure bien développée dont les principaux caractéristiques sont : un réseau routier et de pistes de 146 Km, un réseau de chemin de fer, un port international d'import et d'export, des moyens publics et privés de transport (la société régionale de transport de Sfax SORETRAS assure quotidiennement avec ses autobus les voyages Sfax-Skhira).

Pour les services de la communication, on relève l'existence d'un réseau téléphonique (fixe et mobile), une agence de poste tunisienne et la présence des médias nationaux par le biais des chaînes de télévision et de radio.

L'alimentation en eau potable dans la région touche 94% de la population en 2005 alors qu'elle ne dépassait pas les 25% en 1987.

Secteur de santé, déchets et assainissement

Au niveau de la délégation de Skhira l'assainissement des eaux usées est absent, ce qui est le cas de la plupart des zones rurales en Tunisie. La plupart des maisons ont des fosses septiques ou des puits perdus.

La collecte des déchets solides dans la ville de Skhira est faite quotidiennement par le service de la propreté de la commune ; les déchets solides collectés sont rejetés dans une décharge non contrôlée situé à 4 Km au nord de la ville.

La ville de Skhira possède une infrastructure hospitalière et sanitaire -publique et privée- qui a permis d'étendre la couverture sanitaire à toute la région :

Le secteur public demeure le principal fournisseur des soins de santé particulièrement préventifs et hospitaliers.

La structure de ce secteur dans le domaine public est la suivante :

- Un hôpital local.
- 11 centres de santé de base
- 7 médecins généralistes
- 1 médecin dentiste
- Une pharmacie
- 35 infirmières
- 2 voitures d'urgences
- 2 voitures tout terrains

La structure du secteur dans le domaine privé est la suivante :

- 5 médecins

- 2 médecins dentiste
- 3 pharmacies

Une assistance médicale gratuite dans les structures sanitaires relevant du ministère de la Santé publique est accordée aux familles nécessiteuses, ainsi qu'aux enfants abandonnés et aux personnes atteintes d'un handicap profond

Par ailleurs, des tarifs réduits dans les structures sanitaires relevant du ministère de la santé publique sont appliqués aux citoyens qui ne sont affiliés à aucun des régimes de sécurité sociale, et dont la situation ne permet pas l'affiliation à l'un de ces régimes.

7.2 Description du site d'implantation

7.2.1 Situation

L'unité projetée sera implantée à l'Est de l'unité existante « SKHIRA GCT » à la Skhira.

L'usine est située sur la cote nord du golfe de Gabès et en bordure d'une zone agricole, à 75 km au sud de la ville de Sfax et à 60 km au nord de la ville de Gabès.

Le terrain du site est caractérisé par une altitude de 35 m, une latitude de 34° 21.138N et une longitude de 10° 08.905E.



Figure 4: Situation de l'unité projetée SKHIRA TIFERT

7.2.2 Infrastructures actuelles et prévues

La société est alimentée en eau potable, en électricité et en gaz naturel à partir de l'unité de production des utilités.

L'unité n'est pas connectée au réseau des eaux usées de l'ONAS. Cependant, les eaux usées sanitaires sont évacuées vers des fosses septiques.

On accède à l'usine à partir de la RN1 reliant Sfax à Gabes (à 5 Km de la GP1).

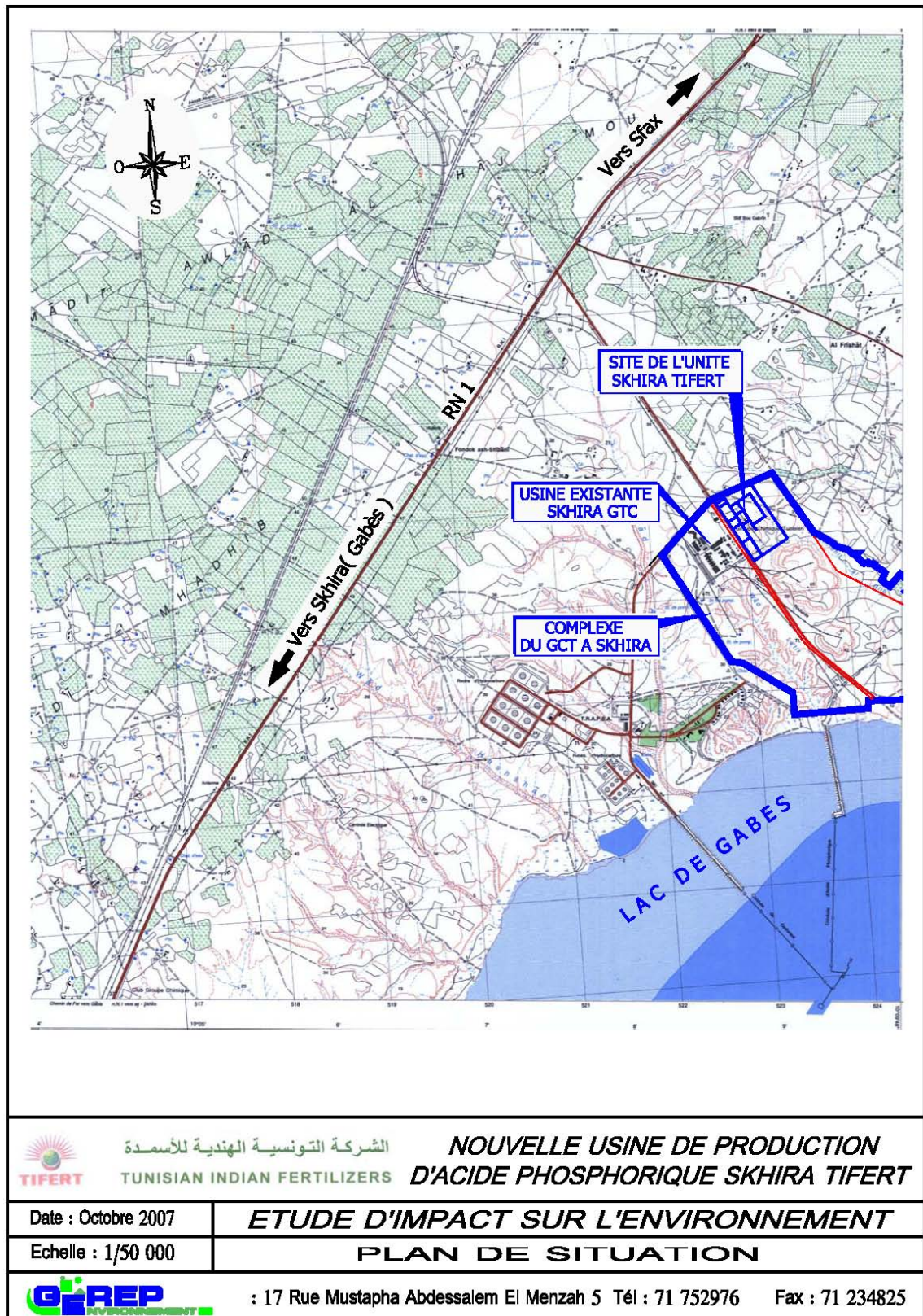
7.2.3 Distance du site aux habitations les plus proches

Le site appartient à la zone industrielle. Il est éloigné d'environ 2,5 km des habitations de Frichet et de 13 km de la ville de Skhira.



Figure 5: Site d'implantation de l'unité projetée

Figure 6 : Plan de situation au 1/50 000 ème



7.3 Milieu naturel

7.3.1 Milieu physique régional

7.3.1.1 Climat

La zone d'étude est soumise à deux types d'actions climatiques totalement opposées: le climat saharien sec et chaud au sud-ouest, et le climat méditerranéen, relativement humide et tempéré.

Elle est caractérisée par :

- Des pluies peu abondantes tombant pendant la période froide;
- Un régime thermique très contrasté (fortes amplitudes diurnes, mensuelles et annuelles), caractérisé par des hivers tempérés à doux et des étés chauds à très chauds;
- Une forte évaporation, surtout en mai et octobre quand il y a de l'eau dans le sol;
- Une sécheresse quasi absolue entre mai et septembre;
- Des vents dominants de secteurs W, NW et SW de novembre à avril. Ces vents sont violents, secs et froids, accompagnés, en général, de tempêtes de sable qui endommagent gravement les cultures et la pousse des espèces annuelles dans les pâturages. De mai à octobre, les vents du secteur marin (E, NE, SE) dominent, mais n'ont qu'une influence très limitée.

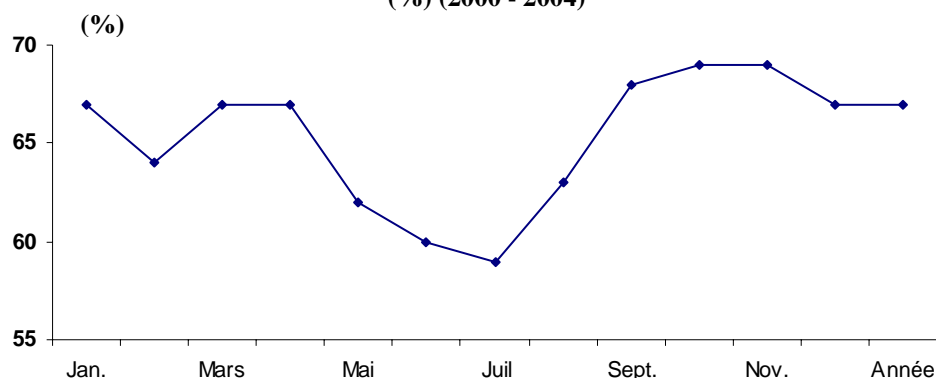
7.3.1.2 Humidité de l'air

La région se caractérise par une humidité relative assez élevée mais variable d'un mois à l'autre. Elle oscille entre 70 % en octobre et 60 % en juillet. A l'échelle journalière, les variations de l'humidité relative sont nettement plus sensibles. L'humidité enregistre ses valeurs maximales (entre 80% et 60%) pendant la deuxième moitié de la nuit, alors que vers 14 heures (au moment du maximum thermique), elle chute à son niveau le plus bas atteignant 40%. L'humidité moyenne normale enregistrée à Skhira pour la série d'année de 2000 à 2004 est décrite dans le tableau qui suit :

Tableau 24242424: Répartition mensuelle de l'humidité relative moyenne (2000-2004)

mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Humidité relative (%)	67	64	67	67	62	60	59	63	68	69	70	67	67

Tableau 25252525 : Moyenne mensuelle de l'humidité relative (%) (2000 - 2004)



On remarque que l'humidité relative est la plus faible pendant la période estivale (de mai à Août). On montrera ultérieurement qu'au cours de cette période, les vents Sud à Sud-Ouest (réducteur d'humidité) sont les plus fréquents.

7.3.1.3 Les vents

Le régime des vents du Sud-Est tunisien est relativement régulier. En hiver, ce sont les vents d'Ouest – Nord-Ouest qui dominent et en été, ceux d'Est – Nord-Est qui prennent la relève. Les vitesses du vent sont généralement faibles, la vitesse moyenne du vent est comprise pour tous les mois entre 4 et 12 m/s.. Les vitesses des vents les plus fréquents sont généralement de 2 à 5 m/s. Les vents de plus de 9 m/s sont rares mais importants, quand ils existent, pour la dispersion des polluants.

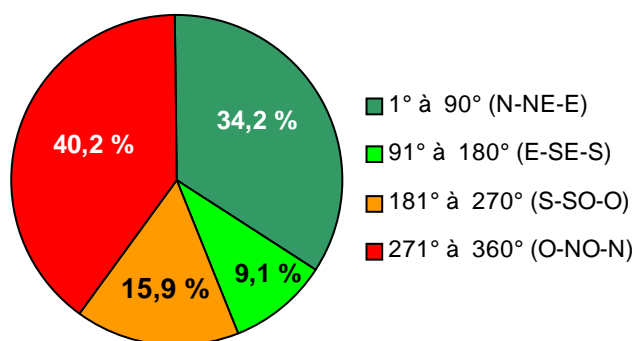
Au large et en toute saison, ce sont les vents de secteur Ouest et surtout Nord-Ouest qui sont dominants. Sur le littoral et en été, les vents dominants sont de secteur Est et Nord-Est. Les vents chauds et desséchants du sud (Sirrocco) soufflent du Sud-Ouest 20 à 30 jours par an. 50 % de ces vents chauds soufflent en été, 10 % en hiver, 20 % en automne et 20 % en printemps. Ils peuvent abaisser l'humidité de l'air à des valeurs journalières très faibles (15 à 25 %).

La région de Skhira est caractérisée par des vents de secteurs W, NW et SW (de Novembre en Avril), très violents, secs et froids, accompagnés, en général, de tempête de sable. De Mai à Octobre, les vents du secteur marin (E, NE, SE) dominent, mais n'ont qu'une influence très limitée.

La répartition de la vitesse du vent comparée à celle indiquée aux stations de Sfax et Gabès est décrite dans le tableau suivant :

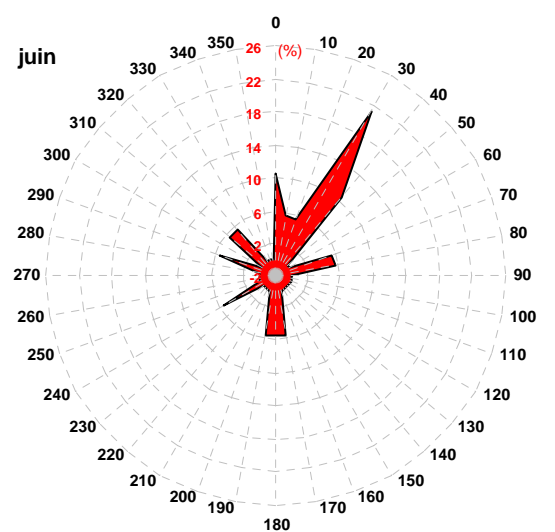
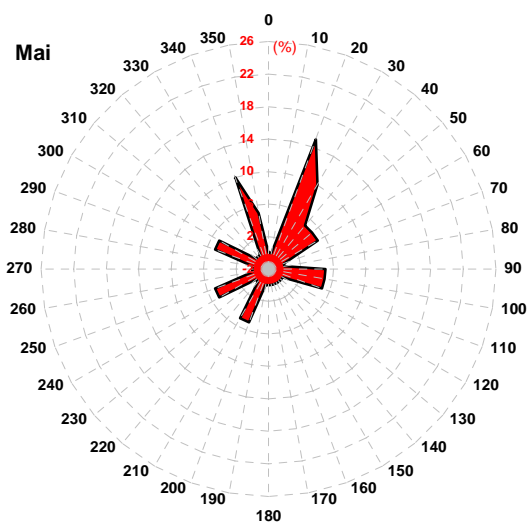
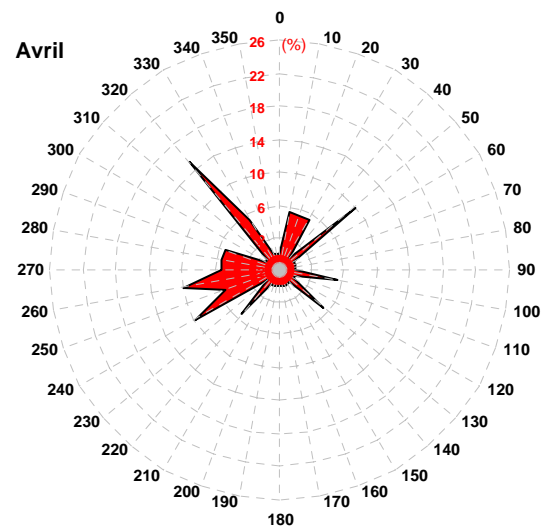
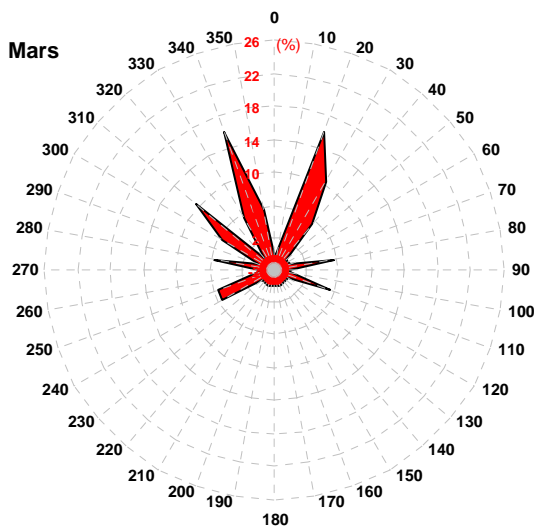
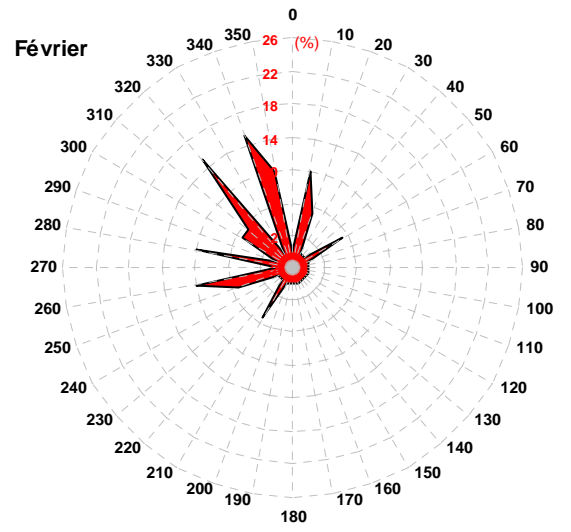
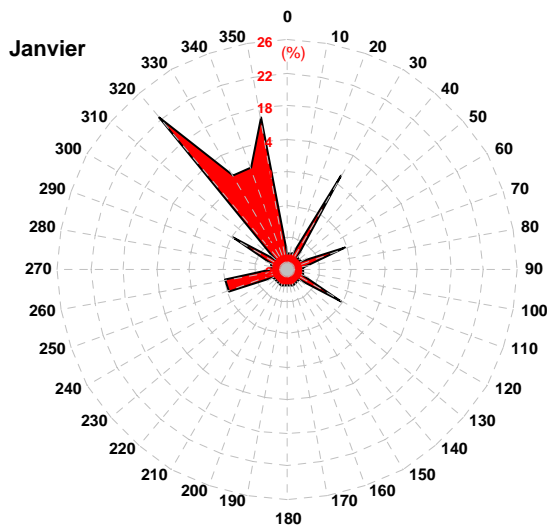
	1° à 90°		91° à 180°		181° à 270°		271° à 360°	
	N – NE – E		E – SE – S		S – SW – W		W – NW – N	
	Maxi moy	moyenne	Maxi moy	moyenne	Maxi moy	moyenne	Maxi moy	moyenne
intensité (m/s)	12,8 ± 3,3	4,2 ± 2,1	11,1 ± 5,6	5,6 ± 2,5	14,7 ± 4,1	6,8 ± 2,8	12,9 ± 3,6	4,6 ± 2,4
Direction (°)	30 ± 21		116 ± 22		233 ± 24		306 ± 27	
Fréquence (%)	34,2		9,7		15,9		40,2	
Fréquence (%)	43,9				56,1			

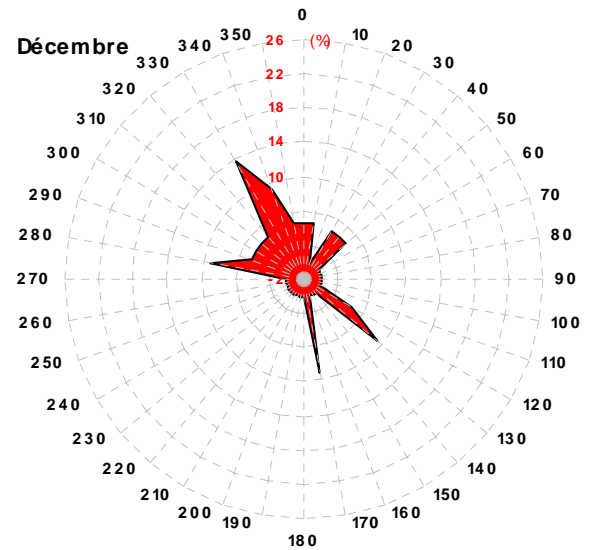
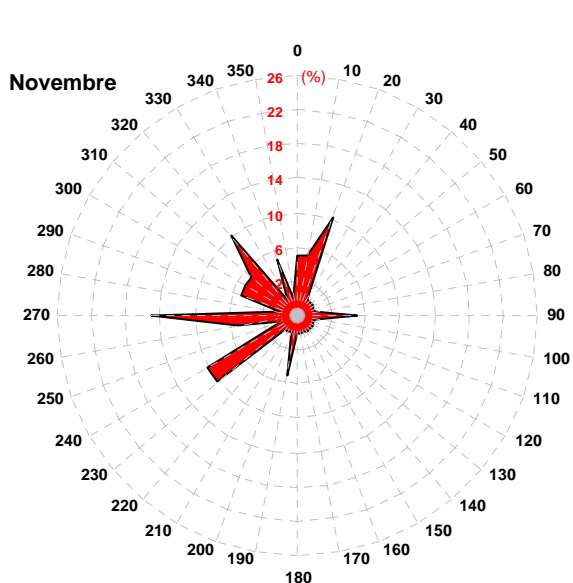
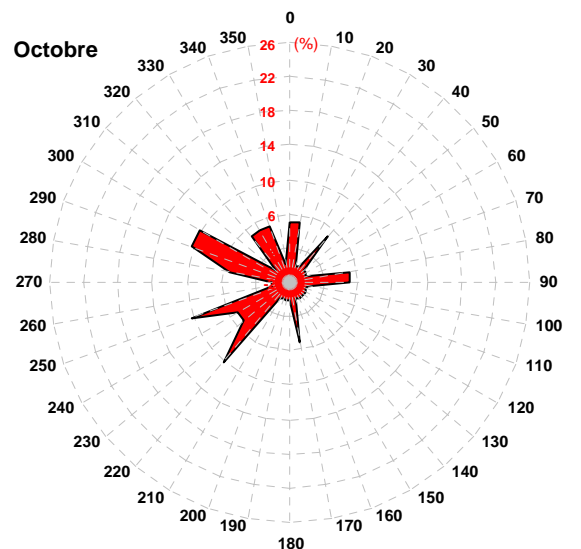
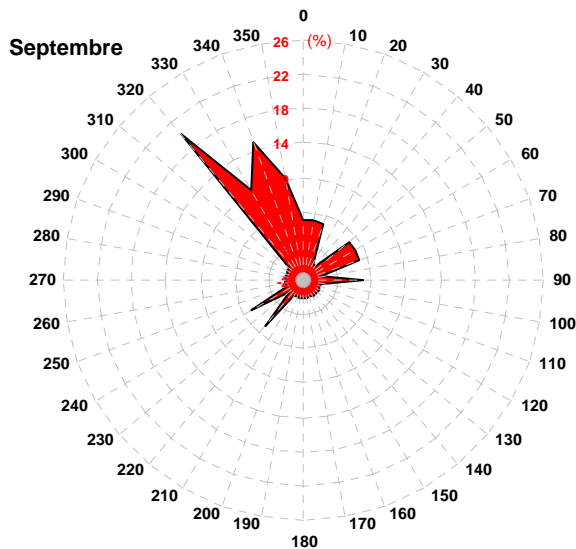
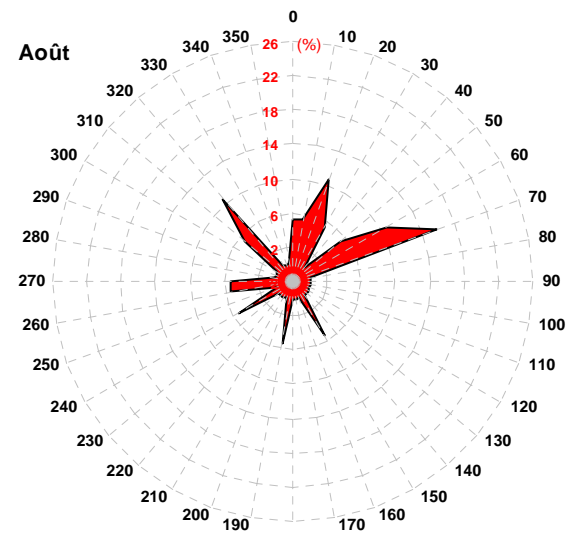
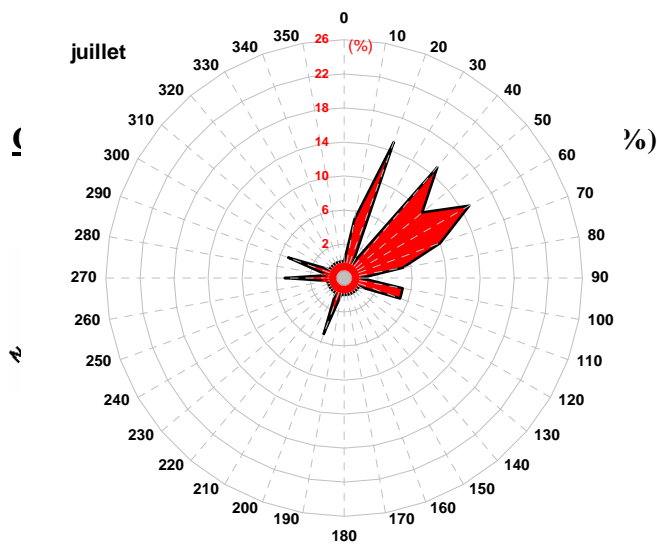
Tableau 26262626 : Caractéristiques générales des vents des stations de Sfax et de Gabès (période 2000 – 2004)



Roses des vents mensuelles
(moyenne 2000 – 2004)

Note : l'orientation du vent est toujours vers le centre





Cas des vents Nord – Nord-Est – Est : (34.2 %)

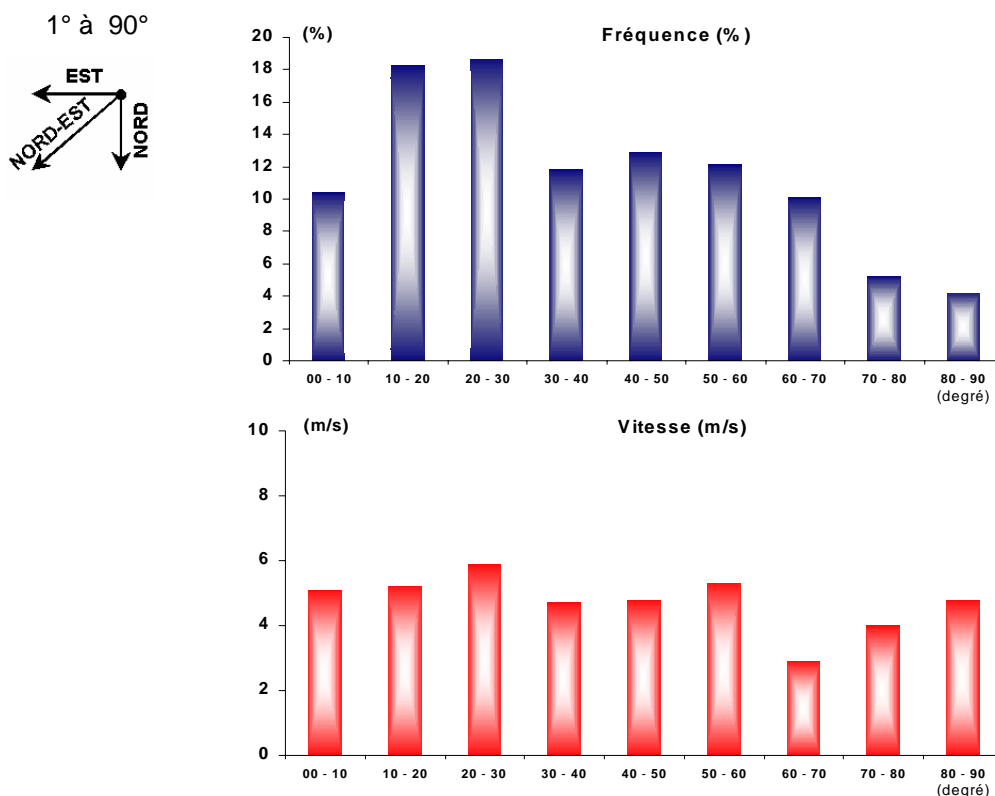
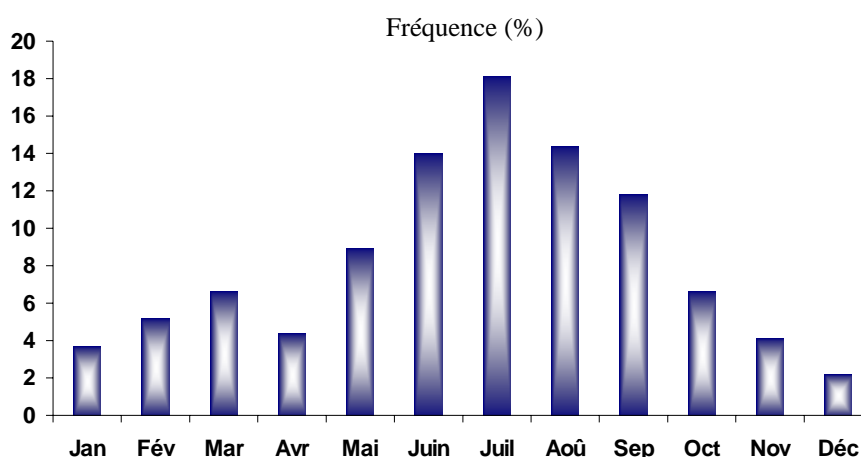


Tableau 27272727 : Fréquences mensuelles des vents Nord, Nord-Est et Est (Période 2000-2004)

(34.2 %)	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Fréquence (%)	3,7	5,2	6,6	4,4	8,9	14	18,1	14,4	11,8	6,6	4,1	2,2



Les vents de ce type (Nord – Nord-Est, Est) représentent, dans la région de la Skhira, 34.2 % de la totalité des vents et ont une fréquence d'apparition forte entre les mois de mai et Août. Les figures ci-dessus montrent que dans cette catégorie, les directions privilégiées se situent entre 10° et 30° Nord possédant des intensités relativement fortes ; Alors que pour les vents Nord-Est avec tendance Est (50° et 80°), la fréquence d'apparition est plus faible ainsi que les intensités.

Cas des vents (Est – Sud-Est – Sud) : 9.7 %

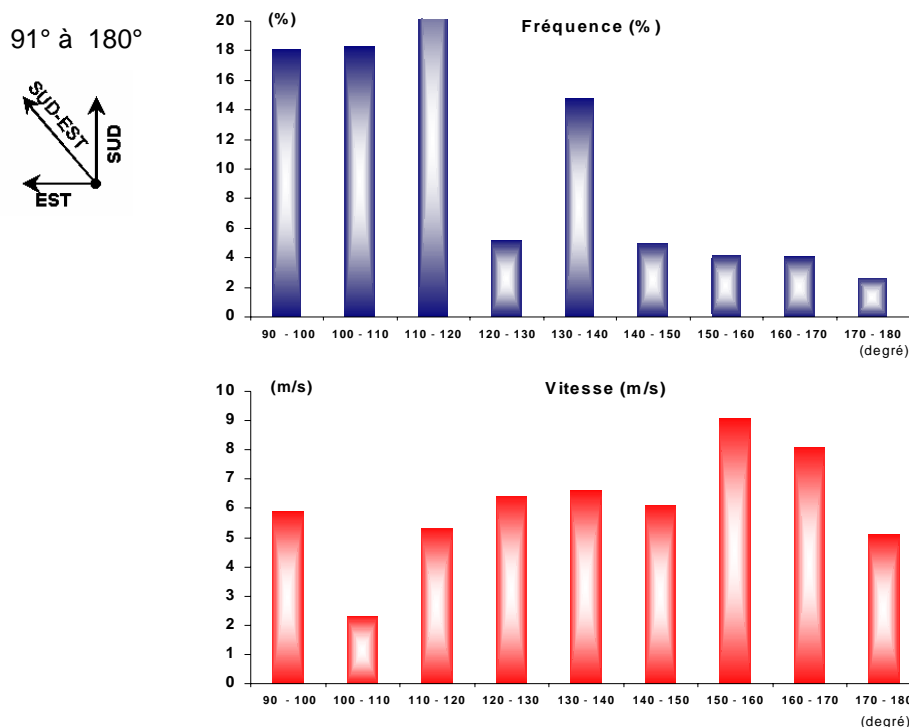
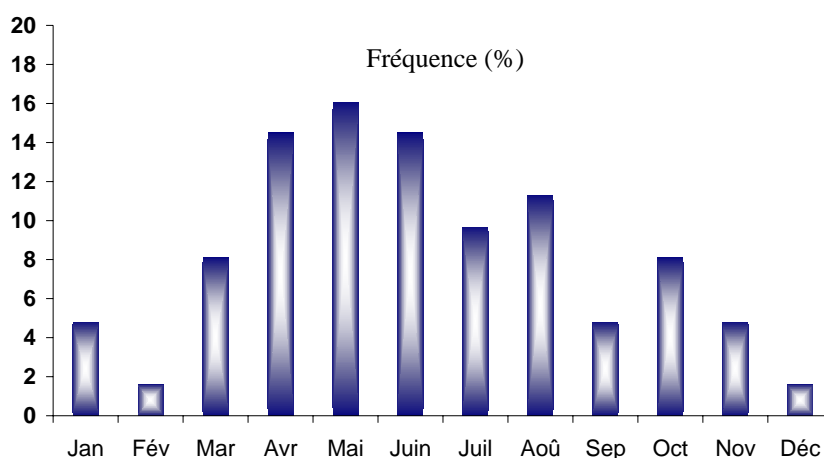


Tableau 28282828 : Fréquences mensuelles des vents Est, Sud-Est et Sud (période 2000-2004)

(9.7 %)	J an	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Fréquence (%)	4.8	1.6	8.1	14.5	16.1	14.5	9.7	11.3	4.8	8.1	4.8	1.6



Pour cette catégorie (Est – Sud-Est - Sud), les vents représentent, dans la région de la Skhira 9.7 % de la totalité des vents et ont une fréquence d'apparition forte commençant vers la fin du mois de mars jusqu'au mois d'août. Pour cette catégorie de vents, les directions privilégiées se situent entre 100° et 120° possédant par contre de faibles intensités ; Alors que pour les vents pratiquement Sud (150° et 180°) ont des fréquences d'apparition très faibles et des intensités les plus fortes pour cette catégorie.

Cas des vents (Sud – Sud-Ouest – Ouest) : 15.9 %

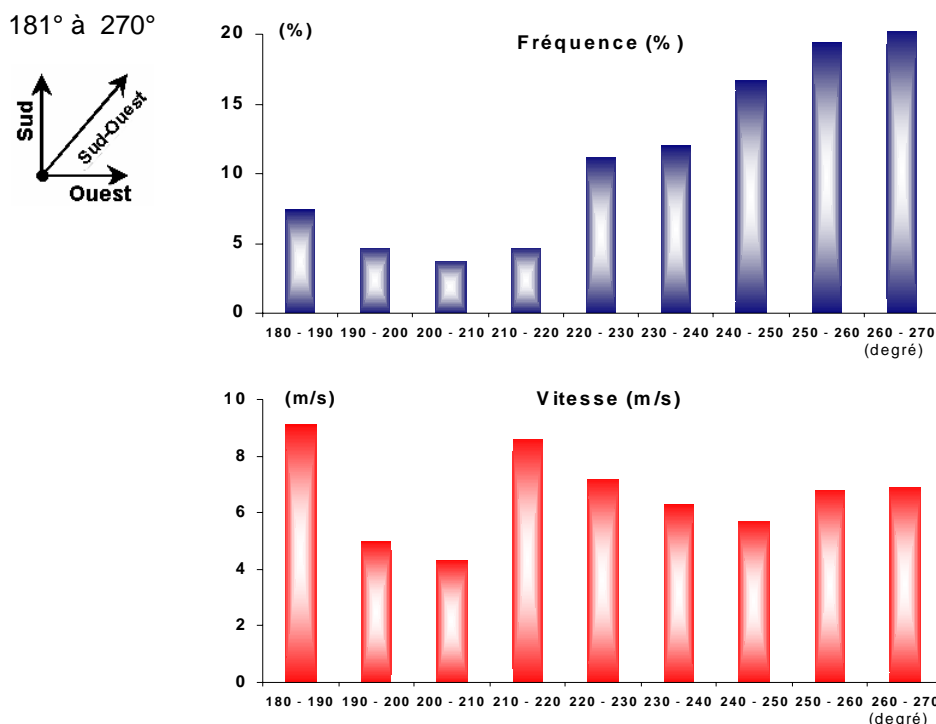
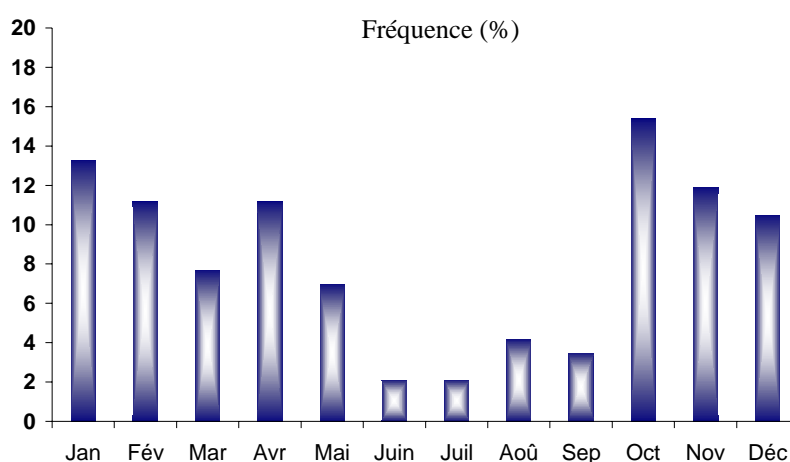


Tableau 29292929: Fréquences mensuelles des vents Est, Sud-Est et Sud
(période 2000-2004)

(15.9 %)	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Fréquence (%)	13,3	11,2	7,7	11,2	7	2,1	2,1	4,2	3,5	15,4	11,9	10,5



Pour cette catégorie (Sud – Sud-Ouest - Ouest), les vents représentent 15.9 % de la totalité des vents et ont une fréquence d'apparition forte entre les mois d'octobre jusqu'au mois de mai. Pour cette catégorie, les directions privilégiées se situent entre 230° et 270° possédant des intensités moyennes.

Cas des vents (Ouest – Nord-Ouest – Nord) : 40.2 %

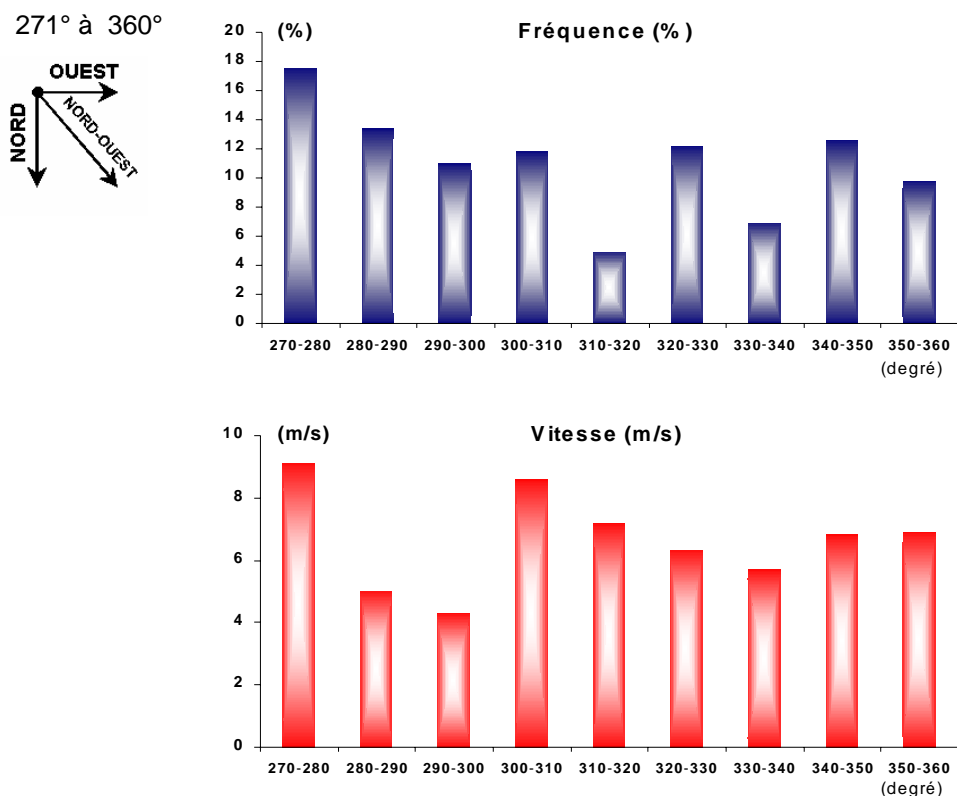
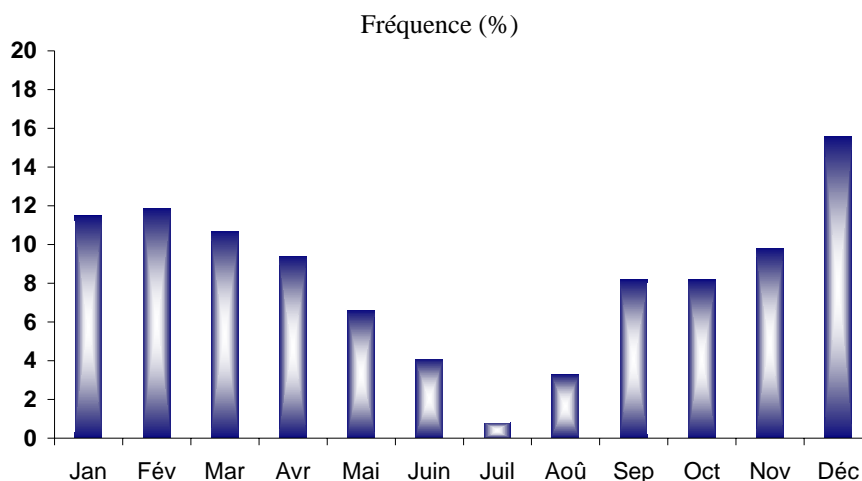


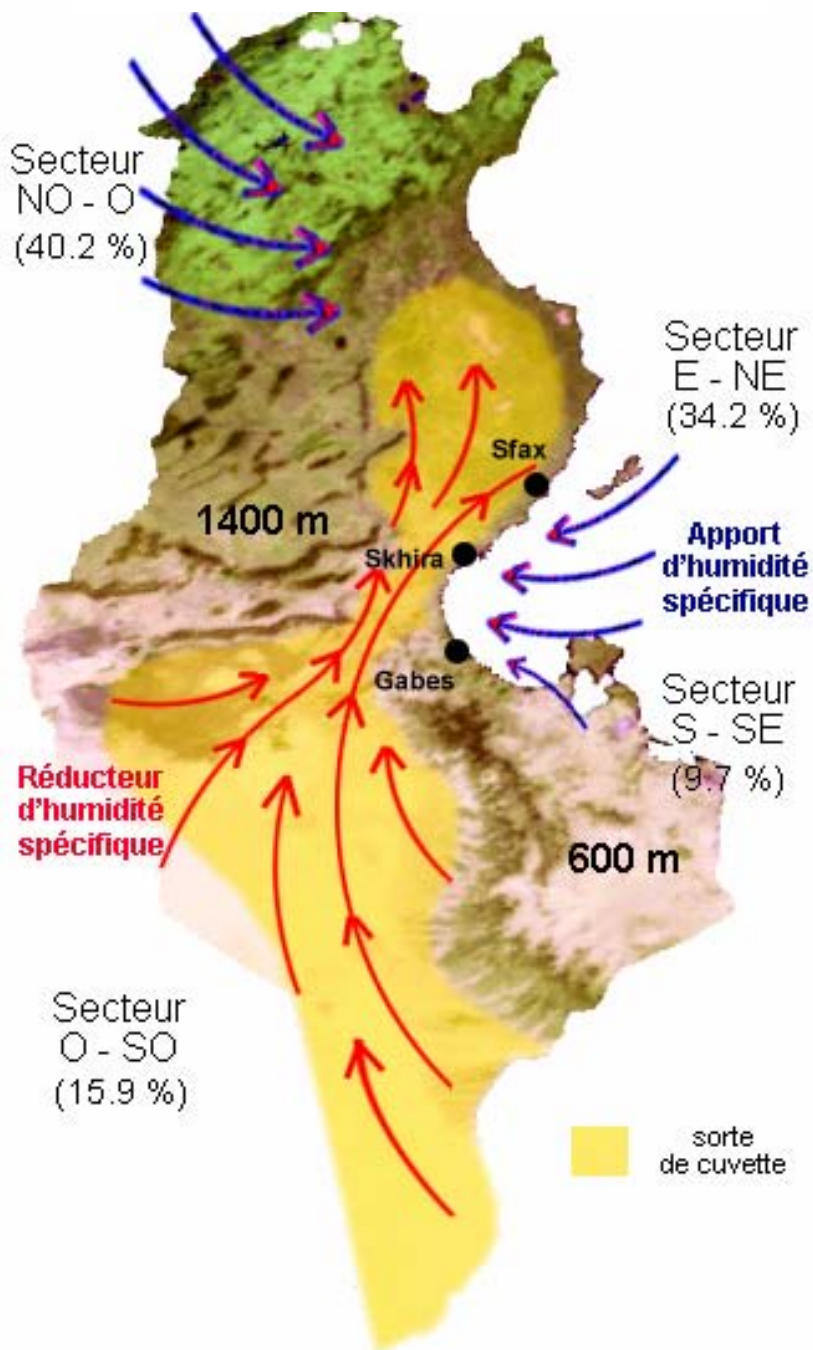
Tableau 30303030 : Fréquences mensuelles des vents Est, Sud-Est et Sud
(période 2000-2004)

(40.2 %)	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Fréquence (%)	11,5	11,9	10,7	9,4	6,6	4,1	0,8	3,3	8,2	8,2	9,8	15,6



La catégorie (Ouest – Nord-Ouest - Nord) présente 40.2 % et est faiblement dominante dans la région de la Skhira contrairement au Nord-Ouest de la Tunisie où elle est totalement dominante (80%). La période d'apparition de cette catégorie de vents est situé du mois de septembre jusqu'à avril. Ces vents ont une direction privilégiée 270° et 310°.

Figure 9999 : Caractéristiques moyennes des vents dans
le régions de la SKHIRA



7.3.1.4 La pluviométrie

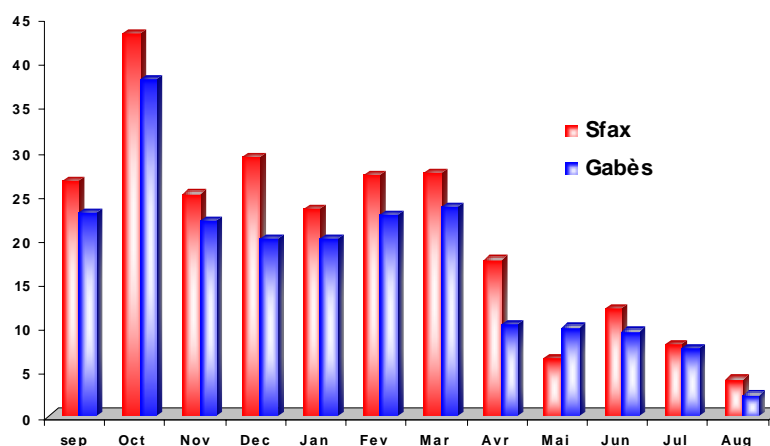
La pluviométrie représente l'un des paramètres les plus importants du climat de la Skhira et constitue également le facteur essentiel du régime hydrologique de la région. Ce paramètre est très variable dans le temps et dans l'espace.

La saison des pluies se situe habituellement entre octobre et mars, mais elle peut s'étendre de septembre à mai. La moyenne annuelle de la pluviométrie est de 641mm et le nombre moyen de jours de pluie est de 110 jours. En été, les précipitations sont rares.

Tableau 31313131 : Moyenne annuelle du cumul pluviométrique

(1950 – 2004)	Moyenne annuelle du cumul pluviométrique		
	Moyenne	Minimas (années sèches)	Maximas (années pluvieuses)
	(mm)	(mm)	(mm)
Sfax	250	100	550
Gabès	200	50	500

Moyenne mensuelle du cumul pluviométrique (mm)

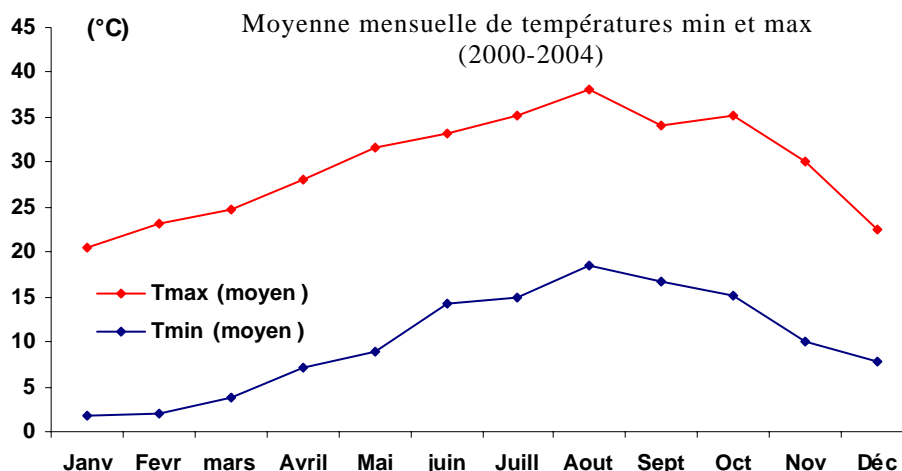


7.3.1.5 La température

Les températures journalières maximales de l'air sont de 20°C en janvier et 41,5°C en août. Les températures journalières minimales correspondantes varient de 1,6°C en janvier à 17°C pendant le mois d'août.

Tableau 32323232: Répartition mensuelle des températures max et min moyenne (2000-2004)

Moyenne annuelle	Jan	Fév	mars	Avril	Mai	juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
Moy Tmax (°C)	20,6	23,1	24,7	28,0	31,7	33,1	35,2	38,2	34,1	35,1	30,0	22,5	29,7
Moy Tmin (°C)	1,8	2,1	3,7	7,2	8,9	14,2	15,0	18,4	16,7	15,2	10,1	7,8	10,1
Contraste thermique (°C)	18,8	21,0	21,0	20,8	22,8	18,9	20,2	19,8	17,4	19,9	19,9	14,7	19,6

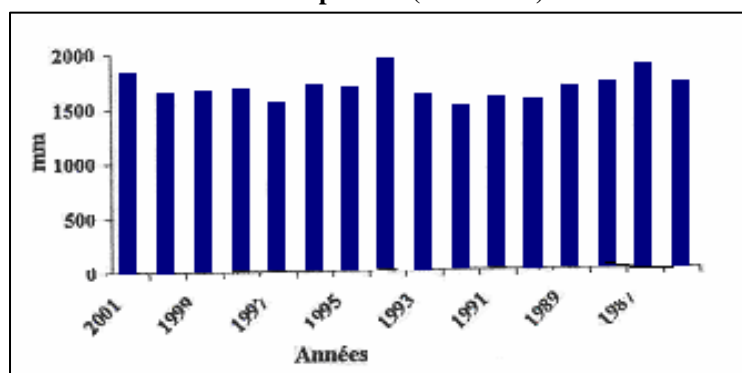


On peut remarquer que le contraste thermique moyen est pratiquement constant pour tous les mois de l'année. Ceci est dû au fait que la mer, contrairement au continent, joue sa lente inertie un rôle de régulateur de température sur le littoral.

7.3.1.6 Evapotranspiration

L'évaporation se fait surtout à la surface du sol. La perte de l'eau à la surface fait remonter l'eau des zones plus profondes. En été, elle reprend la totalité de l'eau qui a pénétré dans le sol, la nappe ne peut être alimentée que pendant les mois les plus pluvieux. La teneur en eau du sol peut descendre au-dessous de la capacité au champ et même atteindre le point de flétrissement près de la surface. L'évapotranspiration est de 1260 mm à la limite Nord de la zone d'étude et de 1517 mm dans sa limite ouest.

Variation moyenne annuelle de l'évaporation à Sfax durant la période (1986-2001)



Conclusion

Il est important de décrire les facteurs météorologiques dans la zone d'étude. Ces facteurs affectent fortement la dispersion des polluants dans l'atmosphère. L'absence du vent favorise la pollution, sa direction détermine le sens de propagation. Les rayons ultraviolets permettent la transformation photochimique de certains polluants dans l'atmosphère. La stabilité de l'atmosphère est liée au gradient vertical de la température et la forte humidité et les précipitations entraînent et diluent une partie des particules vers le sol.

7.3.1.7 Eaux de surface

Le bassin versant de Skhira (642 km²) est limité par la structure de Sebket Naouel à l'Ouest, la Méditerranée à l'est, au sud par Koudiet El Mergueb et oued Akarit au Nord par le bassin versant de Bir Ali-Ouedrane.

Le réseau hydrographique a une allure assez compacte ($K_c = 1,3$). Il comprend trois sous bassins: à l'Est, le sous bassin de l'oued Aouinet, au Centre, le sous bassin de l'oued Bou Said et à l'Ouest et au Sud le sous bassin des oueds, El Melah, Thala et Oued El Gram. Ces oueds à caractère temporaire constituent un réseau hydrographique peu développé.

L'apport annuel au niveau du bassin versant a donné une lame ruisselée de l'ordre de 4 mm correspondant à un apport annuel de 2,6 Mm³.

L'essentiel de cet apport est assuré au mois d'octobre (56%), septembre (16%) et décembre (15%). Ce transport est estimé à 436 tonne/km²/an

Le réseau hydrologique de la région est caractérisé par des ravins et Chaâb orientés suivant une direction Sud-Ouest/Nord-Est et aboutissant vers la mer. Le plus proche de la zone du site est Chabet El Mâ. On trouve aussi oued Oudrane.

La quantité d'eau ruisselée dans le bassin de Skhira est estimée à 32,5 Mm³ pour des périodes de retour de 50 ans.

7.3.1.8 Eaux souterraines

A - Ampleur et limites de la nappe phréatique de Skhira

D'après les travaux de M.Ben Marzouk (DRE-Sfax) et du SGF-INC, les informations hydrogéologiques régionales suivantes ont été déterminées:

1. Limites de la nappe de Skhira

La nappe de Skhira est limitée au Nord par la nappe de Bir Ali Ouadrane, à l'Ouest par celle de Sebket Naoual, au Sud par la limite de la nappe de Gabès et à l'Est par la mer.

2. Extension de la nappe

D'après les travaux du CRDA-DRE Sfax, l'extension de cette nappe est de 642 km², alors que le SGF-INC avance une extension sur 515 km².

3. Caractéristiques de la nappe

La nappe de Skhira est localisée dans les horizons sableux de la partie supérieure du Mio-pliocène ou de la base de plio-villafranchien (Illy, 1968). Elle est véhiculée par des niveaux perméables (sables, limons) du quaternaire dans des zones où elle est de faible profondeur.

Cette nappe est formée par quatre niveaux aquifères distincts situés de -12 à -15 m/TN ; de -17 à -20,5 m/TN; de -22,5 à -27,5 m/TN; de -30 à -40 m/TN, avec une résistivité variable de 20 à 40 Ohm/m.

C'est un système aquifère multicouche lenticulaire, constitué de sables fins à moyens parfois grossiers ou graveleux; ces sables sont séparés par des niveaux semi-perméables argilo-sableux permettant plus au moins la communication entre différents niveaux aquifères.

L'alimentation de la nappe se fait essentiellement par l'infiltration des eaux météoriques. On

distingue deux types d'exutoires:

Exutoire artificiel: les puits de surface répartis sur tout le bassin versant et qui sont destinés pour l'ensemble à des fins agricoles;

Exutoire naturel: la mer est l'exutoire principal, avec des directions d'écoulements dans l'ensemble Nord Ouest-Sud Est.

Autre exutoire: la zone d'évaporation de Sebket Naouel.

4. Epaisseur de l'aquifère

D'après les données du projet SGF-INC, l'épaisseur moyenne de la formation aquifère productive est de 15 m; elle correspond à la valeur moyenne obtenue à partir des piézomètres de Hamada, Jerouala 2 et Sbih 2.

5. Paramètres hydrauliques

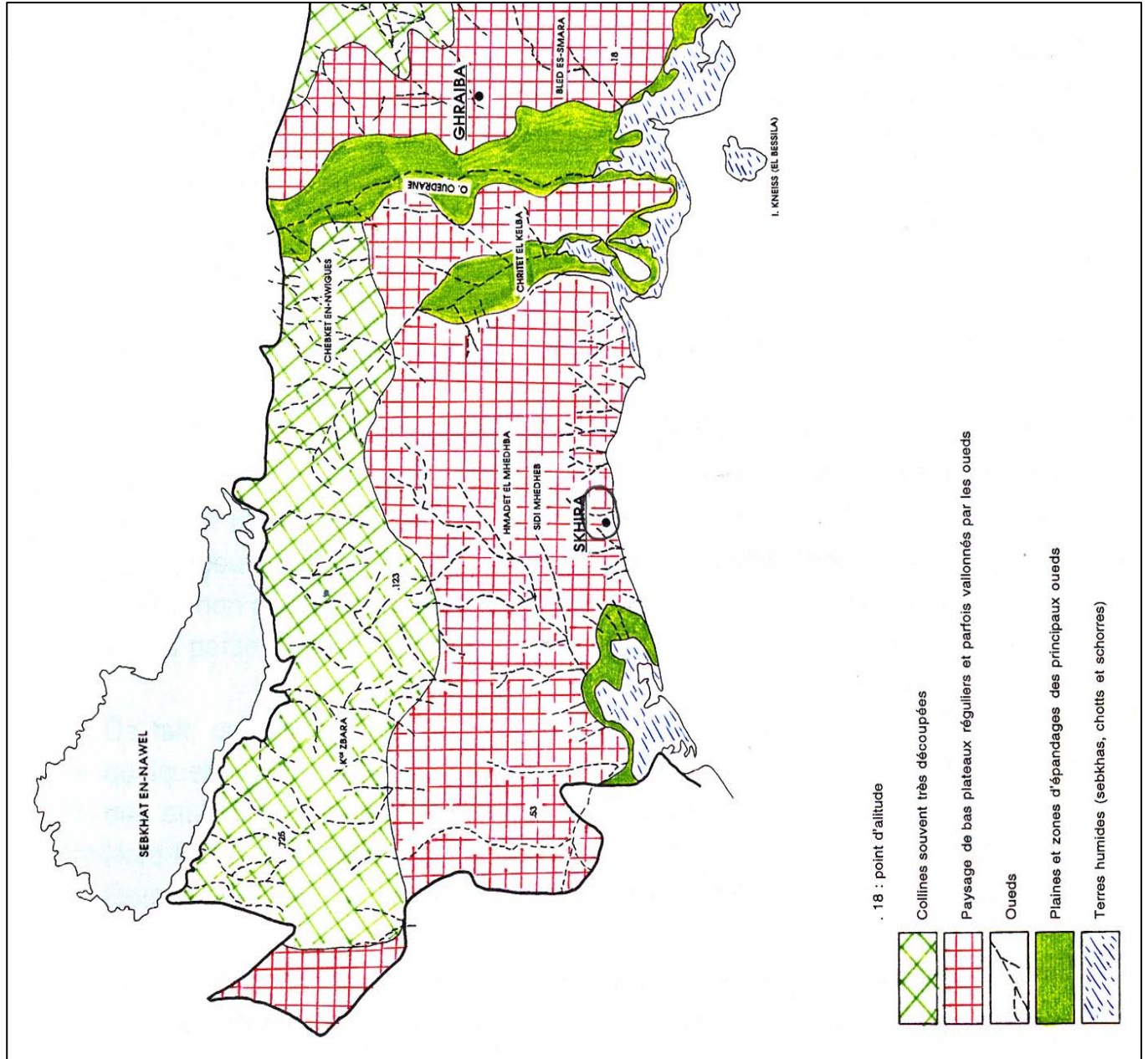
Les données existantes donnent une valeur moyenne de transmissivité de la nappe $T = 0,30 \cdot 10^{-3}$ m²/s, et une Conductibilité moyenne $C = 1,62 \cdot 10^{-5}$ m/s, valeur correspondant à la moyenne entre les puits publics de Jerouala 2, Sbih 2 et Skhira GCT).

6. Piézomètre

L'étude de la piézomètre engagée en 1991 par la DRE de Sfax, a montré que les courbes étalées étaient presque parallèle à la côte du littoral avec une valeur piézométrique maximale de +50 m à l'amont de la nappe vers l'Ouest de Skhira et une valeur piézométrique minimale de 10 m à l'aval de la nappe phréatique au niveau du littoral.

Le sens d'écoulement était du Nord-Ouest vers le Sud-Est. Ce sens d'écoulement NO-SE persiste actuellement. Il est confirmé par les travaux de SGF-INC en 2002, avec un gradient hydraulique de la nappe fluctuant entre 0 et $1,4 \cdot 10^{-2}$ soit une moyenne de $5,15 \cdot 10^{-3}$.

Figure 10101010 : Carte du réseau hydrographique régional



7.3.1.9 Géomorphologie

La topographie de la zone apparemment monotone, se trouve perturbée par différents niveaux morphologiques qui se succèdent à mesure que l'on s'éloigne des chaînes montagneuses vers la bordure côtière du plateau (Mahrès, Skhira). Ce sont ces niveaux morphologiques qui déterminent la répartition actuelle des sols et surtout le fonctionnement hydrologique du paysage. Par conséquent, ils sont responsables des contraintes et des potentialités de mise en valeur agricole de la zone.

Aux pieds des chaînes montagneuses de Bouhedma s'accroche une ancienne surface d'érosion, recouverte d'un puissant encroûtement à croûte calcaire. Ce premier glacis d'érosion a été, dans son ensemble, remanié ou recouvert par des cônes alluviaux actuels de la basse terrasse prenant l'allure d'éboulis.

Les "Chebket", sous forme de dôme, constituent, vers l'aval, de la surface ancienne d'érosion des piedmonts. Ces niveaux morphologiques sont formés dans les argiles rouges gypseuses du miopliocène continental. Ils se présentent sous forme de collines argileuses très ravinées en bad-lands, d'où leur appellation en arabe (Chebket = dentelle).

Le plateau de Skhira est séparé de la dépression de Sebkhet En Noual au nord ouest par un arc de hauteur constitué d'une série de chebket et des koudiats Essatour et Essbara. Il n'est couvert de croûte calcaire qu'en partie (chebket Aourme).

Ailleurs cette dernière disparaît progressivement, laissant la place à la croûte gypseuse. Les basses terrasses et la grande dépression alluviale de l'oued Ouadrane se caractérisent par des dépôts sableux de lits d'oued. Le système alluvial de l'oued Ouadrane et ses affluents ont creusé profondément leur lit dans ces plateaux du Quaternaire.

La plate forme sahélienne de Sfax est dominée par des formations marno-sableuse du miopliocène, riche en gypse. La partie supérieure du miopliocène renferme des couches rouges d'argiles sableuses. La pédogenèse quaternaire est responsable de la formation sur cette plate forme des croûtes calcaires dans sa partie nord et de la croûte gypseuse dans la partie sud. L'érosion des massifs montagneux, le transport des matériaux et leur dépôt en aval qui se sont produits tout le long du quaternaire sont responsables de la présente morphologie du terrain.

7.3.1.10 Géologie

Géologie régionale

Les affleurements de la région de Skhira sont constitués essentiellement d'une formation argilo-sableuse riche en gypse au sommet avec quelques niveaux peu épais de sable limoneux. Cette formation géologique est d'âge mio-pliocène à quaternaire inférieur.

Les unités litho-stratigraphiques principales sont décrites du haut en bas :

- 1^{ère} unité : Sables, limons et graviers correspondant aux alluvions actuelles du réseau hydrographique et aux dépôts de basse terrasses attribuées à l'Holocène.
- 2^{ème} unité : Sables limoneux correspondant aux dépôts de moyenne terrasse du pléistocène supérieur-Holocène. Cette unité est connue par l'encroûtement calcaire qui persiste par endroit (Quaternaire supérieur)
- 3^{ème} unité : Croûte et encroûtement calcaire du Pléistocène inférieur (Quaternaire supérieur)
- 4^{ème} unité : Argiles sableuses du Mio-Pliocène

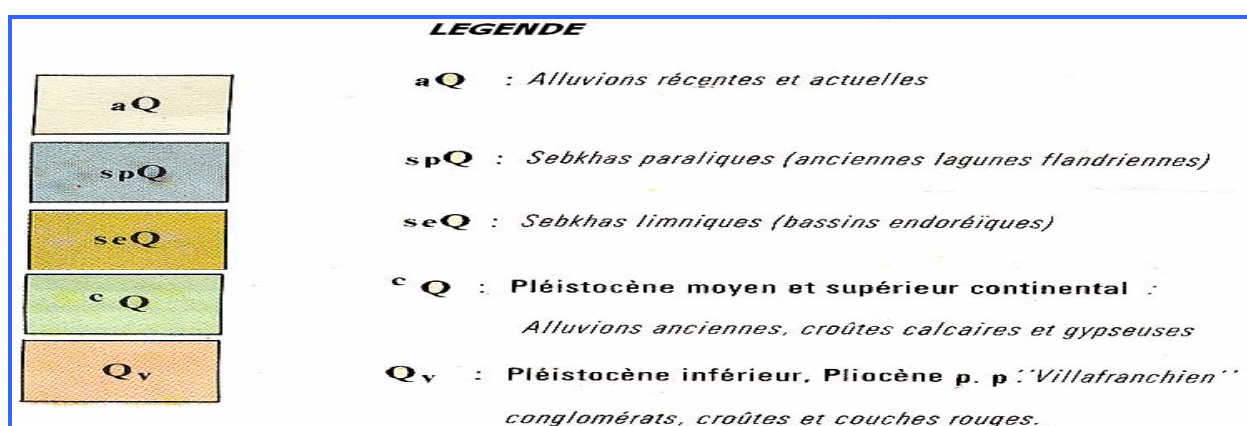
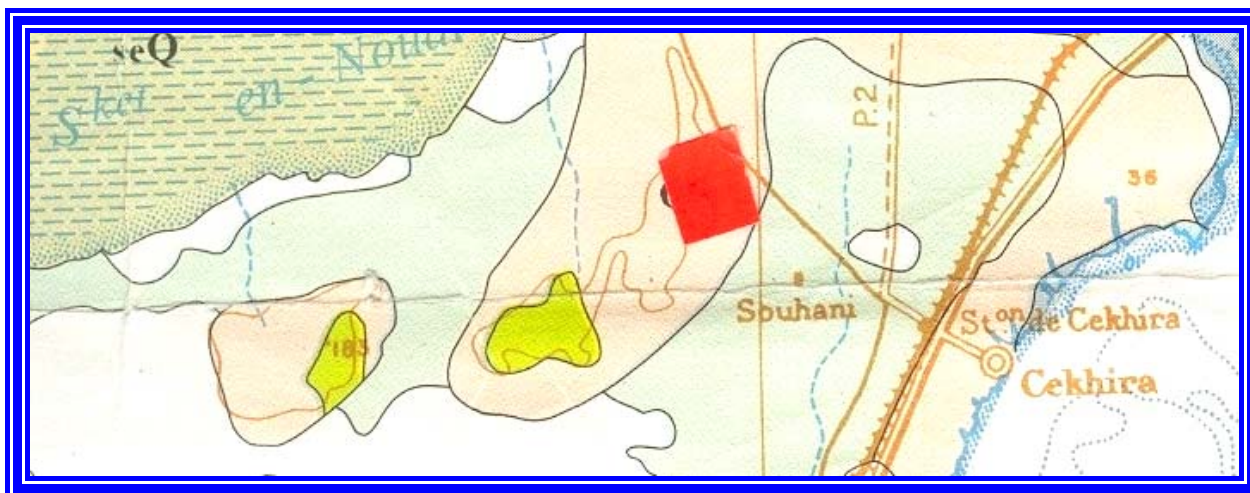


Figure 1111111: Carte Géologique de Skhira

7.3.1.11 Sols

Les sols du sud subissent des déficiences importantes dues à une aridité excessive empêchant la pédogenèse et favorisant la salinisation. Les sols les plus épais et les plus exploités pour l'arboriculture et l'irrigation sont ceux formés sur des alluvions sableuses. Les sols sur croûte aussi bien gypseuses que calcaires sont pauvres, très peu épais et parfois complètement érodés. Ils sont exploités en parcours extensifs.

La pédogenèse de la zone a été dominée par une lithologie marquée par l'alternance de calcaires, de marnes plus ou moins gypseuses, de sables grossiers et fins. Le paysage est parcouru par des oueds créant des dépressions plus ou moins larges, et comblées de dépôts d'alluvions. On y distingue trois principales unités pédologiques.

1- Les sols squelettiques: Il s'agit de sols minéraux bruts d'érosion ou d'apport (alluvial, colluvial et éolien) ou de sols peu évolués. Ce type de sol domine la zone. Il s'agit aussi de lithosols où la croûte est située entre 0 et 10 cm de profondeur avec un horizon en surface constitué d'un mélange de fragments de croûtes et de limons sableux. Ces sols situés généralement en amont des terrains, ont une production médiocre et souffrent d'une érosion intense à cause de leur fort indice de ruissellement.

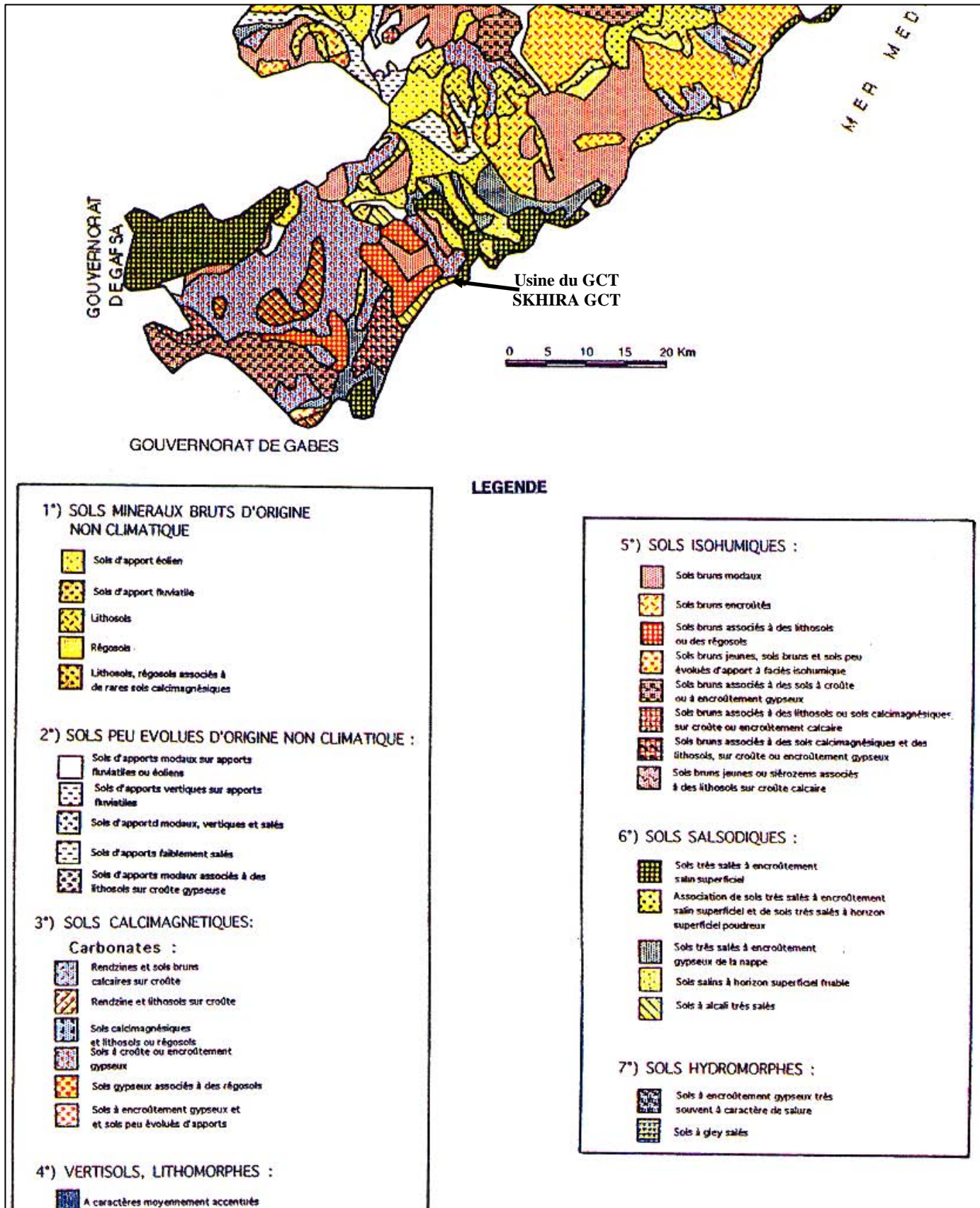
2- Les sols isohumiques: Ils sont très répandus et couvrent des bas de pente; on les rencontre aussi dans les fonds de dépressions et sur les terrasses. Ils correspondent aux anciens sols rouges, aux colluvions des formations du crétacé (marno-calcaire) ou à des sols formés sur le

sable éolien. Ces sols se caractérisent par la présence d'un humus calcique bien évolué et sont relativement riches en matière organique répartie régulièrement dans le profil sur plus de 30 cm.

3- Les sols halomorphes: Il s'agit de sols salés à alcalins et à structure dégradée.

La dégradation de ces sols est due à des facteurs d'origine naturelle et anthropique. Les premiers concernent le climat qui est exprimé par l'agressivité des pluies et la violence des vents, les conditions orographiques favorisant la concentration des eaux et le ruissellement.

Figure 12121212: Carte pédologique



7.3.1.12 Occupation du sol dans la zone d'étude

Il est à rappeler que les unités du Groupe Chimique de la Skhira sont installées sur le littoral, c'est-à-dire bordées à l'Est par la mer méditerranée. Cette localisation littorale, bien qu'ayant plutôt une influence sur la mer, réduit cependant l'impact des usines sur les écosystèmes terrestres de la zone. En outre, en fonction du vent dominant, les rejets sont en cas du vent Ouest- Est, acheminées vers la partie pélagique.

En ce qui concerne la partie terrestre environnante aux usines, la carte d'occupation des terres de la zone établie à l'échelle 1/ 50 000, fait état des principales spéculations suivantes :

-Les parcours : ils s'étalent sur une bande d'environ 10 Km de longueur sur une largeur approximative de 2 km. Cette bande de 20 km², représente une superficie de 2000 ha.

-Les céréales : Ils constituent une pratique courante dans cette région. Cependant, le caractère familial de cette culture, réduit son importance économique. En outre, comme pour le reste de la zone aride, les céréales ne sont pratiquées qu'en années pluvieuses. Leur cycle biologique n'excède pas 5 à 6 mois.

-L'olivier : D'après la carte d'occupation des sols, la culture de l'olivier est bien représentée dans cette zone. Ceci se remarque d'ailleurs de part et d'autre de la route nationale 1, où à l'Est de la route les plantations sont rarissimes, par comparaison à la zone située à l'Ouest de la route, où on souligne des vastes étendues de cultures d'olivier.

-Les zones salées et les Chotts : leur superficie est également importante, notamment sur les rivages et à proximité des usines du GCT.

-Les cultures maraîchères : Elles constituent une pratique courante dans la zone, ne particulier les cultures maraîchères de printemps et d'été, qui sont pratiquées généralement pratiquées en association avec les oliviers.

-Divers : Il s'agit particulièrement des quelques individus d'arbres fruitiers, installés à l'intérieur des ouvrages de Conservation des eaux et des sols (CES). Généralement la production fruitière est à caractère familial. En plus des arbres fruitiers, on rencontre aussi des plantations forestières, s'agissant surtout des bandes forestières installées à côtés des voies d'accès et des routes. L'espèce la plus utilisée à ce niveau est l'Eucalyptus. Enfin, les cultures fourragères et les cultures industrielles, bien que signalées sur la carte d'occupation des sols de la zone, leur superficie est toutefois réduite, puisque n'excédant pas quelques hectares.

La délégation de Skhira s'étend sur 92,2 milles d'hectares englobant 81,2 milles hectares de terres fertiles à haute aptitude agricole dont 5000 hectares de terres irrigables.

La superficie emblavée en cultures annuelles est très variable d'une année à l'autre selon le pluviométrie. Les périmètres irrigués couvrent une superficie de 3500 hectares représentant 4,3% des superficies cultivées.

Toutefois, ces sols ne pouvant plus se renouveler sous les conditions bioclimatiques actuelles, d'une part, et étant soumis à plus de trois mille ans d'utilisation et d'exploitation, présentant actuellement de plus en plus des signes de fragilité : la fertilité n'est plus stables pour nombreux types de sol ; le comportement hydrique d'autre types de sol ne permet plus de retenir convenablement l'eau de la pluie, ce qui entraîne l'apparition de symptôme de l'aridité édaphique; la sensibilité de la majorité des sols à la dégradation, à l'érosion et à la désertification est devenu très importante.

Les activité prioritaires de réhabilitation des terres dégradées à réaliser dans le cadre de la politiques de développement des terres, plans, zonages et réglementation municipale et

régionale figures parmi les priorités des stratégies de développement dans la région de Skhira .

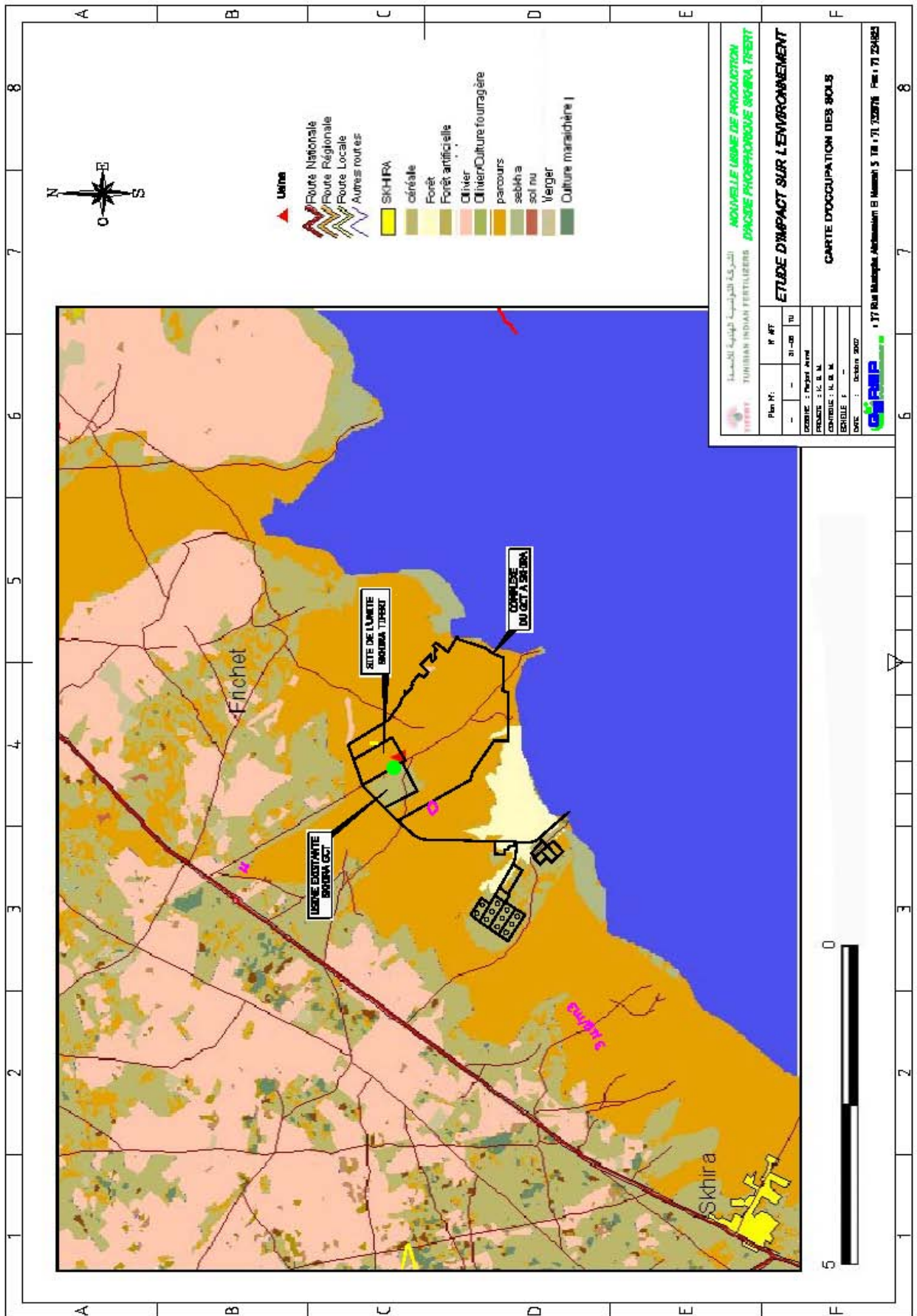


Figure 13131313 : Carte d'occupation des sols de la zone d'étude

7.3.2 Données géologiques, hydrogéologiques et géochimiques de l'aire de décharge de phosphogypse

7.3.2.1 Géologie du site de mise en terril

Trois campagnes de reconnaissance géologique par sondages ont été réalisées à savoir Fig.3 :

- Campagne de piézomètres (GCT 2004: SP) ●
- Campagne de sondages d'eau marine (Tifert 2006: SC) ●
- Campagne de sondages géotechniques (piézo. GCT 2007: SCT +) ● ●

a. Campagne de sondage 2006

Pendant l'année 2006, la société TIFERT a réalisé cinq sondages carottés sur le littoral à l'Est du site de mise en terril en vue de prospector les niveaux sableux marins. Ces cinq sondages ont donné les renseignements suivants Fig. 14:

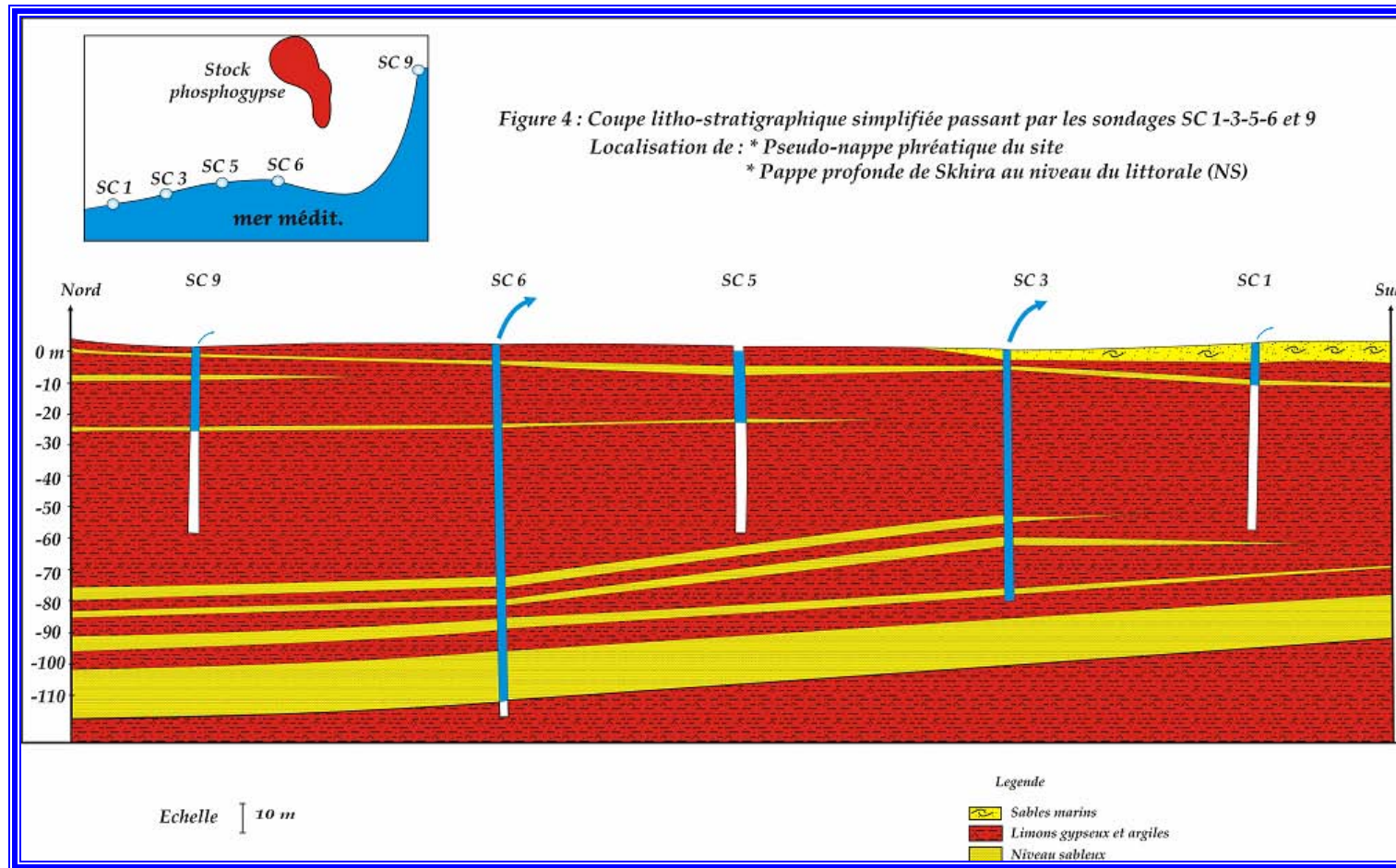


Figure 14141414: Coupe lithostratigraphique simplifiée des sondages SC1-3-5-6 et 9 au niveau du littoral N-S

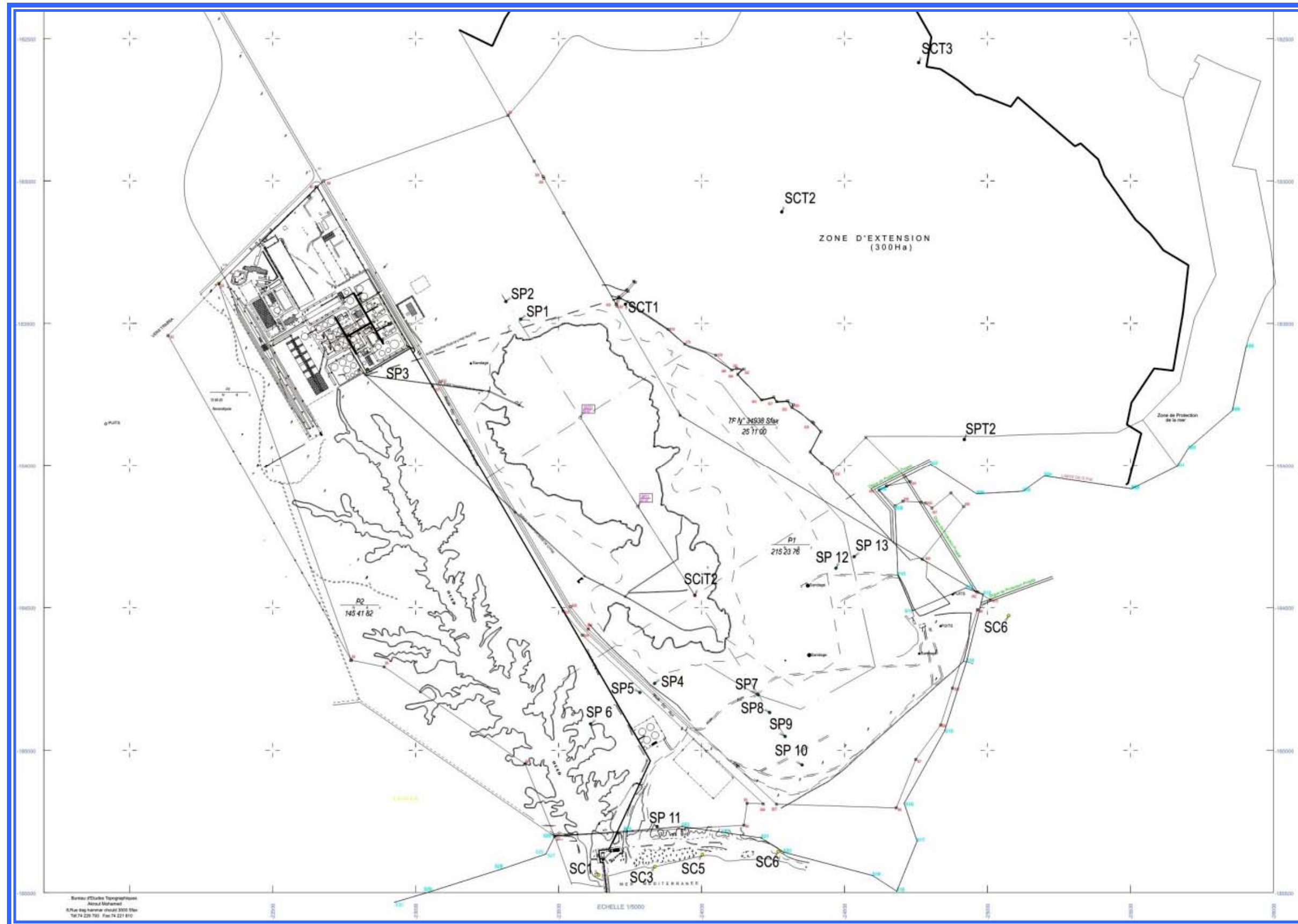


Figure 15151515: Carte de localisation des Piézomètres et des Sondages

Sondage SC1

- Profondeur : 60 m
- Niveau statique : 0 m (suintement très faible)
- Lithologie :
 1. Un niveau de sables marins en surface de 4,60 m de puissance.
 2. Deux niveaux de sable fin de 2,05m de puissance totale situés :
 3. Premier niveau à -11,30m/TN de 1,30 m de puissance
 4. Deuxième niveau à -46,40m/TN de 0,75 m de puissance
 5. Plusieurs niveaux intercalés limono-argileux et gypseux de 53,35 m de puissance

Ce sondage montre la dominance d'une lithologie fine et l'absence d'un aquifère important (Log litho stratigraphique en annexe).

Sondage SC3

- Profondeur : 80 m
- Niveau statique : artésien 3l/s
- Lithologie :
 1. Un niveau de sables marins en surface de 3 m de puissance
 2. Six niveaux de sables fins de 9,40 m de puissance totale situés :
 - Premier niveau à - 5,20 m/TN de 0,80 m de puissance;
 - Deuxième niveau à - 45,50 m /TN de 1,70 m de puissance;
 - Troisième niveau à -54,00 m /TN de 1,70 m de puissance;
 - Quatrième niveau à -58,25 m /TN de 0,75 m de puissance;
 - Cinquième niveau à -60,90 m /TN de 2,90 m de puissance;
 - Sixième niveau à -77,10 m /TN de 1,55 m de puissance.
 3. Plusieurs niveaux intercalés limono-argileux et gypseux de 67,60 m de puissance

On note l'existence d'une nappe d'importance moyenne artésienne à la profondeur -61 m/TN. Ce sondage intercepte les niveaux supérieurs de la nappe profonde de Sfax (Log litho stratigraphique en annexe).

Sondage SC5

- Profondeur : 60 m
- Niveau statique : - 1,30 m/TN
- Lithologie :
 1. Deux niveaux de sables fins de 4,05 m de puissance totale situés :
 - Premier niveau à - 0,90 m/TN de 0,85 m de puissance
 - Deuxième niveau à - 4,40 m /TN de 3,20 m de puissance;
 - Plusieurs niveaux intercalés limono-argileux et gypseux de 56,00 m de puissance

On note l'existence d'une nappe d'importance moyenne à la profondeur - 4,40m. Elle correspond à la nappe phréatique de Skhira (Log litho stratigraphique en annexe).

Sondage SC6

- Profondeur : 120 m
- Niveau statique : artésien 4l/s

- Lithologie :
 - **sables du toit** : 1,30 m d'épaisseur en trois niveaux :
 - Premier niveau à - 5,40 m/TN de 0,30 m de puissance
 - Deuxième niveau à - 23,00 m /TN de 0,50 m de puissance
 - Troisième niveau à -26,50 m /TN de 0,50 m de puissance
 - **Sables du mur**: 25,50m d'épaisseur en quatre niveaux :
 - Premier niveau à - 75,20 m/TN de 3,45 m de puissance
 - Deuxième niveau à - 82,80 m /TN de 2,25 m de puissance
 - Troisième niveau à -89,70 m /TN de 3,50 m de puissance
 - Quatrième niveau à -102,10 m /TN de 16,30 m de puissance
 - Plusieurs niveaux intercalés limono-argileux et gypseux de 93.20 m de puissance

Ce sondage met en évidence l'existence d'un aquifère important de 16.30 m de sable fin à grossier à une profondeur de 102 m. Il s'agit de la nappe profonde de Sfax ; qui est artésienne à cet endroit avec un débit de 4l/s (Log litho stratigraphique en annexe).

Sondage SC9

- Profondeur : 60 m
- Niveau statique : 0 m (suintement très faible)
- Lithologie :
 - Trois niveaux de sables fins de 3,10 m de puissance totale situés :
 - Premier niveau à - 2,00 m/TN de 0,20 m de puissance
 - Deuxième niveau à - 8,50 m /TN de 1,90 m de puissance
 - Troisième niveau à -26,00 m /TN de 1,00 m de puissance
 - Plusieurs niveaux intercalés limono-argileux et gypseux de 57,00 m de puissance

Ce sondage a intercepté l'équivalent de l'aquifère de la nappe phréatique de Skhira marquée par sa faible épaisseur de 3 m de sables fins (Log litho stratigraphique en annexe).

b. Campagne de sondages 2007

Lors de la campagne de sondages 2007 réalisés par le GCT en vue d'étudier la géologie et la géotechnique (portance du sol) du site de mise en terril, trois sondages carottés et profonds de 30 m de profondeur ont été exécutés dans ledit site (Fig. 16).

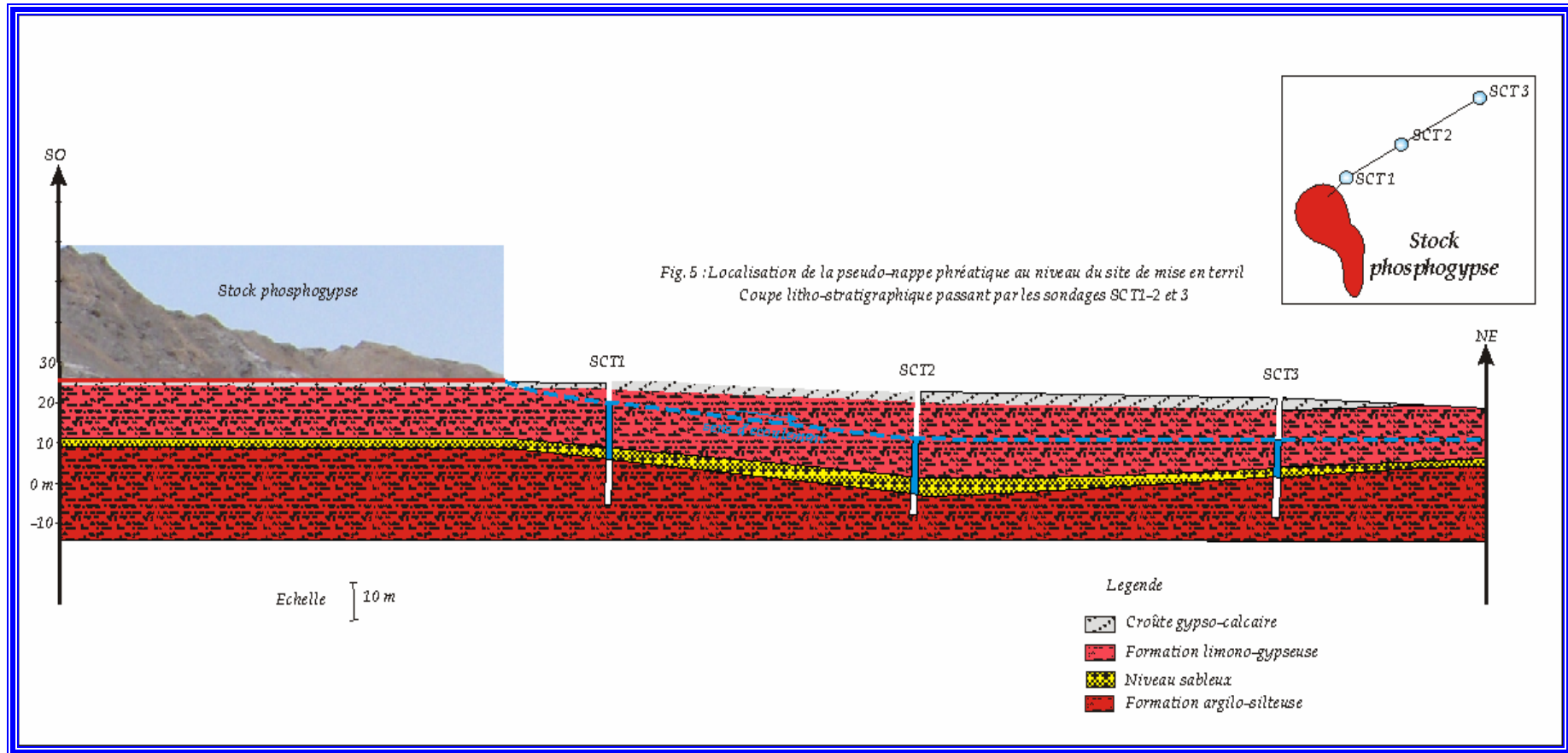


Figure 16161616: localisation de la pseudo-nappe phréatique

Sondage SCT 1 (Fig.16)

- Profondeur : 30 m
- Niveau statique : - 4.42 m
- Lithologie :
 - 15.80 m : formation limono-gypseuse légèrement argileuse chapotée par un **encroûtement gypso-carbonaté**.
 - 3.35 m : niveau de sables fins à moyens.
 - 10.85 m : formation argilo-limoneuse.

On note l'existence d'une nappe de faible importance eu égard à sa faible épaisseur et son faible débit spécifique ($Q_s = 0.059$ l/s).

Cet aquifère est protégé de la surface par 16 m de formation limono-gypseuse légèrement argileuse (Log litho stratigraphique en annexe).

On note encore l'apparition en surface d'un encroûtement gypso-carbonaté.

Sondage SCT2

- Profondeur : 30 m
- Niveau statique : - 11.19 m
- Lithologie :
 - 20.77m: formation limono-gypseuse légèrement argileuse chapotée par un important niveau **d'encroûtement calcaire de 74 cm**.
 - 3.80 m : Niveau de sables fins à moyens
 - 5.00 m : formation argilo-limoneuse

Le niveau de sables est couvert par 21 m de limon gypseux légèrement argileux chapoté par un encroûtement calcaire bien compact de 70 cm (Log litho stratigraphique en annexe).

Sondage SCT3

- Profondeur : 30 m
- Niveau statique : - 9.88 m
- Lithologie :
 - 17.55 m : formation limono- argileuse et gypseuse
 - 2.00 m : niveau de sables moyens
 - 10.45 m : formation limono- argileuse et gypseuse

Le niveau de sables est protégé par 18 m de limon argilo-gypseux. De plus, il est très réduit d'une épaisseur de 2 m (Log litho stratigraphique en annexe).

On conclut que les huit sondages carottés dont trois sondages de 30 m, trois sondages de 60 m , un sondage de 80 m et un sondage de 120 m ont confirmé l'existence d'une série d'aquifères en profondeur.

La nappe la plus importante, de 16.30 m de puissance, est située à plus de 100 m de profondeur. Cette nappe est protégée de la surface par un écran de plus de 93 m d'épaisseur constitué essentiellement d'une formation argilo- limoneuse et gypseuse. Il s'agit de la nappe profonde de Sfax logée dans le Miocène.

Une 2^{ème} nappe moins importante admettant une épaisseur de 3 à 3.5 m est située au toit de cette série miocène à une profondeur de 60 à 75 m. Il s'agit peut être de la nappe semi profonde de Sfax (M. Ben Marzouk, 2007).

Au niveau du site de la décharge du phosphogypse dans la formation quaternaire, les trois sondages carottés ont permis de mettre en évidence la présence d'une pseudo nappe phréatique discontinue, médiocre et de faible épaisseur (2 à 3.80 m) protégée par un écran de 16 à 21 m de limon argilo-gypseux.

Il est à noter l'existence d'un encroûtement calcaire ou gypso-carbonaté de 70 cm d'épaisseur à la surface du sol du site de mise en terril

7.3.2.2 Hydrogéologie locale

a) Extension de la nappe phréatique

Les travaux du CRDA-DRE de Sfax ont défini la nappe phréatique de Skhira en tant qu'un système aquifère multicouche qui a été qualifié surtout de lenticulaire par SGF-INC 2005.

D'après M. Ben Marzouk (1998) et le SGF-INC (2005), cette nappe est logée dans quatre niveaux de sables argileux parfois riches en gravier (piézo.Skhira n° 19.154/5) situé aux profondeurs suivantes :

1^{er} niveau -12 à -15 m/TN

2^{ème} niveau -17 à -20,5 m/TN

3^{ème} niveau -22,3 à -27,5 m/TN

4^{ème} niveau -30 à -40 m/TN

L'épaisseur cumulée de ces quatre niveaux sableux constituant la nappe phréatique est de 21,7m.

Les sondages carottés du GCT (SCT1 - SCT2 et SCT3, GCT 2007) ont confirmé l'existence de cette nappe phréatique au site de la décharge de phosphogypse sous forme lenticulaire. Ses épaisseurs faibles, respectivement 3,35 m au SCT1, 3,80 m au SCT2 devenant encore plus faible vers l'Est au SCT3 avec 2m seulement de sables (voir Fig. 17 coupes litho-stratigraphiques des sondages carottés du site juin 2007)

Cet aquifère unique est protégé par un écran de 16 à 21 m de limons légèrement argileux et gypseux et d'un encroûtement calcaire ou gypso-calcaire de 70 cm d'épaisseur.

L'examen des sondages carottés de TIFERT (SC1-3-5-6 et 9, 2006) a confirmé l'existence de cette pseudo nappe lenticulaire. Elle est en voie de « disparition » par son allure effilée et/ou lenticulaire et son épaisseur très réduite atteignant 30 cm voire 20 cm respectivement aux sondages SC6 et SC9. Le remplissage couvrant cet aquifère est de faible épaisseur fluctuant de 2 à 11,3 m seulement.

Ces sondages ont révélé la présence des deux autres niveaux aquifères sableux en biseau de très faible épaisseur de 40 à 100 cm. Ces deux aquifères disparaissent vers le Sud au niveau des sondages SC1-3 et 5.

Le sondage SC6 et secondairement le SC3 d'une profondeur respectivement 80 m et 120 m ont mis en évidence la présence d'une nappe assez profonde (-75m/TN) multicouche logée dans quatre niveaux sableux en l'occurrence:

1^{er} niveau 3,45m à la profondeur 75,20 m

2^{ème} niveau 2,25 m à la profondeur 82,80 m

3^{ème} niveau 3,50 m à la profondeur 89,70 m

4^{ème} niveau 16,30 m à la profondeur 102,10 m

L'épaisseur de cette nappe est très importante, elle est évaluée à 25,50 m. Les trois premiers niveaux sableux rencontrés sont éventuellement attribués selon M.Ben Marzouk à la nappe semi profonde de Sfax actuellement en cours d'étude et mise en évidence par la DRE de Sfax (Fig.8).

Le quatrième niveau sableux est attribué à la nappe profonde de Sfax (Miocène).

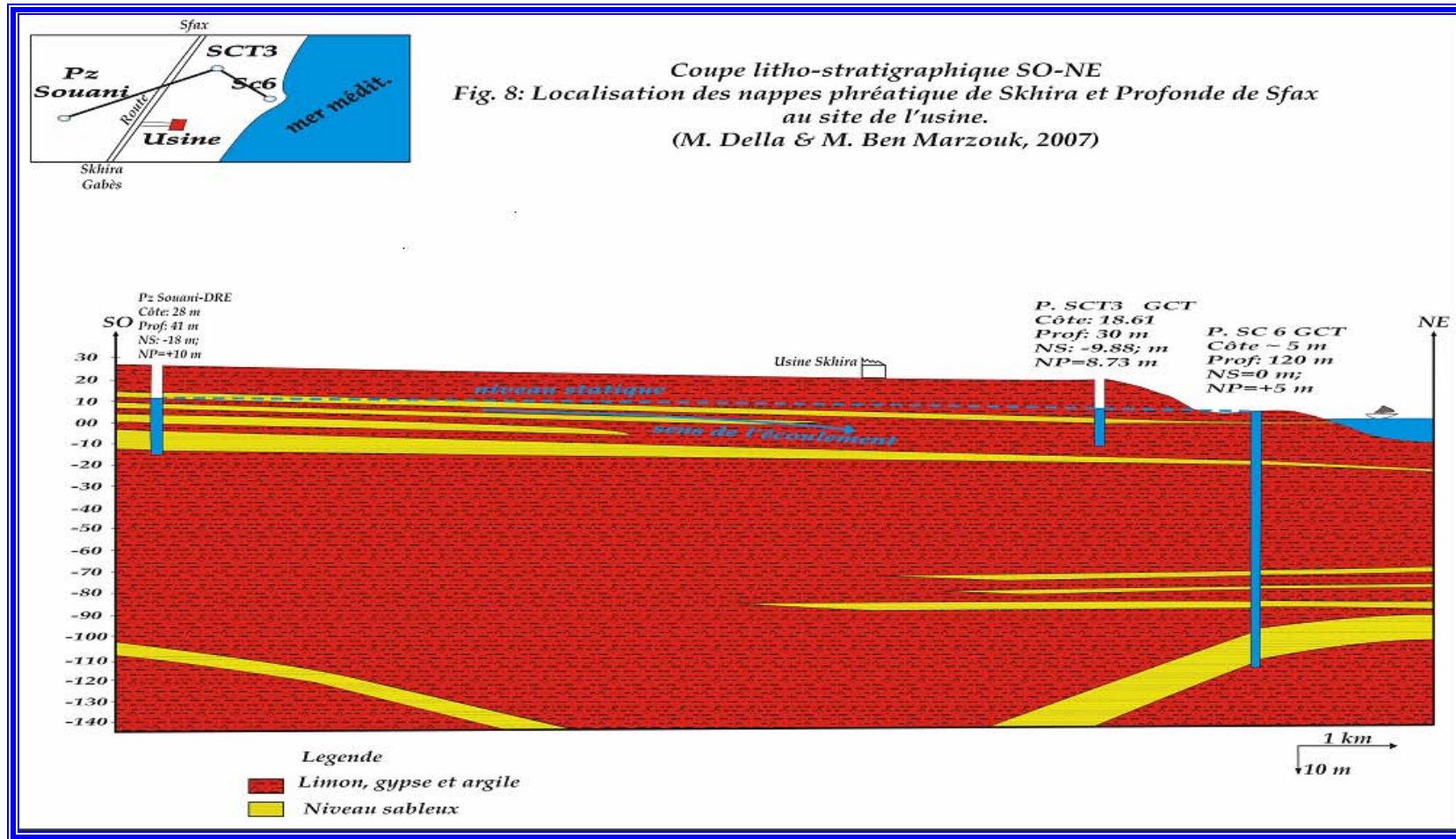


Figure 17171717 : Coupe stratigraphique de la pseudo-nappe phréatique f

Cette nappe profonde est bien protégée par l'écran de 70 m de formation argilo-limoneuse et gypseuse.

En conclusion, la nappe phréatique principale de Skhira qui est située à une faible profondeur -12 m/TN est exploitée à l'Ouest par les agriculteurs dans les zones agricoles de Souani-Sbih-Jerouala et Hamada et est formée par 4 niveaux sableux de 21,70 m d'épaisseur.

Au niveau de l'usine, la nappe phréatique de Skhira est très réduite et ne présente qu'un seul niveau aquifère (Monocouche).

Le niveau sableux lenticulaire d'une épaisseur moyenne de 3 m ne représente qu'un filon de sable qui s'effile à l'Est pour atteindre 20 cm aux sondages du littoral. Dans ce niveau sableux lenticulaire loge une pseudo-nappe sous le site de la Tabia actuelle de phosphogypse.

A son tour, cette pseudo-nappe est de même protégée par un écran d'une vingtaine de mètres de limons légèrement argileux et gypseux avec au sommet un encroûtement calcaire ou gypso-calcaire.

La nappe rencontrée au littoral à l'Est du site de mise en terribil à un niveau plus profond à -75 m/TN avec une épaisseur cumulée de 25,50 m est attribuée à la nappe profonde de Sfax. Elle est bien protégée par un écran de 75m à 93m d'épaisseur et constituée essentiellement d'une formation argilo-limoneuse et gypseuse. Cette nappe est attribuable à la nappe profonde de Sfax.

b) Etude hydrogéologique de la pseudo- nappe

L'étude hydrogéologique de cette pseudo nappe phréatique lenticulaire a été réalisée moyennant quatre sondages reconvertis en piézomètres de 30 m de profondeur chacun à savoir : SCT1-SCT2-SCT3 et SPT2.

Ces quatre piézomètres ont été soumis à des essais Lefranc en vue de déterminer la perméabilité in situ à différents niveaux.

Des essais de débit ont été effectués sur les quatre piézomètres afin de déterminer le débit spécifique de cette pseudo nappe.

Avant le pompage, les niveaux statiques ont été prélevés dans chaque piézomètre. Ces niveaux statiques nous ont permis d'établir une carte piézométrique.

c) Piézométrie

La carte piézométrique a été établie à partir de 17 piézomètres suivants :

- 13 piézomètres SP réalisés en 2003-2004 selon une croix dont les deux axes passent par le nouveau terribil de phosphogypse. Ces piézomètres ont été placés sur les quatre côtés du terribil et dans l'aire de l'usine même (SP3).
- Quatre piézomètres SCT1-SCT2-SCT3 et SPT 2 ont été réalisés au Nord-Est du terribil juste au niveau de l'aire d'extension du site de la décharge.

Les résultats de la campagne de prélèvement des niveaux statiques ainsi que les côtes topographiques et le niveau piézométrique sont consignés dans le tableau suivant :

	Côte m	NS.m	NP.m	Date	Observation
SP1	27.95	2.30	25.65	Nov 2006	
SP2	26.80	3.81	23.0	Nov 2006	
SP3	31.6	3.84	27.76	Juillet 2005	Fermé – Abandonné
SP4	20.15	2.97	17.18	Juillet 2005	Fermé – Abandonné
SP5	20.62	5.93	14.79	Nov 2006	
SP6	16.55	5.82	10.73	Nov 2006	
SP7	16.10	3.76	12.34	Nov 2006	
SP8	18.04	8.20	9.84	Nov 2006	
SP9	15.55	7.62	7.93	Nov 2006	
SP10	13.00	7.63	5.37	Nov 2006	
SP11	11.85	8.3	3.55	Nov 2006	
SP12	11.15	1.88	9.27	Juillet 2005	Fermé – Abandonné
SP13	9.45	3.40	6.05	Juillet 2005	Fermé – Abandonné
SCT1	24.27	4.42	19.85	Juillet 2007	
SCT2	20.60	11.19	9.41	Juillet 2007	
SCT3	18.61	9.88	8.73	Juillet 2007	
SPT2	8.20	3.82	4.38	Juillet 2007	

La carte piézométrique (Fig. 18) obtenue de cette pseudo nappe montre trois particularités à savoir :

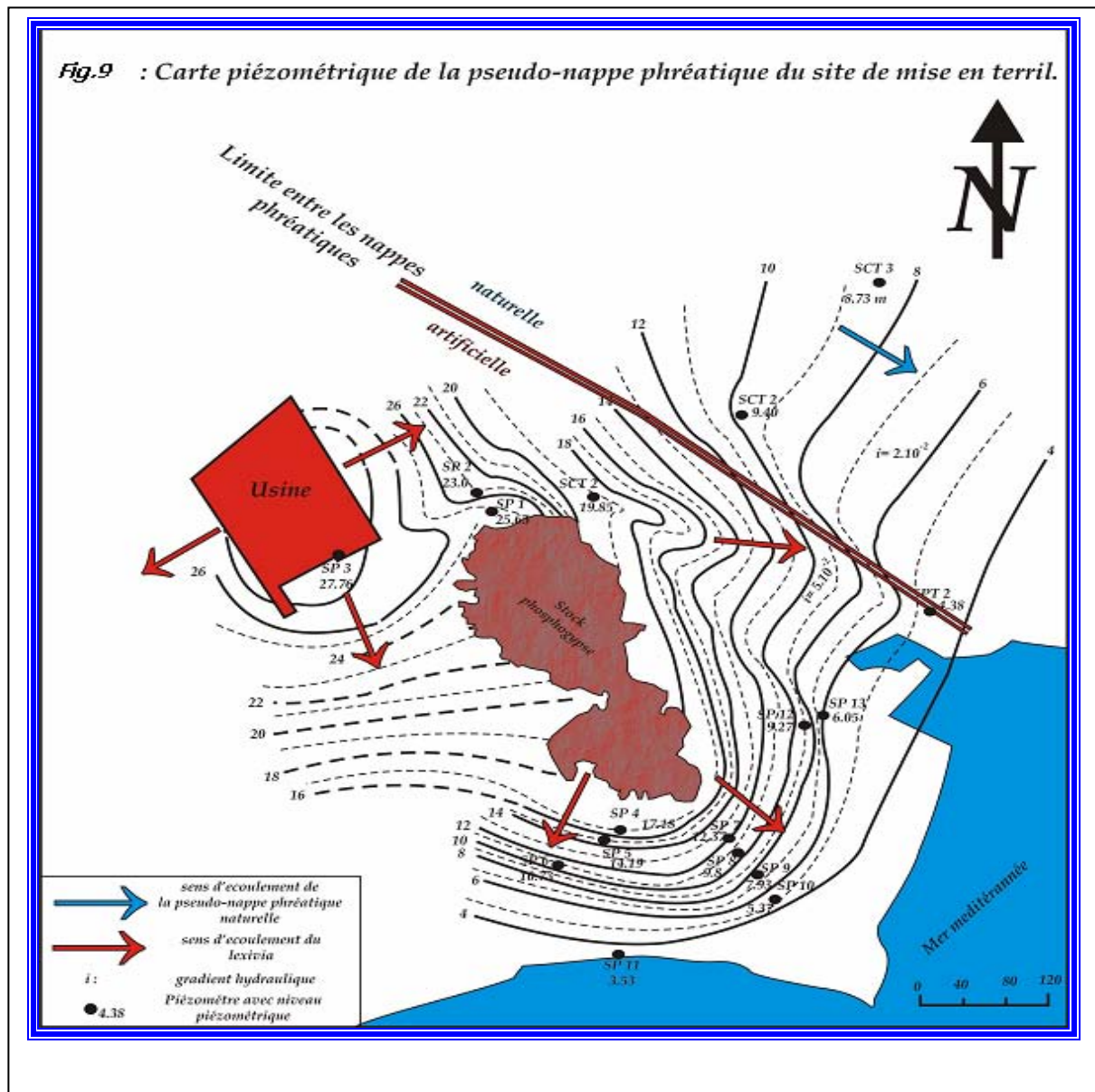


Figure 18181818: carte piézométrique

- Usine de GCT Skhira :

Au niveau de l'usine de Skhira, les courbes isopièzes sont de type concavité orientée vers l'amont (vers l'usine). Cela traduit un bombement général local de la surface libre qui met en évidence d'un écoulement souterrain des eaux provenant de l'usine vers le Nord et l'Ouest du terril.

- Tabia existante de phosphogypse :

Au niveau de la tabia de phosphogypse, les courbes isopièzes contournent l'aire de mise en terril, elles sont du type à concavité orientée vers l'amont (vers la tabia). Cela traduit un écoulement d'eau divergeant de la tabia vers tous les sens mais avec un sens principal résultant vers le littoral.

On note que les isopièzes sont très serrés au pied de la tabia puis elles deviennent plus espacées à l'aval, cela traduit l'impact du lixiviat sur le sol qui « s'imperméabilise » à proximité de la tabia.

- Zone de la future décharge de phosphogypse

Au niveau de l'aire d'extension au Nord-Est de tabia où sont localisés les piézomètres SCT2 et SCT 3, les courbes isopièzes prennent une autre allure et deviennent parallèles et très espacées.

Les sens d'écoulement sont du Nord-Ouest vers le Sud-Est, c'est le sens principal de la nappe phréatique de Skhira.

d) Caractéristiques de la pseudo-nappe

Les caractéristiques hydrogéologiques de la pseudo-nappe lenticulaire au site de mise en terril permettent d'évaluer l'importance de son aquifère.

Gradient hydraulique

Les gradients hydrauliques calculés à partir de la carte piézométrique sont variables selon la distance à partir de la tabia :

- Au pied de la tabia les gradients hydrauliques sont importants. Ils fluctuent entre 5.10^{-2} et 12.10^{-2} .
- A l'Est de la tabia, en dehors de l'écoulement souterrain du lixiviat, le gradient devient faible. Il est de l'ordre de 2.10^{-2} .

Perméabilité

Des essais Lefranc ont été réalisés dans les sondages carottés SCT1-SCT2 et SCT3 et dans le sondage pressiométrique SPT2 lors de la campagne de reconnaissance géologique et géotechnique (GETU, Juin-Juillet 2007)

Les résultats de ces essais sont portés sur le tableau suivant :

Piézomètre	Profondeur (m)	Lithologie	Perméabilité m/s
SCT 1	3.00 à 3.60	Croûte gypseuse	$1.52 \cdot 10^{-6}$
	8.80 à 9.40	Silt gypseux	$1.68 \cdot 10^{-6}$
	16.20 à 16.80	Sables fins	$1.00 \cdot 10^{-5}$
	21.30 à 21.90	Argile limoneuse	$6.66 \cdot 10^{-7}$
SCT2	3.00 à 3.60	Croûte gypseuse	$1.65 \cdot 10^{-6}$
	9.00 à 9.60	Croûte gypseuse	$9.69 \cdot 10^{-7}$
	15.30 à 15.90	limon gypseux	$3.37 \cdot 10^{-7}$
	21.20 à 21.80	Sables fins	$6.68 \cdot 10^{-6}$
SCT3	2.70 à 3.30	Croûte gypseuse	$6.58 \cdot 10^{-7}$
	8.60 à 9.20	Croûte gypseuse	$4.76 \cdot 10^{-7}$
	15.00 à 15.60	limon sableux	$1.51 \cdot 10^{-6}$
	18.00 à 18.60	Sables moyens	$3.53 \cdot 10^{-6}$

Les résultats des essais Lefranc des niveaux sableux donnent des coefficients hydrauliques verticaux fluctuant entre 10^{-6} à 10^{-7} m/s ce qui qualifie les sables en tant que matériaux peu à moyennement perméables correspondant aux sables très fins et argileux.

Le remplissage fin limono-argileux et gypseux est moins perméable. Ses coefficients hydrauliques verticaux fluctuent entre 10^{-7} et 10^{-8} m/s.

Par ailleurs, l'interaction lixiviat - sol carbonaté engendre une ' imperméabilisation ' certaine de la croûte carbonatée et la formation d'un premier écran de contact étanche contre les infiltrations du lixiviat.

Ce phénomène d'imperméabilisation a été étudié à l'INRS (E.Srasra, M.Della . Octobre 2005) sur un échantillon franchement carbonaté 83 % et légèrement quartzeux et smectitique.

Les résultats des essais de perméabilité à l'eau et au lixiviat sont portés sur le tableau suivant:

	Perméabilité à l'eau m/s	Perméabilité au lixiviat m/s	Durée en J de l'essai	Facteur de l'imperméabilisation	Taux de carbonates
PP14J1-2	$5.56 \cdot 10^{-10}$	$1.25 \cdot 10^{-10}$	440	4x	83 %

A la fin de l'essai de perméabilité au lixiviat, l'échantillon a été étudié au microscope électronique à balayage MEB et aux diffractions des rayons X.

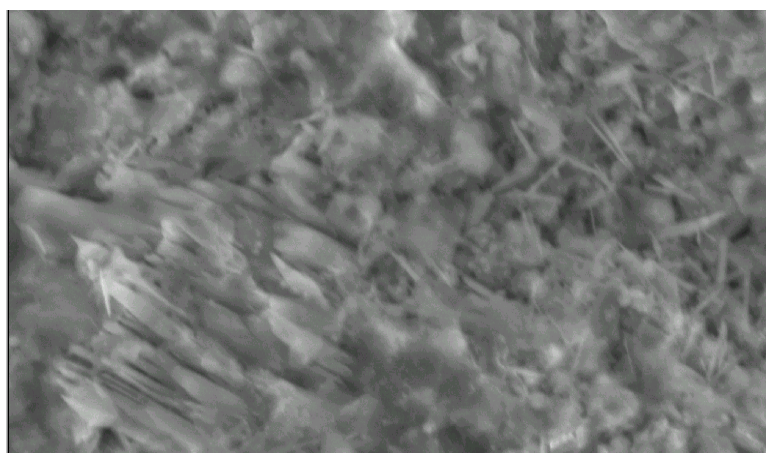


Figure 19191919 : Photo MEB de l'échantillon 14i1-2 intermédiaire

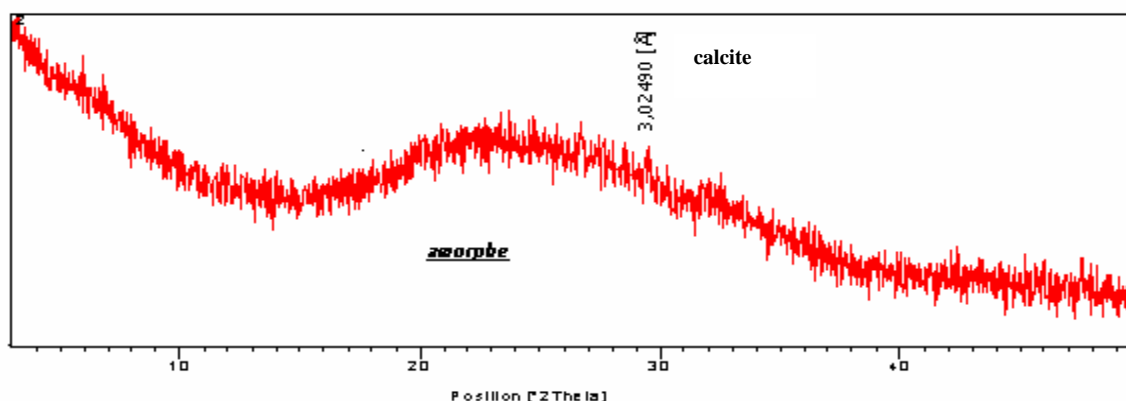
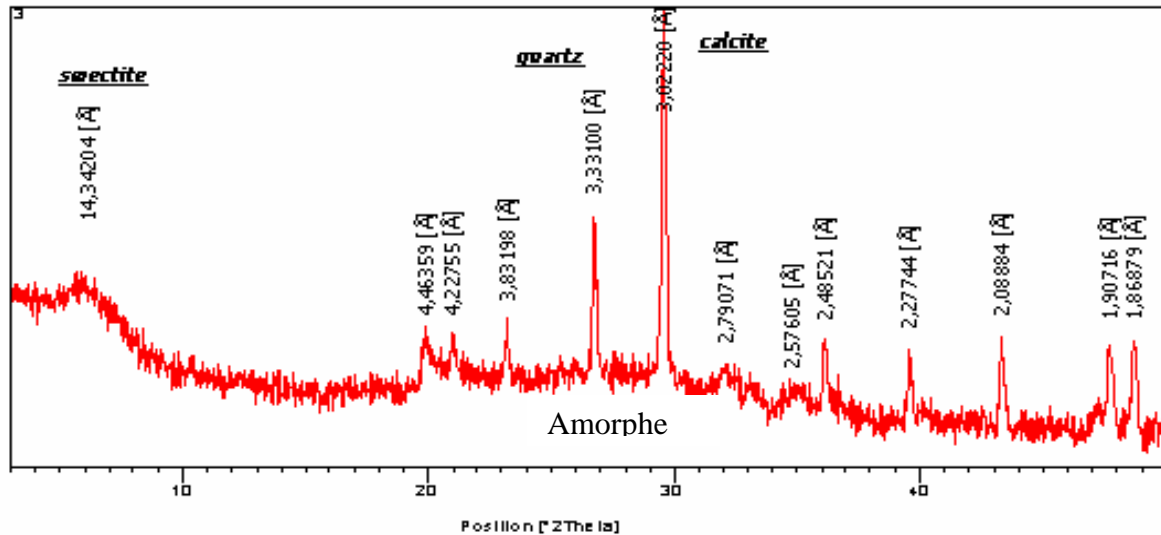


Figure 20202020 : Diffractogramme RX de l'échantillon 14j1-2 intermédiaire

Cette étude a montré que seule la première pellicule de contact directe avec l'eau gypseuse, de 5 mm d'épaisseur, a été attaquée par le lixiviat.

L'attaque est totale pour la calcite, le quartz et la smectite avec apparition d'un gel amorphe. Ce gel amorphe est responsable du colmatage du vide et de l'imperméabilisation du substratum du terril.

En dessous des cinq premiers centimètres, la roche est intacte comme le montre le spectrogramme des rayons X dont les pics représentatifs des minéraux sont nets.



Vitesse d'écoulement

La vitesse d'écoulement est déterminée par la loi expérimentale de Darcy. Elle est le résultat du produit du coefficient de perméabilité K de la formation et du gradient hydraulique :

$$V = k \cdot i$$

$$K = 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$i = 6 \cdot 10^{-2} \text{ (moyenne de trois valeurs)}$$

La vitesse d'écoulement souterrain des eaux est de $6 \cdot 10^{-8}$ m/s

2 m/an

Cette vitesse étant faible, elle indique que les eaux de la pseudo-nappe phréatique sont quasi-statiques à confinées.

Débit de pompage

Après développement à l'air lift, les quatre piézomètres ont été soumis à des essais de débit avec une pompe immergée. Les résultats de pompage sont portés sur le tableau suivant :

Piézomètres	SCT1	SCT2	SCT3	SPT2
Epaisseur du niveau sableux m	3.35	3.80	2.00	
Q l/m	0.68	0.68	0.52	0.75
Δ m	12.36	1.50	13.74	3.58
Qs l/s/m	0.059	0.45	0.038	0.21

Les débits de pompage de piézomètres fluctuant entre 0,52 à 0,75 l/s indiquent que le débit de la pseudo-nappe est insignifiant vu que l'épaisseur du niveau sableux est de 2 à 3,80 m d'épaisseur et que sa granulométrie est fine.

A l'exception du piézomètre SCT2 dont le Q_s est appréciable (0,45 l/s/m) avec un niveau sableux appréciable de 3,80 m, les autres débits spécifiques sont très faibles (0,21 l/s/m au SPT2) à insignifiants (0,038 l/s/m au SCT3).

L'examen des débits de pompage et des débits spécifiques permet de juger la quasi-imperméabilité de cette pseudo-nappe qui ne peut alimenter un forage de surface avec un débit appréciable.

7.3.2.3 Nature chimique de la nappe phréatique de Skhira

L'examen de la carte de salinité de 2002 [Fig.21(SGF-INC+DRE Sfax)] établie lors de l'inventaire des puits de surface montre que les zones présentant des salinités comprises entre 3 et 4 g/l se situent au niveau de Sbih et Souani Sidi M'hadheb. Par ailleurs, la salinité augmente en se dirigeant vers le Sud de Sbih et au Nord de Souani Sidi M'hadheb où elles atteignent des valeurs de 8g/l avec une allure générale qui augmente de l'Ouest vers l'Est où elle atteint le maximum le long de la côte.

Selon les experts italiens SGF-INC et le DRE de Sfax (Mars 2005, page 31) :

« L'augmentation du gradient de salinité de l'amont vers l'aval est le résultat du parcours des eaux qui se chargent en sel au contact des terrains traversés, surtout que la région se caractérise par un climat aride et semi aride et par des précipitations rares. De même le démantèlement des croûtes de gypse, qui se fait à l'occasion de l'écoulement en surface dans le réseau hydrographique a pour effet de dissoudre le gypse. Ceci occasionne un déséquilibre chimique... »

L'usine et l'aire de décharge de phosphogypse sont implantées dans la zone dont la pseudo-nappe phréatique est la plus saumâtre

Onze piézomètres de surveillance ont été réalisés dans cette zone, et des contrôles continus et réguliers de la nappe sont effectués par le laboratoire de l'usine GCT SKHIRA.(voir fig 15)

Les contrôles concernent la mesure du niveau piézométrique de la nappe et du pH ainsi que les analyses des paramètres suivants : P2O5 et Fluor.

Les analyses sont effectuées par les méthodes suivantes :

- pH-métrie pour la mesure de pH
- Fluor, par électrode spécifique au Fluor
- Phosphore par spectrophotométrie

Les prélèvements sont effectués une fois par mois ;

Les résultats des analyses permettent de confirmer l'absence de contact entre le lixiviat et la pseudo nappe.

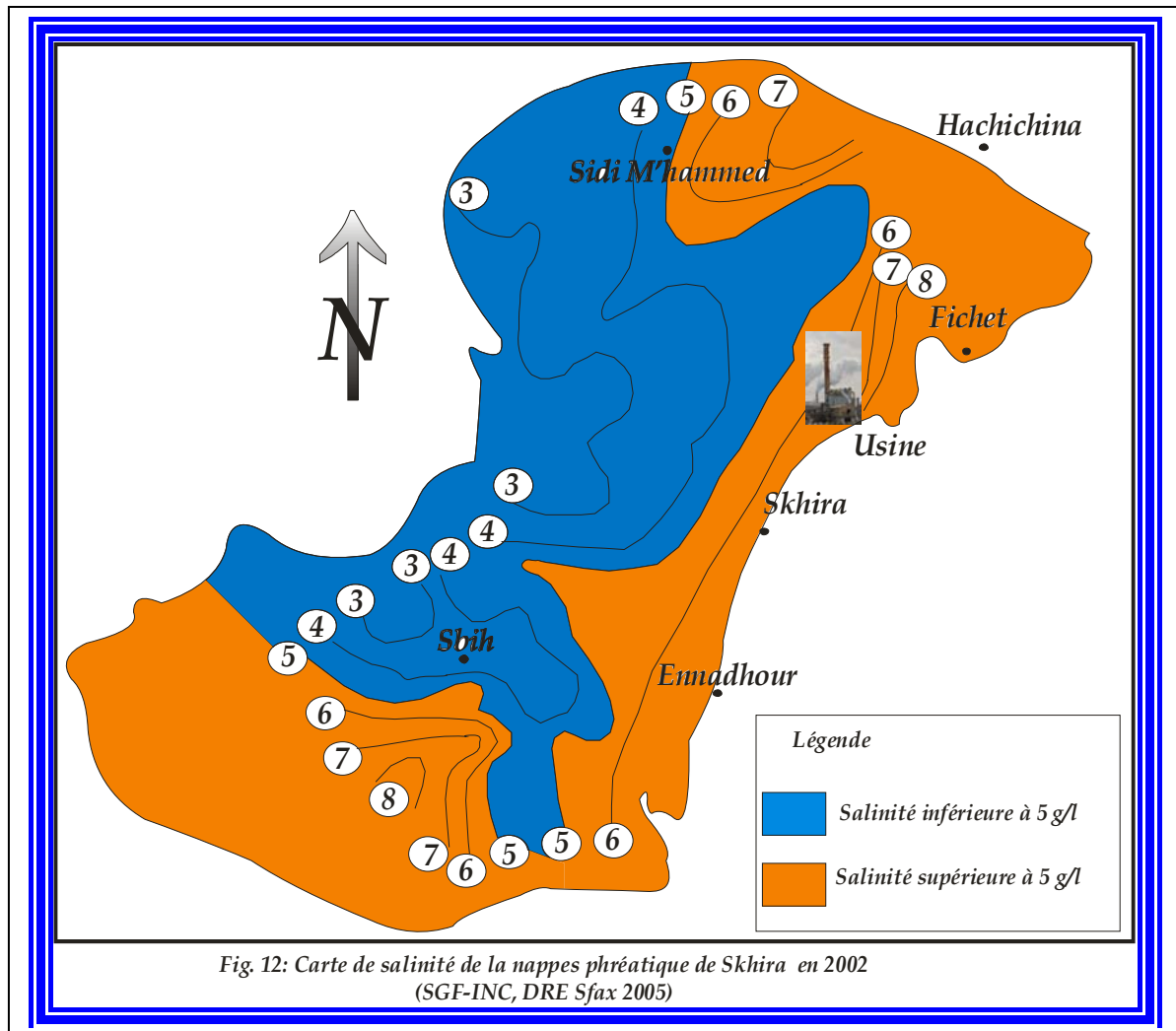


Figure 21212121 : carte de salinité de la nappe phréatique de Skhira en 2002

7.3.2.4 CONCLUSION

Les huit sondages carottés dont trois sondages de 30 m , trois sondages de 60 m , un sondage de 80 m et un sondage de 120 m ont confirmé l'existence d'un aquifère multicouche en profondeur logés au niveau du Mio-pliocène et Quaternaire. Ils ont permis d'identifier:

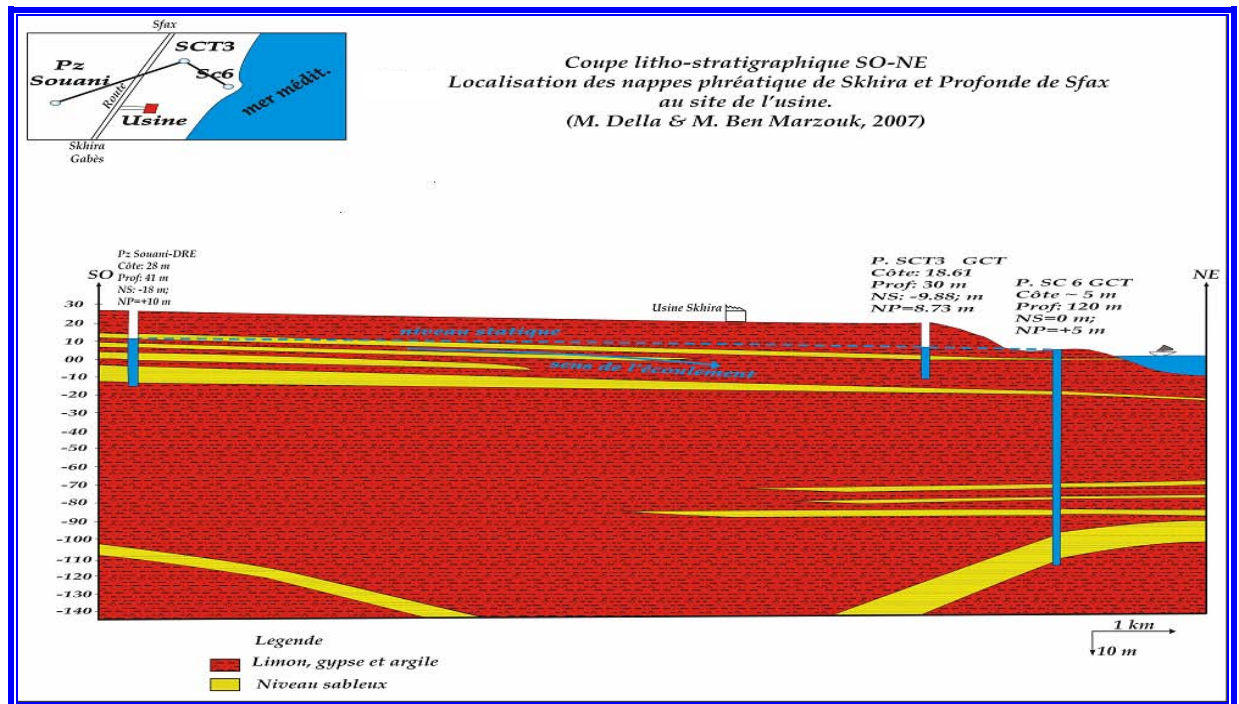
Géologie du site

- Au niveau du site de mise en terri, les trois sondages carottés ont mis en évidence dans la formation quaternaire, la présence d'une pseudo nappe phréatique lenticulaire de faible épaisseur (2 à 3.80 m) voire de très faible épaisseur centimétrique (20cm) au littoral à L'Est du site. Cette pseudo nappe phréatique est protégée de la surface par un écran de limon argileux et gypseux de 16 à 21 m d'épaisseur. Elle est inexploitée par les agriculteurs pour son faible débit et sa forte salinité.

Cette pseudo nappe phréatique correspond à la continuité réduite de la nappe phréatique de Skhira peu profonde (-12m/TN) et constituée de quatre niveaux aquifères d'une épaisseur cumulée de 21.70m.

Cette nappe phréatique bien développée est surexploitée à l'Ouest par les agriculteurs des zones agricoles de Souani-Sbih-Jerouala et Hamada pour son débit meilleurs et sa faible salinité.

- La nappe principale, de 16.30 m de puissance, est située à une profondeur importante de 102 m .au niveau du littoral et est plus profonde au niveau du site de l'ordre de 200 m (forage Skhira K4) Cette nappe est protégée par un écran de 93.20 m d'épaisseur au niveau du littoral, et par un écran de 200m au niveau du site, constitué essentiellement d'une formation argilo-limoneuse et gypseuse. Cette nappe est attribuée par la DRE de Sfax à la nappe profonde du Miocène.



- Une 2^{ème} nappe moins importante de 2.90 à 3.45 m d'épaisseur est située au toit de cette série Miocène à une profondeur de 61 à 75 m. Cette nappe est attribuée par la DRE à la nappe semi profonde de Sfax.
- De plus, il est à noter l'existence d'un encroûtement calcaire ou gypso-carbonaté bien compact qui couvre la surface du site de décharge sur une épaisseur allant jusqu'à 1,50 m.
- La lithologie est fine dans les couches de surface; elle est constituée essentiellement de limon gypseux et argileux. En profondeur la lithologie devient encore plus fine avec l'apparition des argiles limoneuses et gypseuses.

Hydrogéologie du site

- Le remplissage fin limono-argileux et gypseux est peu perméable. Ses coefficients hydrauliques verticaux sont de l'ordre de 10^{-8} m/s.
Par ailleurs, l'interaction lixiviat - sol carbonaté engendre un gel amorphe provoquant l'imperméabilisation certaine de la croûte carbonatée et la formation d'un premier écran de contact étanche contre les infiltrations du lixiviat.

- Le sens d'écoulement est du Nord-Ouest vers le Sud-Est, c'est le sens principal de la nappe phréatique de Skhira. Le niveau sableux en biseau réduit à 20 cm d'épaisseur au littoral constitue un goulot d'étranglement à l'écoulement des eaux de cette pseudo nappe intacte vers l'exutoire naturel à savoir la mer.
- La vitesse de l'écoulement des eaux souterraines est estimée à 2 m/an. Cette vitesse étant faible, elle indique que les eaux de la pseudo-nappe phréatique sont quasi-statiques à confinées.
- Le rayon d'action (portée) des infiltrations latérales des eaux souterraines gypseuses ne dépasse pas les 200 m dans le sens de l'écoulement Nord-Ouest / Sud-Est. Cette eau reste piégée localement au site de décharge.
- L'examen des débits spécifiques des piézomètres permet de juger la faiblesse de cette pseudo-nappe qui ne peut alimenter un puits de surface avec un débit appréciable. A l'exception du piézomètre SCT2 dont le Qs est moyen (0,45 l/s/m)

Géochimie des eaux

- D'après la carte de minéralisation de 2002 (SGF-INC+DRE Sfax), les valeurs de salinité sont de l'ordre de 8g/l au niveau de l'aire de l'usine avec une tendance générale vers l'augmentation de l'Ouest vers l'Est où elle atteint le maximum le long de la côte.
- La qualité mesurée de la nappe montre qu'il n'y a pas de contact avec le lixiviat
- L'usine et l'aire de décharge de phosphogypse sont implantées dans la zone où la pseudo nappe est la plus saumâtre.

7.3.3 Ecologie et agriculture

7.3.3.1 Délimitation géographique du site concerné

Il est à signaler que pour ce site, le rayon d'action s'étend sur environ une dizaine de km. Ce rayon englobe ainsi la grande région de la Skhira, soit depuis le littoral méditerranéen, jusqu'au delà de la route GP1. Au niveau administratif, la zone couverte par l'étude, concerne essentiellement la délégation de la Skhira et une toute petite partie de la délégation de Ghraiba, qui font partie toutes les deux du Gouvernorat de Sfax. Au niveau démographique, ce site est érigé dans une zone très peu peuplée. La distance qui sépare la nouvelle unité prévue de la zone urbaine est d'environ 10km. Ceci constituera un atout en raison des possibilités de la dilution des polluants rejetés avant qu'ils n'atteignent les milieux urbanisés. Au sein de ce qui suit, on détaillera les caractéristiques du milieu écologique et du milieu agricole de cette zone potentiellement soumise à l'effet probable de la pollution chimique, susceptible de découler de la nouvelle unité de fabrication d'acide phosphorique.

7.3.3.2 Ecosystèmes naturels & Agrosystèmes cultivés

7.3.3.2.1 Faune et animaux sauvages

Les investigations de terrain ont permis de constater la quasi-absence des espèces animales à proximité des usines. Cette absence est à priori due à la forte activité et présence humaine que connaît depuis plusieurs années ce secteur. En outre, sachant que la végétation naturelle se présente sous un faible couvert et surtout en strate basse, il s'en suit une faune peu importante, quoique diversifiée. Toutefois, bien que lors des investigations de terrain, on n'a pas observé d'espèces animales, on pense que parmi les catégories d'espèces animales présentes dans cette zone on peut trouver les catégories d'animaux suivants :

* l'ornithofaune : Cette zone est généralement fréquentée par les espèces d'oiseaux globalement communes au reste de la Tunisie méridionale. En effet, à une dizaine de kilomètres du site, se trouvent les îles Kneiss qui constitue une réserve naturelle humide. Ces îles ont une réputation internationale quant à son importance pour les oiseaux. Environ 70% des oiseaux de Tunisie hivernent sur l'île de Kneiss., avec un effectif d'oiseaux hivernant susceptible d'excéder 100.000 individus. Parmi les principales espèces qui fréquentent l'île et dont les effectifs sont les plus élevés, on trouve Becasseau variable (*Calidris alpina*), uvier argenté (*Pluvialis squatarola*), courlis cendre (*Numenius arquata*). D'autres espèces, non communes à la méditerranée, viennent particulièrement durant la saison hivernale, et parmi lesquelles on cite : Becasseau maubèche (*Calidris canutus*), l'Huitrier pie (*Haematopus ostralegus*), Tournepier à collier (*Arenaria interpres*), et la Barge rousse (*Limosa lapponica*). En outre, plusieurs autres espèces hivernent sur l'île comme *Larus genei*, *L. argentatus*, *Tringa totanus*, *Sterna hirundo*, *Egretta garzetta*.

Il est enfin nécessaire de rappeler que cette région littorale représente un lieu de passage pour l'avifaune migratrice du et vers le Sahara. Hugdes et al.(1990) pensent qu'environ 1% de la population biogéographique passe ou hiverne sur les îles Kneiss, ce qui révèle vraiment sa grande importance biologique et l'intérêt scientifique que ce site pourrait pour la biodiversité

Une probable pollution pourrait engendrer la perturbation des oiseaux migrateurs, et menacer par conséquent cette biodiversité.

* les rongeurs : Les grandes espèces de rongeurs sont presque absentes de la région. Celles qui persistent encore, sont particulièrement représentés par les plus petites espèces comme le Goundi, la Gerboise, l'hérisson, la souris. Le lapin sauvage devient une espèce très rare dans

toute cette zone en raison de l'intense présence de l'homme. Les formations végétales des milieux salins constituent les endroits où pullulent les rongeurs, puisque les espèces halophiles, comme les *Salsola* et les *Suaeda*, constituent une excellente nourriture pour ces animaux. Ceci s'observe au niveau de toutes les formations végétales des milieux salins, qui existent dans la région de la skhira.

* les insectes : En général, dans la nature, les insectes sont les espèces les plus nombreuses parmi la faune terrestre. Il s'agit peut être de la fraction la plus importante de la faune du site. Ces espèces sont les plus nombreuses, puisque leur taille réduite contribue à leur refuge dans les trous et galeries du sol. Parmi les insectes, les arachnides seront très nombreux en raison de leur résistance vis-à-vis de la pollution atmosphérique et celle du sol. Le risque d'effet de la pollution sur ces êtres vivants est donc minime, voir même inexistant.

* les reptiles : comme les mammifères, les reptiles de la zone subissent à leur tour un processus de perturbation. Les grosses espèces de serpents se sont raréfiées. En saison hivernale, la présence de reptiles est rare. Par contre, durant la période chaude, quelques individus, notamment les colubridés, se réfugient sous les touffes des végétaux. Au sein des vipéridés, très occasionnellement, on aperçoit la vipère à corne. Cette espèce est réellement menacée d'extinction en raison de la pression humaine. Vue a virulence, cette vipère est tuée dès son apparition. Parfois, on suit ses traces jusqu'à son refuge, où elle est ensuite abattue.

7.3.3.2.2 *La végétation naturelle de la zone*

Dans la zone d'implantation du site de la future usine, le sol offre globalement une texture sablo-limoneuse, pauvre en azote, avec également l'abondance du gypse, sous forme de croûte et d'encroûtement. L'accroissement de la surface du milieu agricole, entraîne une régression des zones naturelles. Les endroits qui ne sont pas défrichés constituent aujourd'hui des parcours naturels des troupeaux de la zone. Il en résulte un phénomène de surpâturage, conduisant le plus souvent à la dégradation de la végétation naturelle.



Figure 22222222 : Vue Générale de la physionomie de la végétation du site

Le trait floristique général qui marque cette zone pourrait être résumé comme suit :

Associations végétales caractéristiques de la zone

Les groupements et associations végétales caractérisant la zone d'étude sont tout à fait caractéristiques des sols correspondants. On y trouve ainsi des espèces halophiles, qui

colonisent la partie littorale, et des espèces non halophiles, rencontrées dans les endroits non salins. Ces derniers sont par endroits caractérisés par l'affleurement à la surface du sol de la roche mère, ce qui donne au sol un aspect squelettique, inapproprié à l'installation de la végétation naturelle. Il en résulte ainsi l'apparition des espèces liées à la croûte et à l'encroûtement calcaire, gypseux et calcaro-gypseux.



Figure 23232323 : Caractéristiques squelettiques du sol du site

Dans toutes les situations, le couvert végétal est faible, puisqu'il ne dépasse pas 20% y compris dans les milieux salés, habituellement à fort couvert végétal. D'après l'inventaire floristique de la Tunisie du sud de la dorsale, cette zone comporte les groupements, les faciès et les associations végétales ci-après :

- 1-Association moyennement à fortement halophile (*Salicornia*, *Arthrocnemum*, *Halocnemum*)
- 2-Association à base de *Zygophyllum album* & *Anarrhinum brevifolium*
- 3-Sous-Association à *Erodium glaucophyllum* de l'association à *Artemisia herba –alba* & *arthrophytum scoparium*
- 4-Sous-Association à *Lygeum spartum* de l'Association à *Rhanterium suaveolens* & *Artemisia campestris*

Figure 24242424 : Lygeum spartum, espèce gypsophile très commune dans le sud du Tunisie



Concernant le milieu édaphique, ces associations végétales apparaissent soit sur sol gypseux, soit sur sol gypso-haloclin, milieux pédologiques très représentés en Tunisie du sud. Il faut en outre signaler que l'ensemble de ces Associations végétales existent aussi dans le reste de la zone aride tunisienne, et ne peuvent pas constituer des associations spécifiques à cette zone.

Concernant le milieu édaphique, ces associations végétales apparaissent soit sur sol gypseux, soit sur sol gypso-haloclin, milieux pédologiques très représentés en Tunisie du sud. Il faut en outre signaler que l'ensemble de ces Associations végétales existent aussi dans le reste de la zone aride tunisienne, et ne peuvent pas constituer des associations spécifiques à cette zone.

Capacités biogéniques du milieu

La végétation naturelle du site de la Skhira contribue sans aucun doute au maintien de l'équilibre écologique dans la zone. Par conséquent, elle joue plusieurs rôles, comme par exemple:

- le maintien de la biodiversité dans la zone,
- la garantie d'une certaine production pastorale, nécessaire aux troupeaux de la population locale.
- le développement de la faune qui colonise ces groupements végétaux,
- la fixation en place du sol et sa préservation contre l'érosion éolienne et hydrique, en particulier au niveau des escarpements qui apparaissent à l'ouest des unités du GCT.

A la lumière de l'ensemble de ces éléments, la végétation naturelle joue un rôle indéniable dans cette zone. Cependant, comme pour le reste de la zone aride, sa capacité biogénique reste très limitée en raison, d'une part de la précarité du climat, et d'autre part de la faible dynamique des espèces végétales ainsi que de la surexploitation par la pression anthropique.

En dépit de cette faible capacité biogénique, la végétation naturelle de cette zone est réputée par sa tolérance vis-à-vis de la pollution atmosphérique. Cette tolérance résulte du fait que toutes les espèces présentent une très faible surface foliaire, avec des feuilles enroulées ne favorisant pas l'accumulation d'agents polluants.

Aptitude de la productivité biologique du milieu naturel

Comme pour le reste de la zone aride tunisienne, le milieu naturel se caractérise généralement par une faible productivité biologique. En effet, sachant que la végétation naturelle rencontrée aux alentours du site d'étude est également à caractère halophile, gypsohaloclin, psammophile (végétation liée au sable) et squelettique, la productivité de ces milieux est basse et surtout étroitement liée à la pluviosité annuelle. Cette dernière est souvent faible (moyenne habituelle voisine de 180 mm/an). En outre, compte tenu du faible couvert végétal, la productivité biologique des groupements végétaux de tous ces milieux demeure très faible, en raison de la forte pression animale qui occasionne un phénomène de surpâturage, y compris au niveau des groupements végétaux salins.

En cas de pluviosité favorable, la productivité de cette végétation naturelle est accrue par l'émergence des thérophytes ou espèces annuelles. Toutefois, ces espèces ne présentent pas un intérêt écologique certain, en raison de la brièveté du cycle biologique des espèces en question. Sous bioclimat aride, comme celui du site d'étude, le cycle de vie des espèces annuelles n'excède généralement pas quelques semaines, depuis la germination des plantules jusqu'à la dissémination des semences dans le sol.

L'ensemble de ces considérations permettent de plaider en faveur d'une faible productivité biologique du milieu naturel environnant au site où sera érigée la nouvelle usine.

Liste des espèces présentes et leurs familles botaniques

Comme pour le reste de la zone aride, la végétation naturelle de la région de skhira est à caractère steppique. Elle constitue une steppe à base de Chaméphytes, et de ligneux bas, dont la hauteur n'excède pas quelques décimètres. Ces steppes sont exclusivement exploitées par

les ovins et les caprins (les camélidés étant absents de la zone). On souligne en effet, le profond impact du surpâturage. Il en résulte un très faible couvert végétal, n'excédant pas dans les meilleures situations 10% de la surface du sol. Les touffes des espèces végétales sont pour la plupart du temps dégradées avec parfois le dessèchement de l'individu.

Les observations effectuées sur le terrain révèlent que la majorité des espèces présentes sur ce site existent aussi par ailleurs, notamment sous bioclimat aride. C'est donc une végétation commune à l'ensemble des écosystèmes de la zone aride. Il faut aussi signaler que les espèces présentes dans cette zone sont indicatrices de la nature du substrat pédologique.

Les principales catégories d'espèces végétales rencontrées dans la zone d'implantation de la future usine sont :

- *les psammophytes (liées au sable)
- *les halophytes (liées au milieu salin)
- *les gypsophytes (liées au gypse)
- *les limonophytes (liées au limon)
- *les nitratophytes (liées à l'abondance du nitrate dans le sol)
- *les hygrophytes (liées aux endroits humides)
- *les phréatophytes (espèces ayant un enracinement apte à plonger dans la nappe)

Si la plupart des espèces présentes sont des pérennes, il faut signaler que les annuelles ont été rares lors de nos investigations de terrain. Ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'en été (époque des observations), les espèces annuelles ont pour la majorité bouclé leur cycle de vie et il n'en demeure que les pérennes. Dans le tableau qui suit, on présente la liste exhaustive de la plupart des espèces végétales naturelles, ainsi que leurs familles botaniques. Celles-ci sont classées par ordre alphabétique.

Taxon	Famille botanique
Anacyclis syrtolepidioides	Asteraceae
Anthemis pedunculata	«
Argyrolobium uniflorum	Leguminosae
Ajuga iva	Labiatae
Anacyclis clavatus	Asteraceae
Artemisia herba-alba	«
Asparagus albus	Liliaceae
Aeluropus littoralis	Poaceae
Agropyrum orientale	«
Asteriscus pygmaeus	Asteraceae
Artemisia campestris	Asteraceae
Atractylis flava	«
Anabasis oropediorum	Chénopodiaceae
Anthyllis henoniana	Léguminosae
Atractylis serratuloides	«
Arthrocnemum indicum	Chenopodiaceae
Atriplex halimus	«
Atriple . glauca	«
Atriplex inflata	«
Atriplex mollis	«
Bassia muricata	«
Bupleurum semicompositum	Umbelliferae
Callicotome villosa	Leguminosae
Centaurea dimorpha	Asteraceae
C. furfuracea	«
Cynara cardunculis	«
Cynodon dactylon	Poaceae
Cleome arabica	Cleomaceae
Cutandia dichotoma	Poaceae
C. divaricata	«
Carrichtera annua	Asteraceae
Centaurea nicaeensis	«
Coronilla scorpioides	Leguminosae
Echiochilon fruticosum	Boraginaceae
Eragrostis papposa	Poaceae
E. trichophora	«
Erodium malcoides	Geraniaceae
Eruca vesicaria	Brassicaceae
Eryngium ilicifolium	Umbelliferae
Frankenia. pulverilenta	Frankeniaceae
F. thymifolia	Frankeniaceae
Gymnocarpos decander	Caryophyllaceae
Hyparrhenia hirta	Poaceae
Halocnemum strobilaceum	Chenopodiaceae
Halopeplis amplexicaulis	«
Hammada scoparia	Chenopodiaceae
Hammada shmittiana	«
Helianthemum sessiliflorum	Cistaceae
Halumione portulacoides	Chenopodiaceae
Hordeum maritimum	Poaceae
Helianthemum hirtum	Cistaceae

H. kahiricum	«
Herniaria fontanesii	Caryophyllaceae
Launea residifolia	Asteraceae
Lotus creticus ssp citysioides	Leguminosae
Launea nidicaulis	Asteraceae
Lavandula multifida	Labiatae
Lycium arabicum	Solanaceae
Lepturus cylindricus	Poaceae
Limoniastrum monopetalum	Plumbaginaceae
Limonium pruinosum	«
Matthiola fruticulosa	Brassicaceae
Mesembryanthemum nodiflorum	Aizoaceae
Nerium oleander	Apocynaceae
Nicotiana glauca	Solanaceae
Noaea mucronata	Chenopodiaceae
Nitraria retusa	Zygophyllaceae
Ononis natrix	Leguminosae
Pituranthos chloranthus	Umbelliferae
Pituranthos tortuosus	Umbelliferae
Penisetum setaceum	Poaceae
Pennisetum dichotomum	«
<i>Polypogon monspeliense</i>	Poaceae
Plantago albicans	Plantaginaceae
Plantago ovata	«
Plantago coronopus	«
Polypogon maritimum	Poaceae
Rhanterium suaveolens	Asteraceae
Retam raetam	Leguminosae
Salsola villosa	Chenopodiaceae
Salvia aegyptiaca	Brassicaceae
Scorpiurus sulcatus	Labiatae
Salsola vermiculata	Chenopodiaceae
Scilla villosa	Liliaceae
Stipa parviflora	Poaceae
Stipa lagascae	«
Stipagrostis acutiflora	«
S. plumosa	Poaceae
Salicornia herbacea	Chenopodiaceae
Salsola sieberi	«
Suaeda maritima	«
Suaeda mollis	«
Traganum nudatum	«
Trigonella maritima	Leguminosae
T. monspeliensis	«
Thymus hirtus	Labiatae
Tamarix ahylla	Tamaricaceae
Thymelaea microphylla	Thmaeleaceae
Volutaria lippii	Asteraceae
Ziziphus lotus	Rhamnaceae



Figure 25252525 : *Hamada schmittiana*,
abondante au sud du pays

Figure 26262626 : *Hamada scoparia*,
espèce de dégradation, abondante dans
le site



le



Figure 27272727 : *Ephedra altissima*, espèce des
décombres se développant dans le site

7.3.3.2.3 *Foresterie et Sylviculture*

Dans la zone d'étude, la foresterie est quasi-absente. En effet, hormis la bande forestière à base d'Eucalyptus, artificiellement plantée au nord et au sud de la Skhira, il n'existe pas dans cette région de véritables plantations sylvicoles.

Cependant, au Sud Est de la localité de la Skhira, a été créée une plantation d'espèces forestières durant les dernières années par le service forestier du CRDA de Sfax, avec des jeunes plantations, en particulier d'Eucalyptus. Ce taxon exotique et introduit d'Australie a fait ses preuves de résistance vis-à-vis de la sécheresse et de la pollution atmosphérique.

En plus de l'Eucalyptus, on rencontre dans la zone et par endroit des plantations d'Acacia saligna = Acacia cyanophylla, exclusivement destinées à l'affouragement du bétail. Cette espèce est également adaptée à la pollution atmosphérique. Enfin, certaines plantations pastorales comportent des espèces comme Acacia ligulata et les Atriplex.

7.3.3.2.4 *Agrosystèmes et Ecosystèmes cultivés (agricoles)*

L'activité agricole pratiquée dans la zone limitrophe des unités du GCT est assez diversifiée. La culture de l'olivier en sec est la pratique la plus dominante dans toute cette zone. Elle constitue la première source de revenus de la population locale.

En dépit de l'intérêt économique de cette culture, les individus d'olivier rencontrés dans tout ce secteur présentent un état général moyen, ayant une productivité moyenne de 40 à 50 kg/arbre.

Parmi les autres cultures présentes dans cette zone, on rencontre la pratique de l'arboriculture en sec. Les cultures pratiquées sont : le figuier, la vigne, l'amandier, le pêcher, l'abricotier, le pommier. Les variétés utilisées sont des variétés communes à la région, adaptées au climat de la zone, et leur production est généralement faible. En plus de l'arboriculture fruitière, on y rencontre également les cultures irriguées à partir des puits de surface, où on pratique les cultures maraîchères et fourragères. Les cultures céréalières sont également pratiquées dans cette zone, avec en particulier la culture de l'orge en sec. Le rendement habituel de l'orge dans cette région est identique au reste de la zone aride, soit environ quelques quintaux à l'hectare.

Quoique la production agricole soit diversifiée, elle demeure dans tous les cas une agriculture familiale, occupant une place modeste au sein des revenus familiaux. Ce constat aurait pour origine, d'une part la mauvaise qualité productive des variétés cultivées (variétés locales), et d'autre part la sécheresse, assez fréquente, qui se traduit par une mauvaise productivité biologique des cultures pratiquées dans cette région. La place de l'agriculture au sein de l'économie familiale reste tout de même faible et l'essentiel des revenus proviennent des activités extra agricoles (parents émigrés, commerces, fonction publiques et privées et emplois au sein du GCT).

7.3.3.2.5 *Animaux domestiques*

Dans la zone environnante du site, les quelques familles installées à des distances variables des usines pratiquent un élevage de type familial. En effet, les habitudes et les traditions tunisiennes imposent à chaque famille de disposer de quelques têtes de bétail, comme support au revenu familial. La taille du troupeau est généralement petite et excède rarement une dizaine de têtes. Parmi les espèces rencontrées dans cette région, on cite principalement les ovins et les caprins, qui se nourrissent au détriment des steppes de la zone, ainsi que de la supplémentation.

En plus de ces espèces, on observe parfois quelques têtes d'équidés, servant comme animaux de trait et de transport. Les camélidés sont en revanche absents dans ce secteur, où l'agriculture est plutôt mécanisée. Concernant le petit élevage, les familles de la zone

disposent systématiquement de quelques animaux de basse cour, comme les volailles et rarement des lapins.

La pollution atmosphérique aurait probablement quelques effets sur cette faune domestique. Ces effets seraient soit directs par inhalation, soit indirects à travers l'ingestion des espèces végétales de la zone ayant accumulé des polluants.

7.3.4 Données sur la désertification

Actuellement, les caractéristiques écologiques du site de Skhira défavorisent un phénomène de désertification. Notamment, la nature pédologique du milieu ne se prête pas à l'érosion éolienne. Les édifices sableux sont généralement fixés par la végétation.

7.3.5 Zones fragiles : les îles Kneiss

Ces îles se situent à 15 km au Nord de la zone de projet.

Elles sont formées d'une île principale (El Bessila) qui a une superficie de 650 ha, et d'une rangée de trois petits îlots couvrant chacune 1 à 2 ha. La grande île se situe à 1,5 km de la terre ferme, et à marée basse, une grande partie de l'espace séparant l'île de la côte émerge de l'eau.

Toutes ces îles, plates et basses, sont bordées de plages sableuses où apparaissent, par endroits, des roches et galets.

Les îles Kneiss sont de petite taille mais possédant une zone intertidale très étendue. Cette zone est l'un des deux principaux sites (avec le lac Ichkeul) d'importance pour l'avifaune en Tunisie. La zone jouit d'un statut ASPIM (Aire Spécialement Protégée Intérêt Méditerranéen) et se trouve aujourd'hui menacée par la collecte des œufs et le développement.

Néanmoins, l'implantation du futur projet est assez éloignée de ces îles (15 km).

Les activités découlant de ce projet n'auront pas d'impact direct ou indirect sur ces îles.

7.3.6 Milieu marin

7.3.6.1 Données bibliographiques sur la partie est du golfe de Gabès

Les données bibliographiques concernant le golfe de Gabès sont nombreuses, car il présente un intérêt certain à de nombreux titres :

- de par son étendue,
- de par ses particularités courantologiques (zone des plus fortes marées méditerranéennes avec la zone vénitienne),
- de par son importance au niveau halieutique (zone de plus forte production pour l'ensemble des côtes tunisiennes)
- de par l'existence sur ses côtes de nombreuses unités industrielles potentiellement polluantes.

Il a, en conséquence, au fil des années, subi de fortes agressions qui se sont traduites par de profonds bouleversements de la vie marine au niveau :

- de la couverture végétale de la zone marine côtière dont la composition et, surtout, la répartition en profondeur, ont été très fortement modifiées
- des biocénoses animales qui ont subies de brutales transformations avec la diminution de l'abondance de nombreuses espèces d'intérêt économique majeur, au rang desquelles nous devons citer
 - la crevette royale
 - le poulpe
 - la palourde.

- l'apparition d'espèces nouvelles plus résistantes aux stress, d'origine exotique et, plus spécialement de mer Rouge dont l'impact économique peut être considéré comme non négligeable avec :
 - pour la végétation, la phanérogame *Halophila stipulosa*
 - pour la faune benthique
 - les crevettes *Trachypenaeus curvirostris* et *Metapenaeus monoceros*.
 - le bivalve *Fulvia fragilis*.

Le golfe a, de ce fait, été l'objet d'une attention particulière notamment auprès des instances internationales de surveillance de la qualité de la mer.

7.3.6.1.1 Nature des sols de la zone littorale



Figure 28282828 : carte de la nature des sols de la zone d'étude (d'après A. Hentati)

Partie terrestre (arrière pays)

- En jaune = sebkhas
- Traits verts = dépôts quaternaires à granulométrie fine
- Signes en v = croûte gypseuse
- En rouge = escarpement tectonique

Zone littorale terrestre

- Buissons bleus = côte basse marécageuse
- Grands triangles bleus = falaise
- Points bleus = côte basse sableuse

7.3.6.1.2 Géomorphologie

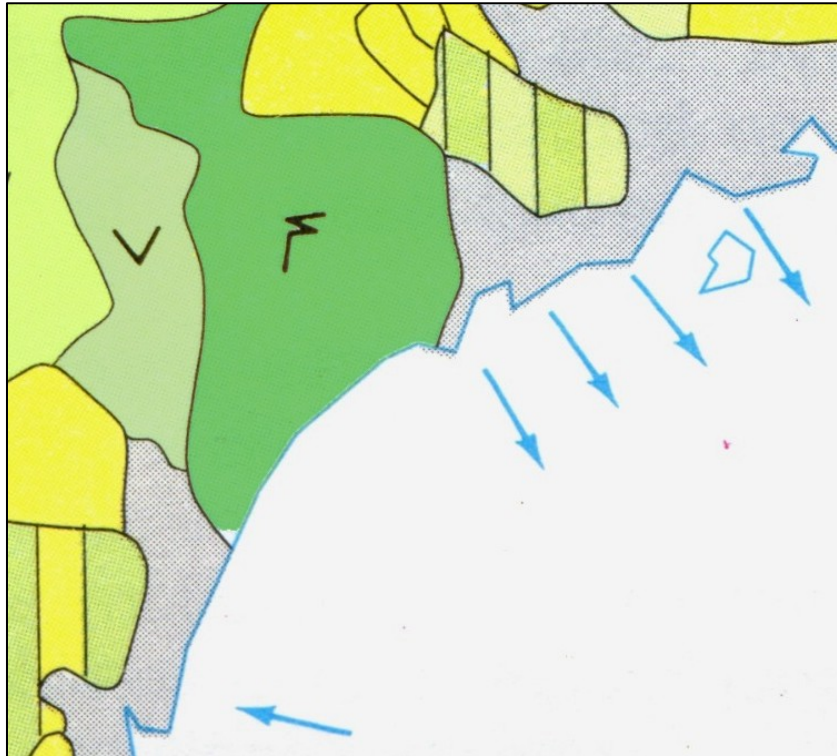


Figure 29292929 :
géomorphologie littorale
(d'après H.Sethom)

Zone terrestre

- *En bleu = faible stabilité des sols*
- *En vert foncé = zones d'incision fortes à ruissellements diffus et instables*
- *En vert moyen = ravinements localisés*
- *En vert clair = ravinements généralisés*
- *Bandes vertes = zones à ruissellements diffus et instables*
- *Bandes jaunes et vertes = zone de dynamique éolienne et de ruissellement diffus*
- *En jaune = zone de dynamique éolienne*

Zone littorale marine

- *Flèches dirigées vers le large = zone d'engraissement*
- *Flèches dirigées vers le continent = zone de démaigrissement*

Interprétation des données cartographiques

D'après la figure 22, la zone de la Skhira correspond

- Du côté du littoral terrestre, à une zone d'incisions à ruissellement diffus et instables dans sa partie nord et, dans sa partie sud, à une zone de sol instable
- Du côté du littoral marin, la côte est en voie de démaigrissement.

7.3.6.1.3 Hydrodynamique globale et nature de la côte

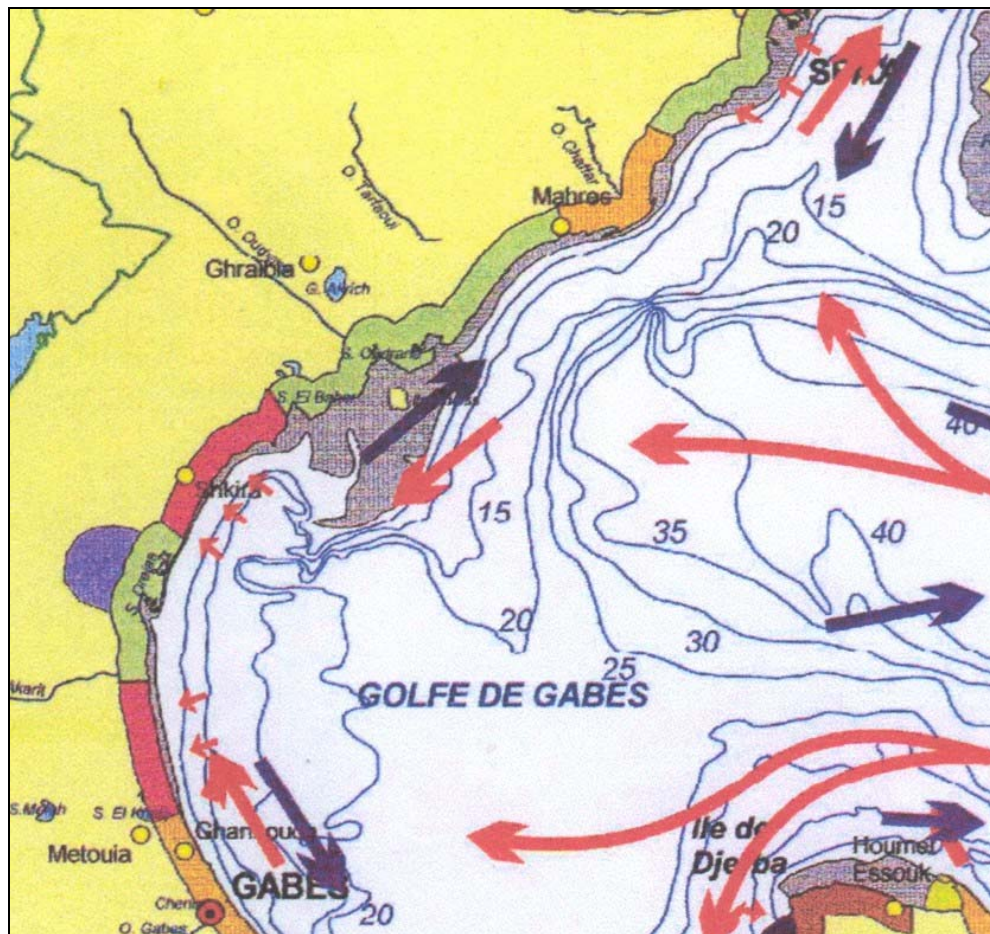


Figure 30303030 : golfe de Gabès, carte hydrodynamique (MEDD)

Circulation des eaux

- Grandes flèches rouges = flux (marée montante)
- Grandes flèches bleues = jusant (marée descendante)
- Petites flèches rouges = retrait de la côte (action érosive marine)

Formations littorales

- Orange = grandes plages sableuses
- Gris = très large estran
- Vert = côtes basse marécageuse
- Rouge = falaises

Interprétation des données cartographiques

D'après la figure 23, la zone de la Skhira correspond à une zone de falaises marquée par un retrait de la côte (érosion marine)

7.3.6.1.4 La bathymétrie

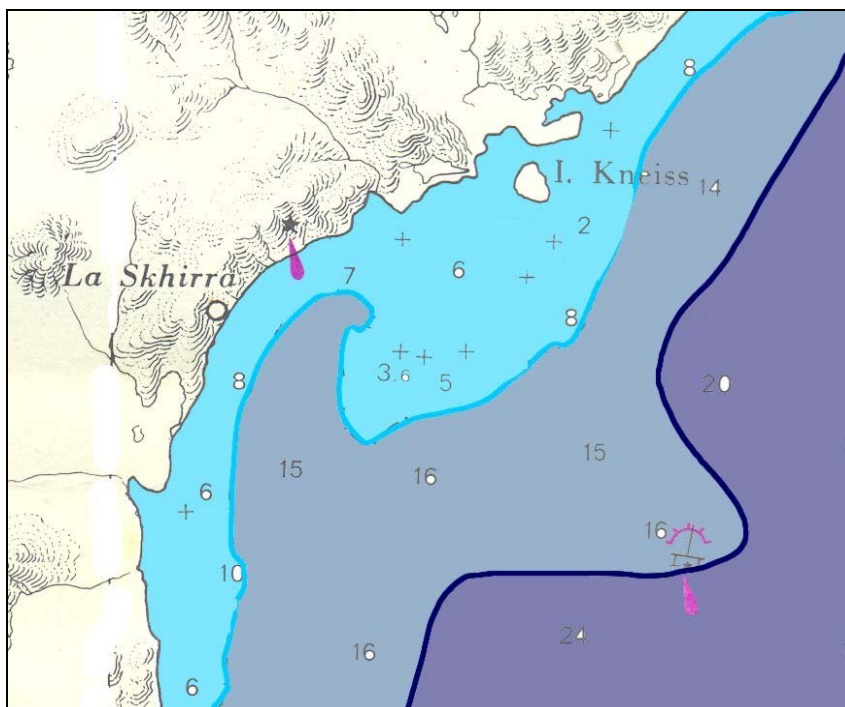


Figure 31313131 : bathymétrie de la zone d'étude - données datant du début du 20^e siècle (isobathes des 10 et 20 m).

7.3.6.1.5 La végétation marine

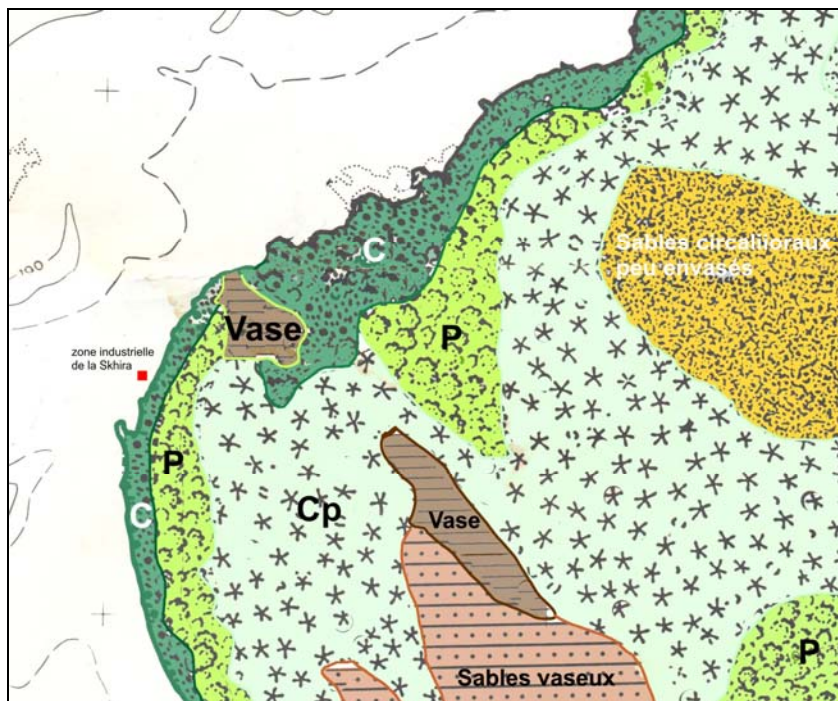


Figure 32323232 : carte de la végétation marine établie en 1978

C= *Cymodocea nodosa*
 P = *Posidonia oceanica*
 Cp = *Caulerpa prolifera*

Interprétation des données cartographiques (1978)

La figure 25 nous permet de fixer la répartition de la végétation marine au niveau de l'unité GCT-SKHIRA il y a une trentaine d'années. Cette répartition se faisait de la façon suivante, du littoral vers le large

- Une pelouse de Cymodocées s'étalant sur environ 2 km de large
- Un herbier de posidonies dont la largeur moyenne est de 3 km
- Une prairie de Caulerpe immense s'étendant sur plus de 20 km !
- La partie centrale du petit golfe est, quant à elle, dominée par des sédiments sablo vaseux à vaseux, partiellement ou totalement dépourvus de végétation.

Des compléments d'information pour cette zone nous sont fournis par l'INSTM dans les années 1992.

Il est signalé, qu'aux environs de la Skhira, l'herbier est de type 2 et ne forme plus qu'une bande très étroite entre 3 et 5 m de profondeur. Dès 4 m, on enregistre une diminution très forte de la densité des implantations montrant un herbier en voie de nette régression sous la pression d'un important envasement.

7.3.6.2 L'environnement du site d'implantation du projet

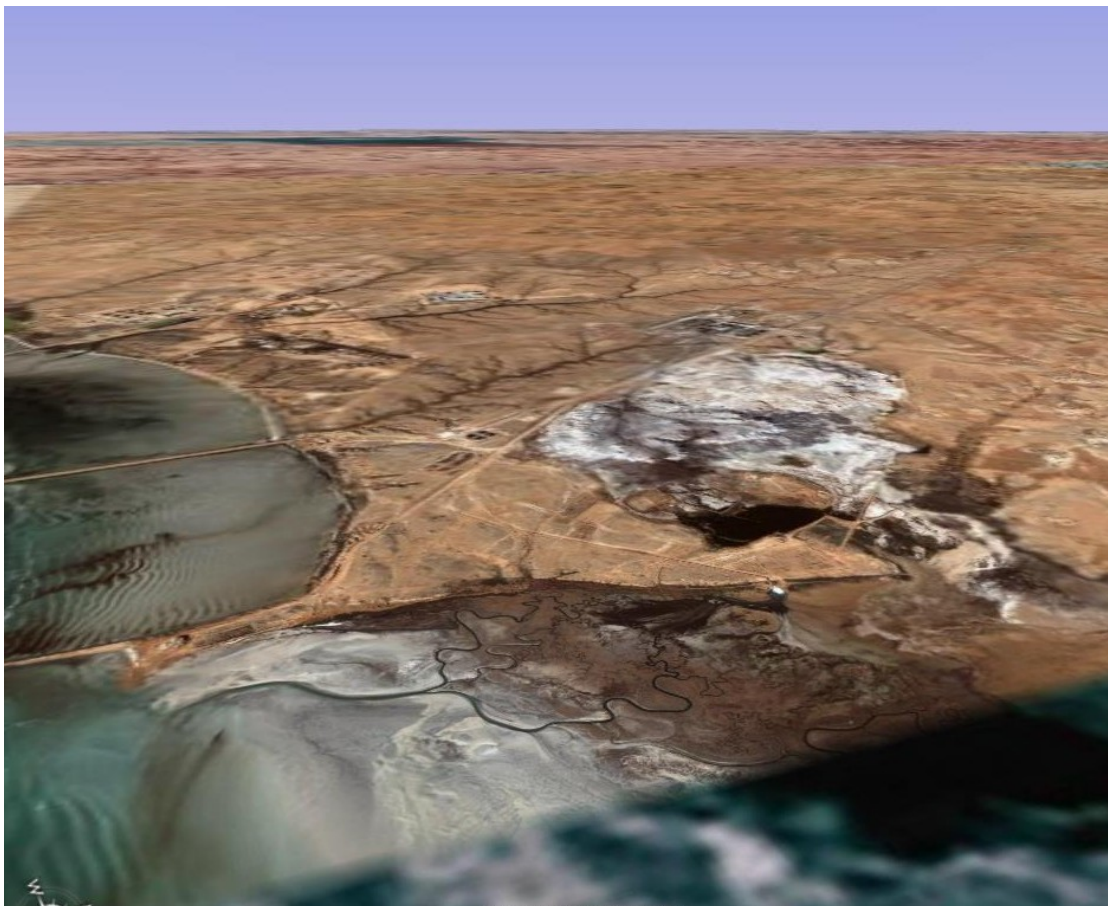


Figure 33333333 : la Skhira - vue générale du site du projet

Cette vue aérienne met bien en évidence

- Le faible relief général de la zone
- L'aridité très grande des sols
- L'impact des terrils aussi bien du point de vue paysager qu'environnemental

7.3.6.3 Données sur l'environnement marin

La zone côtière présente des hauts-fonds avec une bathymétrie extrêmement faible, se matérialisant par un large estran entamé par un réseau complexe de chenaux ou "oueds".

Sur le littoral, la morphologie est dominée par les terres humides et les falaises qui modèlent un paysage très caractéristique.

- Les terres humides montrent, généralement, une zonation dans laquelle se succèdent de la mer vers l'intérieur marais maritimes à slikke et schorre caractéristiques, envahis par les eaux marines à chaque flot par l'intermédiaire d'un réseau, parfois très dense, de chenaux de marée.
- Les falaises caractérisent la partie méridionale et sont taillées dans les argiles gypseuses mio-pliocènes. Elles se détachent très bien dans le paysage grâce à leur teinte rosâtre. Agressées, à la fois, par l'érosion marine à la base et l'érosion hydrique dans leur partie supérieure, elles sont entamées par un réseau de ravins parfois très dense et profondément encaissé.

7.3.6.3.1 Cadre géomorphologique littoral

Le site de la future usine est situé à la jonction de 2 faciès géomorphologiques. A savoir :

- ***Une zone de falaise***

Cette falaise marneuse, relativement meuble, subit une forte action érosive avec la marque nette de lits de petits oueds.

- ***Une zone marécageuse***

Cette zone basse correspond à une vaste indentation bordée par d'importants marécages à salicornes. Elle représente un immense estran découvrant très largement les hauts fonds en période de basses eaux.

Ces hauts fonds sablo-vaseux sont entrecoupés par de nombreux chenaux de marée, où prolifèrent les coquillages et où viennent se nourrir des milliers d'oiseaux aquatiques de toutes tailles et de toutes espèces (mouettes, sternes, pluviers, grèbes, hérons, aigrettes, garzettes, flamants roses, etc.) conférant à cet espace une valeur patrimoniale particulièrement élevée.

Cette portion de la côte est compartimentée par 2 jetées construites pour permettre l'embarquement des produits manufacturés (pétroliers et pétrochimiques) dans des navires dont le tirant d'eau est important, relativement à la profondeur du littoral marin.



Figure 34343434 : zone du projet – la falaise.



Figure 35353535 : l'estran

Cette compartimentation induit un certain confinement des eaux les plus littorales se traduisant par la persistance d'eaux fortement polluées, vraisemblablement, par des hydrocarbures, dont la trace noire est très visible sur l'image satellitaire.

De même, au niveau de la zone humide, l'impact des écoulements de phosphogypse se traduit, sur l'estran, par de larges tâches blanches (fig.35)

7.3.6.3.2 *Caractéristiques hydrologiques*

Les marées

Le golfe de Gabès est le siège d'une marée semi-diurne. Son amplitude est maximale au fond du golfe (maximum de 2 m en vives eaux) et décroît sur sa périphérie. A ces marées, il convient d'ajouter les dénivellations dues à l'action des vents et des variations de la pression atmosphérique.

Les valeurs moyennes retenues en vives eaux sont de 2,1 m en pleine mer et de 0,3 m en basse mer, alors qu'en mortes eaux, la pleine mer atteint 1,3 m et la basse mer 1,1 m. la marée annuelle (plus grande dénivellation pendant l'année) est de 2 m.

Les courants

Concernant la courantologie, il est à remarquer que le courant qui arrive au Sud de Ras Kapoudia rencontre les hauts fonds de Kerkennah et se bifurque en deux. Une partie fait en quelque sorte un ricochet sur le banc et se tourne vers la cote qu'il aborde à la hauteur de Sfax. L'autre partie, la plus importante, continue vers le golfe de Gabès.

Courants de marées

Les courants de marées sont établis régulièrement au sud de Ras Kapoudia. Ils sont très fréquents dans la zone mais ils sont irréguliers; ils peuvent être masqués et même contrariés par les vents dominants créant parfois des contre-courants assez violents. Dans le secteur de Sfax- Skhira, ces courants sont presque parallèles à la cote. En général, les courants de marée et les courants côtiers sont importants pour le transport littoral et la dispersion des polluants.

Les houles et vagues

Sous l'action des vents locaux et ceux du large, la houle est assez instable dans cette région mais les courants qu'elle induit sont de 2 à 5 fois plus forts que les courants de marée. De ce fait elle y joue un rôle important dans le transit sédimentaire. Il est à noter que les houles les plus fortes sont celles du large et elles sont liées à des systèmes dépressionnaires globaux.

Les houles et surtout celles du large s'amortissent énormément en raison des faibles profondeurs et des fonds à pente douce. Elles sont également freinées par les herbiers assez développés. Il faut toutefois souligner que la surface de ces herbiers sous l'impact des facteurs de stress a largement tendance

7.3.6.3.3 *Les données physico chimiques*

Les sédiments

Ils sont, dans leurs ensembles, très fortement réducteurs et composés de sables vaseux de couleur grise à noire, couleur caractérisant de fortes teneurs en carbone organique et en H₂S.



Figure 363636 : zone de la prise de mer (2002) les sédiments.

Carrés du haut= sédiments de surface ; carrés du bas = sédiments à 1 m de profondeur.

Les teneurs en métaux lourds

Elles sont assez fortes, mais, restent, sauf pour le zinc, en dehors des seuils d'alerte.

Les teneurs en hydrocarbure

Elles sont comprises entre 35 et 820 ppm et marquent une certaine pollution qui semble, toutefois, être relativement circonscrite.

Les teneurs en fluor

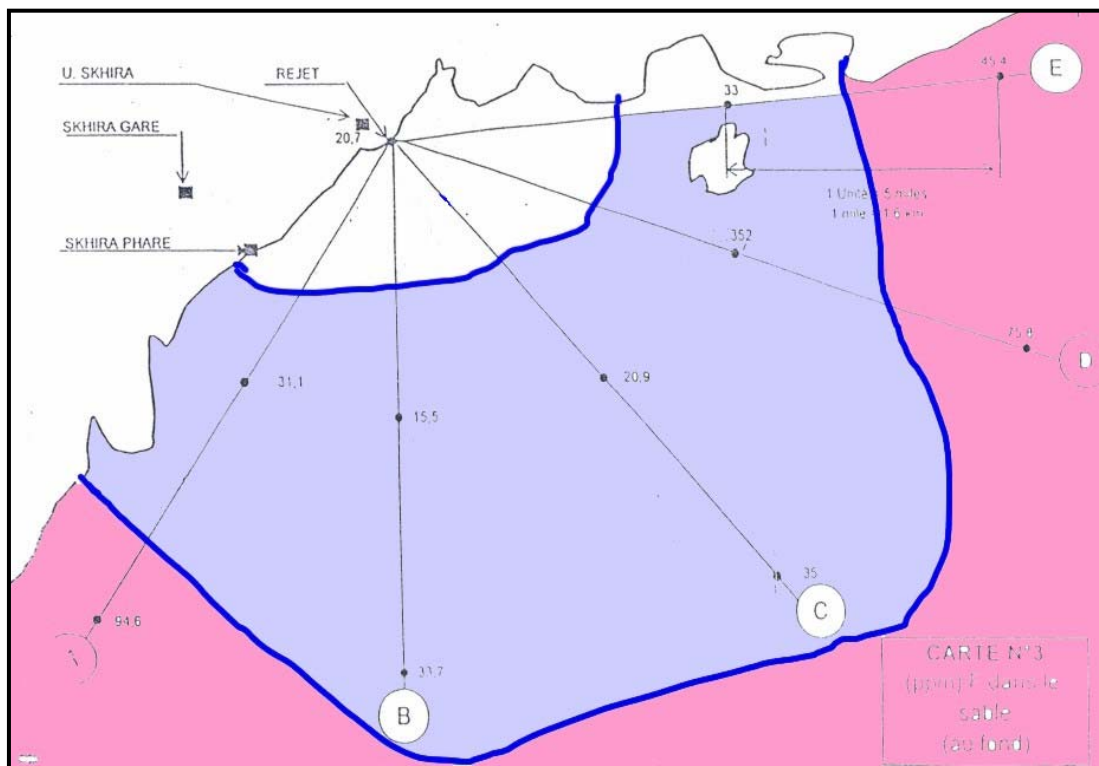


Figure 373737 : carte schématique des teneurs en F dans les sables

En bleu, teneurs faibles

En rose, teneurs élevées

On enregistre l'existence de 2 auréoles, curieusement inversées, c'est-à-dire avec les plus faibles teneurs dans les fonds les plus proches des rejets !

Les teneurs sont de 20,7 ppm au niveau du rejet et pour les fonds marins explorés sont comprises entre 15,2 et 94,6 (dernière station de la radiale A)

Les teneurs en anhydride phosphorique

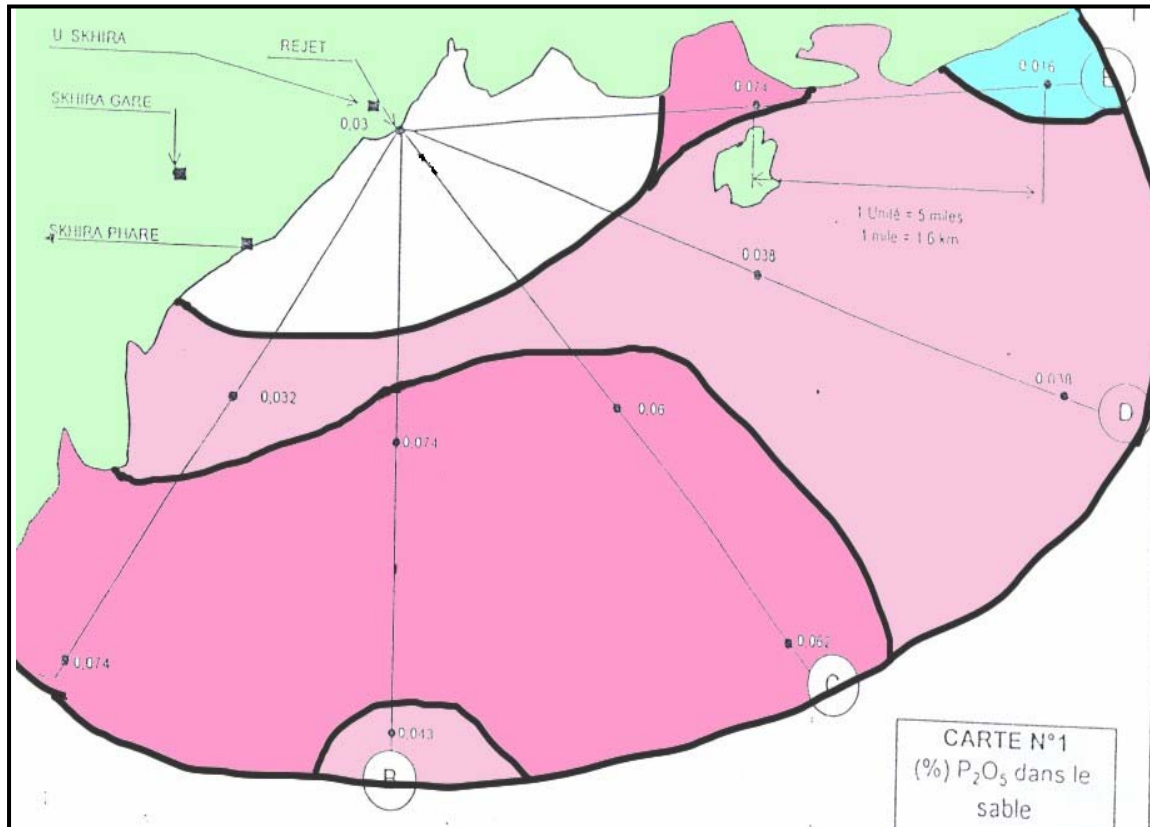


Figure 38383838: carte schématique des teneurs en P₂O₅ dans les sables

En bleu, teneurs faibles
En rose vif, teneurs élevées

En rose pâle, teneurs moyennes
En rouge, teneurs fortes.

Les résultats des analyses faites au niveau des sables mettent en évidence :

- Une teneur au niveau du rejet de 0,03% de P₂O₅
- Des teneurs dans les fonds oscillant entre 0,016 et 0,074 %, c'est-à-dire pour 1000 gr de sable des teneurs en P₂O₅ comprises entre 16 et 74 gr.

7.3.6.3.4 Les analyses d'eau

Nous disposons de 3 sources : campagnes de 1999, 2001 et de 2002.

La campagne de 1999 a été faite dans la zone au sud de l'apportement pétrolier, elle a concerné une surface relativement importante, avec, corrélativement, un grand nombre de prélèvements

La campagne de 2001 a concerné une vaste zone correspondant à la partie est de la baie de la Skhira, les prélèvements ont été faits selon des radiales ayant toutes pour origine la zone des rejets d'eau de mer de refroidissement de l'usine existante SKHIRA GCT.

La campagne de 2002 n'a concerné que la seule zone distale de la jetée portant la conduite de prise d'eau de l'usine.

Moyennes (eau)	Campagne 1999	Campagne 2002
salinité	38,2	39,3
pH	8,3	8,3
Oxygène dissous	8,05	8,9

Tableau 33333333 : principales données chimiques pour les campagnes de mesures faites en 1999 et 2002.

Les sels nutritifs

Pour 2002, on a enregistré dans les eaux pour P total 580 µgP/l et pour N total 380 µgN/l. Les valeurs de P peuvent donc être considérées comme relativement élevées puisque l'on sait que la moyenne normale en mer littorale n'excède pas 20 µg/l. En d'autres termes, il semblerait qu'il existe dans cette partie de la baie de la Skhira, un relargage des éléments phosphorés qui ne doit pas être négligé. Les valeurs de N peuvent, quant à elles, être considérées comme normales.

Le pH

Dans les eaux de surface

A partir d'un pH excessivement bas (2,7) au niveau du rejet, on arrive rapidement à la normalité dès que l'on atteint environ 2 km du point de rejet (pH autour de 8).

Dans les eaux du fond

Le pH est légèrement plus bas qu'en surface avec 3 points critiques : le premier au sud ouest de la baie, le second à l'aplomb du rejet et le troisième à l'est.

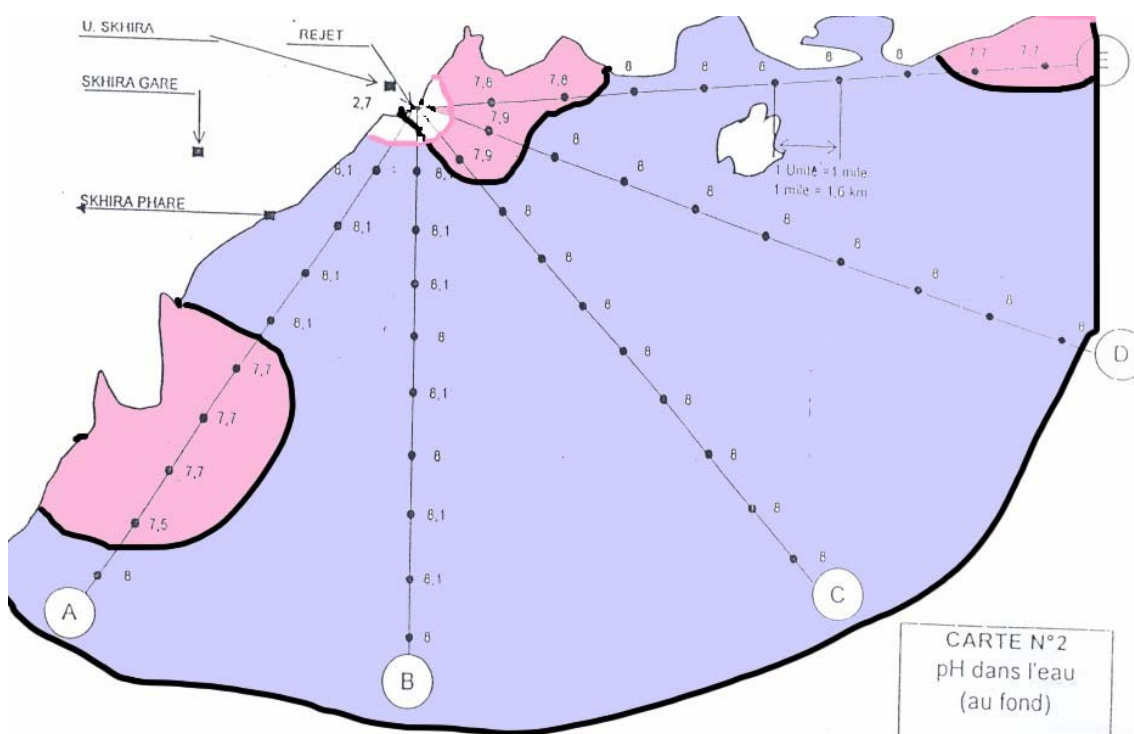


Figure 39393939 : carte schématique des valeurs du pH dans les eaux du fond.

En bleu, teneurs faibles

En rose, teneurs moyennes

Le fluor

Dans les eaux de surface

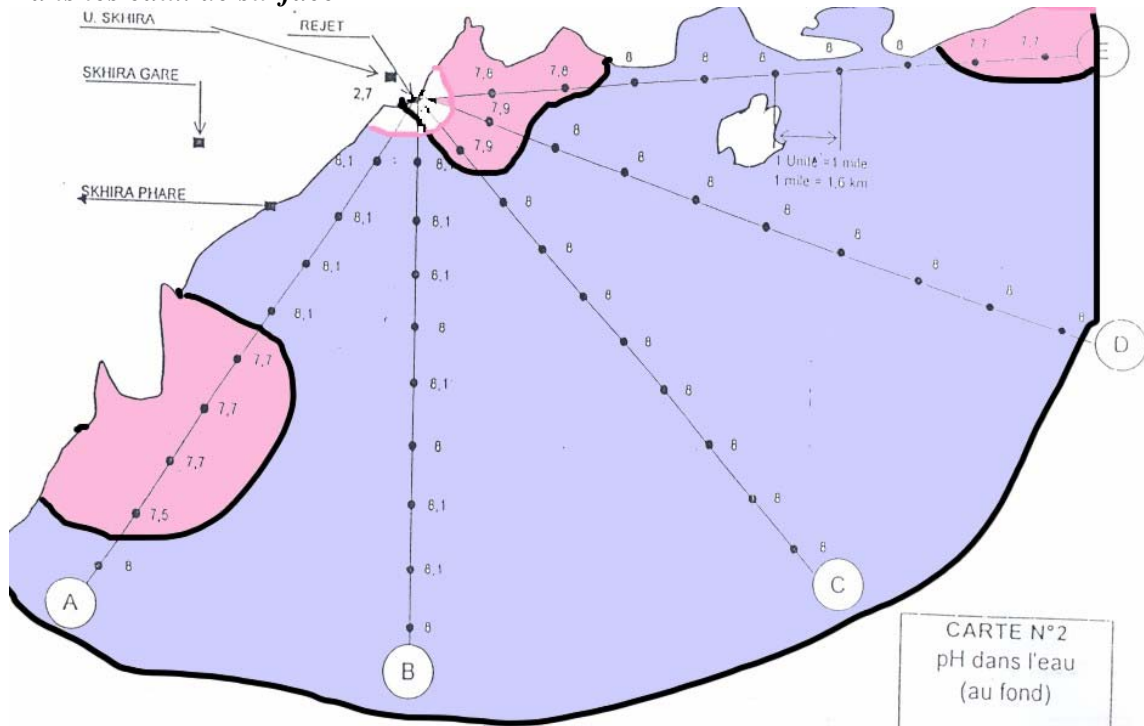


Figure 40404040 : carte schématique des teneurs en F dans les eaux de surface

En bleu, teneurs faibles
En rose vif, teneurs élevées

En rose pâle, teneurs moyennes
En rouge, teneurs fortes.

Les résultats des analyses mettent en évidence :

- Une teneur au niveau du rejet de 233 ppm
- Des teneurs dans les eaux oscillant entre 1 et 2,3 (normale marine = 1,3)
- Pour toute la partie orientale, des teneurs légèrement plus faibles que les normes marines
- Une auréole de légère concentration dans la zone ouest qui indiquerait un refoulement des eaux de rejet dans un sens lévoygyre qui pourrait être du à l'action de courants engendrés par le vent ?
- En d'autres termes, les apports en fluor dans les eaux marines de surface sont très peu importants, voir nuls, tout au moins à partir d'environ 1,5 km de la ligne de rivage.

Dans les eaux du fonds

Dans leur ensemble les teneurs sont quasi uniformes et inférieures à celles des eaux de surface et souvent inférieures à la norme moyenne. Elles sont comprises entre 1,1 et 2 ppm.

L'anhydride phosphorique

Dans les eaux de surface

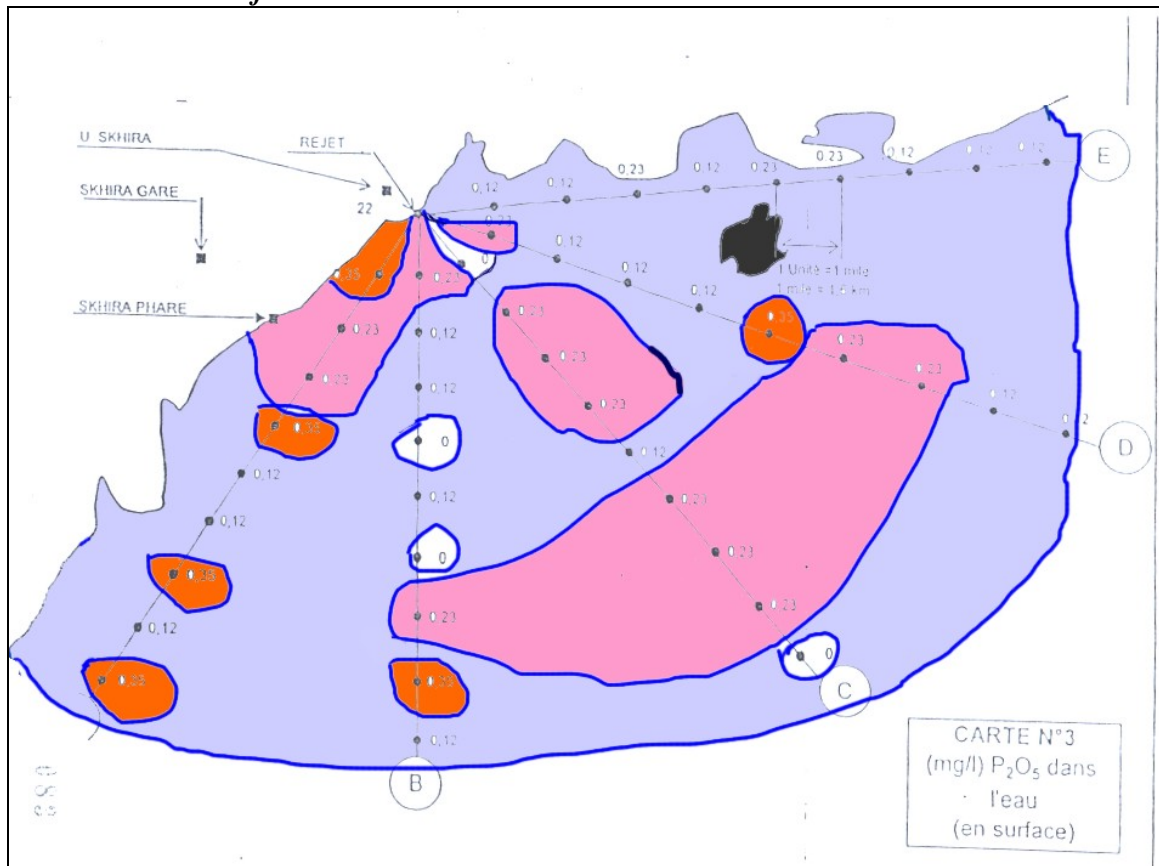


Figure 41414141 : carte schématique des teneurs en P_2O_5 dans les eaux de surface

En bleu, teneurs faibles

En rose vif, teneurs élevées

En rose pâle, teneurs moyennes

En rouge, teneurs fortes.

Les résultats des analyses faites en mettent en évidence :

- Une teneur au niveau du rejet de 22 mg/l de P_2O_5
- Des teneurs dans les eaux marines oscillant entre 0 et 0,35 mg/l (normale marine = 0,05)
- Une distribution très hétérogène avec les teneurs moyennes les plus élevées suivant un axe nord ouest sud est !

Dans les eaux de profondeur

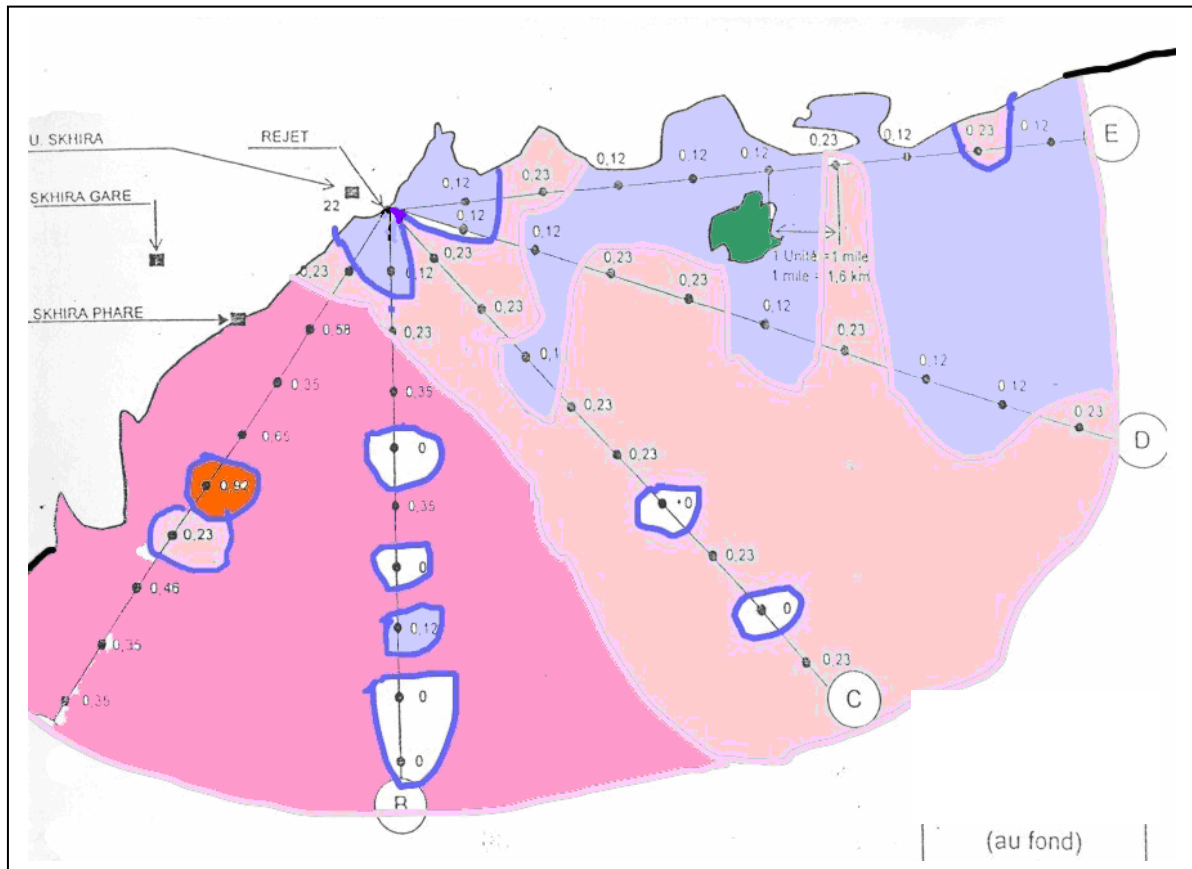


Figure 42424242 : : carte schématique des teneurs en P2 O5 dans les eaux du fond.

*En bleu, teneurs faibles
En rose vif, teneurs élevées*

*En rose pâle, teneurs moyennes
En rouge, teneurs fortes.*

Les teneurs oscillent entre 0 et 0,92 mg/l. Les valeurs les plus élevées sont plus importantes que celles observées en surface et sont regroupées dans toute la partie ouest de la baie de la Skhira.

7.3.6.4 Les données bionomiques disponibles

Elles concernent la seule campagne de 2002 avec l'étude :

- par surveillance vidéo, de l'ensemble de la baie
- par échantillonnage de la zone de la prise d'eau de mer qui alimente l'usine de traitement des phosphates.

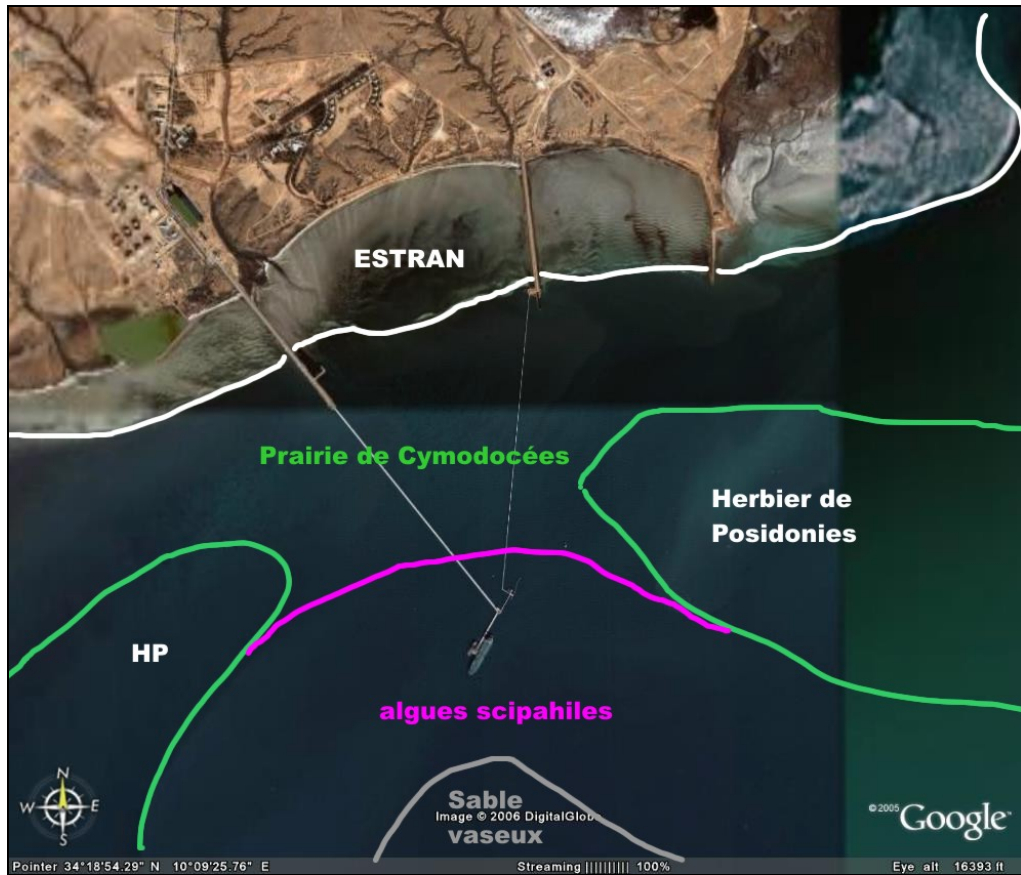


Figure 4343433 : bionomie benthique de la baie de la Skhira - répartition schématique des biocénoses végétales marines.

7.3.6.4.1 Les biotopes du large

Les observations faites en vidéo ont permis de montrer que l'ensemble des fonds littoraux compris entre 3 m et un peu plus de 10 m est recouvert par

- des cymodocées, sous forme de prairie plus ou moins dense et plus ou moins continue, dans les zones les moins profondes où les sédiments sont sablo vaseux,
- des posidonies, en assez bon état dans les zones un peu plus profondes où les sédiments sont essentiellement constitués de sable, jusque vers 5 à 10 m
- des algues sciaphiles, peu exigeantes en rayonnement solaire notamment dans les zones où les prairies et herbiers sont absents.

Le centre de la baie, quant à lui, coïncide avec une dépression envasée et dépourvue de végétation couvrant une surface d'environ 50 km². De forme globalement circulaire, cette dépression a un fond à peu près plat. Elle est bordée, au sud, par une falaise sous marine avec passage brutal d'une profondeur de 25 m à une profondeur de 10m.

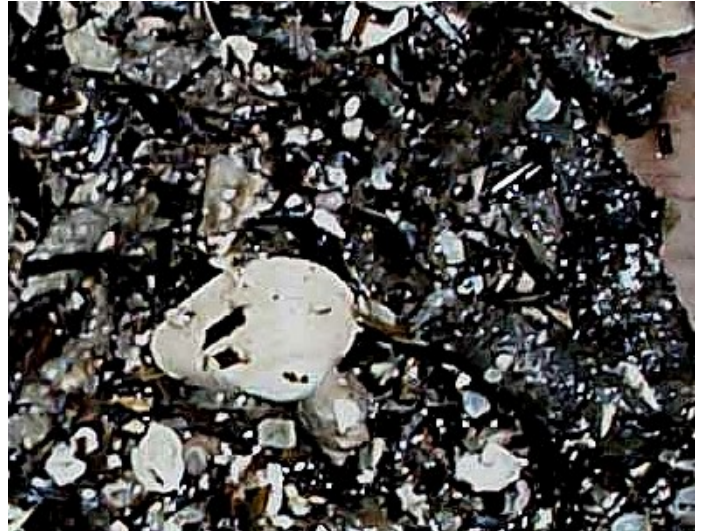
7.3.6.4.2 Les données concernant la zone de la prise d'eau de mer



Figure 45454545 : les fonds dans la partie la plus proche de la jetée

On remarque en dehors de la couleur noire des sédiments la présence d'un véritable bouillie de coquillages concassés

Figure 44444444 : 2002- stations d'échantillonnages benthiques



La profondeur moyenne des échantillonnages est de 2,5m

Toutes les photos d'espèces ont été faites par J. Zaouali à partir d'échantillons prélevés in situ

- Au niveau de la jetée, les fonds qui sont formés par des vases sableuses noires, gluantes, riches en H₂S et en matières organiques en voie de décomposition n'abritent pas d'espèces macro benthiques vivantes..
- En s'éloignant de la jetée, les fonds restent très chargés en H₂S et en carbone organique. Ils n'abritent pas de végétation. Toutefois, au niveau macro benthique, on y rencontre quelques vers et quelques éponges.



Figure 46464646 : les fonds dans la partie la plus éloignée de la jetée.

- Dans la station la plus éloignée de la jetée, on note l'apparition d'une faible biomasse de végétation représentée par des espèces tolérant une eutrophisation relativement forte telle les cymodocées.

Du point de vue faunistique, on enregistre la présence de nombreux et grands individus du bivalve *Fulvia fragilis*, espèce originaire de la mer Rouge dont on sait qu'elle est très fortement polluo tolérante.

7.3.6.4.3 La zone d'estran

Cette zone, bien qu'étant par définition celle qui subit le maximum d'agressions, n'a pratiquement fait l'objet d'aucune publication récente.

Son importance est multiple :

- de par son extension, car elle couvre d'énormes surfaces notamment dans la partie est du secteur avec le plus fort coefficient de marée de tout le golfe de Gabès
- de par sa contribution à la valeur patrimoniale des milieux humides non seulement tunisiens mais aussi méditerranéens.
- de par sa vulnérabilité

Liée à l'eutrophisation de la zone par enrichissement en phosphate, la production biologique se traduit par une biomasse primaire importante, notamment au niveau planctonique (notamment dans la zone la plus littorale).

De même, la production secondaire au niveau de l'estran et des hauts fonds se traduit par une très forte biomasse (petits crustacés, petits mollusques) qui permet l'alimentation des milliers d'oiseaux limicoles ou malacophages qui fréquentent ces zones. Il ne faut pas, en effet, perdre de vue que l'enrichissement du milieu littoral en sels nutritifs ne peut, du point de vue de la fréquentation de ces milieux par l'avifaune aquatique, être considéré comme négatif, bien au contraire. Il faut aussi mettre en relation avec une très forte biomasse microfloristique, l'importante production du bivalve endogé *Ruditapes*.

Le macrobenthos

Des observations faites au début des années 2000 permettent de donner quelques indications au niveau macrobenthique

Sur le rivage humide, dans les flaques des marais à salicornes, circulent de nombreuses Pirenelles (petit gastéropode broutant la surface du substrat dans les zones chaudes) et le crabe amateur de charogne *Carcinus aestuarii*.



Figure 47474747: *Venerupis decussatus*

Sur l'estran, le sable vaseux est beige en surface et noir et gluant en profondeur, en fonction d'une forte proportion de matière organique due à la présence d'une importante cordon de feuilles de cymodocées qui viennent s'y décomposer. On y trouve en abondance des pontes de *Murex trunculus* et des "os" de *Sepia officinalis* (coquille de ce céphalopode), et le bivalve *Venerupis decussatus* qui fait l'objet d'une importante pêche ciblée.

L'avifaune aquatique

De très nombreux oiseaux d'eau fréquentent l'estran qu'ils parcourent en fonction des marées. Nous ne disposons, cependant, que de rares indications concernant leur fréquentation dans la zone proche des installations industrielles.

En effet, les observations sont essentiellement concentrées sur la zone de l'archipel des Kneiss, aujourd'hui réserve naturelle, qui peut être considérée, du point de vue ornithologique, comme un des points focaux de la biodiversité méditerranéenne.

Tableau 34343434 : liste des espèces d'oiseaux aquatiques recensées dans la zone de la baie de la Skhira.

<i>Espèces</i>	<i>Nbre min</i>	<i>Nbre max</i>
<i>Phoenicopterus roseus</i>	600	7000
<i>Platalea leucorodia</i>	200	1000
<i>Haematopus ostralegus</i>	10000	20000
<i>Pluvialis squatarola</i>	1000	32500
<i>Charadrius hiaticula</i>	3000	10000
<i>Charadrius alexandrinus</i>	5000	10000
<i>Limosa limosa</i>	2000	7000
<i>Limosa lapponica</i>	2000	5000
<i>Numenius arquata</i>	800	6000
<i>Tringa totanus</i>	40000	
<i>Arenaria interpres</i>	600	4000
<i>Calidris minuta</i>	5000	8000
<i>Calidris alpina</i>	125000	
<i>Calidris ferruginea</i>	3000	9625
<i>Larus cachinnans</i>	600	8000
<i>Larus genei</i>	1000	2500
<i>Sterna nilotica</i>	250	400
<i>Sterna sandvicensis</i>	1000	3000

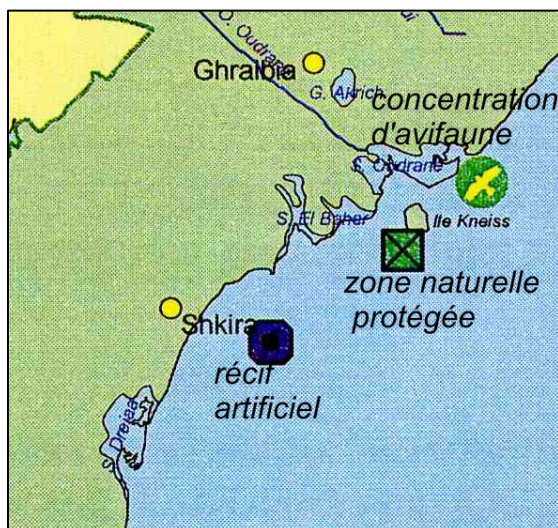


Figure 48484848 : baie de la Skhira - extrait de la carte des aires protégées et des zones sensibles au niveau du littoral (MEDD)

N.B. le récif artificiel a été mis en place pour éviter les chalutages abusifs.

7.3.6.5 Diagnostic écologique

7.3.6.5.1 Biodiversité

Dans son ensemble, la biodiversité est très faible et correspond à un milieu très déstabilisé par la pollution, caractérisé par

- la dominance d'espèces fortement polluo-résistantes
- l'implantation, avec de très fortes biomasses, d'espèces exotiques des milieux chauds et eutrophisés.

Une exception doit, cependant, être faite pour les oiseaux limicoles ou marins qui, attirés par la prolifération des organismes les plus résistants, restent en nombre relativement important. Il faut, en effet, savoir que les oiseaux des vasières privilégient souvent des milieux très eutrophisés (nous prendrons pour exemple le lac de Tunis avant sa réhabilitation environnementale).

7.3.6.5.2 Sensibilité et vulnérabilité

De façon paradoxale, la baie de la Skhira peut être considérée à la fois comme :

- peu sensible, du fait de la détérioration actuelle des biotopes littoraux qui n'abritent plus que des espèces très tolérantes donc très peu sensibles aux agressions extérieures.
- mais aussi, comme tout particulièrement vulnérable du fait de sa valeur au niveau ornithologique au niveau de l'estran.

7.3.6.5.3 Les facteurs de stress

Dans cette zone quasi désertique, ce sont, essentiellement, des facteurs d'origine anthropique et industrielle.

7.3.6.5.4 Impacts sur les biocénoses

Les rejets industriels

Les rejets en mer des industries existantes dans la zone se traduisent par des modifications des propriétés physico chimiques de l'eau de mer et en premier lieu du pH, de l'apport de fluor et d'anhydride phosphorique.

Le pH

Les valeurs de pH de l'eau de mer au niveau de la Skhira traduisent, quand elles s'écartent de la normale, un déséquilibre biologique qu'il est difficile de lier à une cause précise.

Nous avons toutefois des indications qui montrent que ce déséquilibre est plus important au niveau des eaux de profondeur.

Ce déséquilibre se concrétise pour la zone la plus directement touchée, à savoir une auréole d'environ 2 km de diamètre, par une éviction totale des organismes macro benthiques.

Le fluor

L'atténuation rapide des teneurs en F, aussi bien dans l'eau que dans les sédiments, laisse à penser, qu'en dehors de la zone la plus littorale, les impacts au niveau biologique ne posent pas de problèmes majeurs.

L'anhydride phosphorique

Les valeurs en P2O5 sont en certains points élevées, notamment dans les sédiments de la partie ouest de la baie.

L'anhydride phosphorique peut être considéré comme un facteur de stress écologique, car il agit en tant que fertilisant, et est donc vecteur d'eutrophisation, voire d'hyper eutrophisation et, finalement, de dystrophie.

Son action se traduit par la modification des biocénoses naturellement en place, et notamment dans la zone des herbiers, la plus touchée par le remplacement progressif des posidonies par une espèce indo pacifique plus résistante au stress, qui est *Halophila stipulacea*.



Figure 4949499 : la phanérogame indo pacifique *Halophila stipulacea* (golfe de Gabès)

Cette eutrophisation se traduit par une production primaire accrue notamment au niveau planctonique.

De manière générale, les déséquilibres enregistrés sont nettement plus accentués dans la partie ouest de la baie. Cette distorsion pourrait être due à une courantologie qui permettrait le rabattement des eaux du rejet au niveau du littoral occidental.

L'impact sur le milieu des activités de l'usine existante se fait tout particulièrement sentir au niveau de la zone très vulnérable de l'estran par le biais, non seulement du rejet des eaux des refroidissement, chaudes, très acides et chargées en impuretés, mais aussi suite au lessivage par les intempéries des pentes des terrils.

Ces agressions sont susceptibles d'être une source de contamination des eaux marines. Les minerais de phosphate contiennent, en effet, de nombreuses impuretés, tels les éléments traces métalliques (strontium, baryum, cuivre...) et des radio-éléments (226 radium, 210 plomb, 210 polonium...) qui, dans la plupart des cas, se concentrent dans le phosphogypse.

L'ensemble de ces nuisances amène :

- un enrichissement en phosphate générant une forte production phyto-planctonique axée sur des espèces souvent toxiques
- un enrichissement en métaux lourds plus ou moins fortement toxiques, notamment pour les larves



Figure 50505050 : au pied des terrils –les bassins de récupération des lexiviats.

Figure 51515151 : au pied de la Tabia- dépôts de déchets solides (Soufre).



Les activités au niveau du terminal pétrolier

En dépit d'une surveillance très stricte, il existe un facteur de risque de contamination par les hydrocarbures, et notamment la possibilité de percolations plus ou moins occultes.

7.3.6.6 Evaluation de l'impact des facteurs de stress.

Cet impact se fait sentir depuis la zone de l'estran jusque dans les zones les plus profondes de la baie. La présence d'une documentation ancienne concernant la partie littorale de la baie

nous apporte, toutefois, d'importants éclairages quant à l'évolution de ce biotope autrefois tout à fait « sauvage ».

Evolution de la flore et la faune benthique littorale à l'échelle des 70 dernières années

Tableau 35353535 : baie de la Skhira – liste des espèces marines répertoriées au début du 20^e siècle et au début du 21^e siècle.

espèces	Année 1929 (Seurat)	2000
<i>Brachydontes minimus</i>	***	*
<i>Carcinus aestuarii</i>	**	***
<i>Cerastoderma glaucum</i>	**	*
<i>Eucrate crenata</i>	Espèce exotique	*****
<i>Leander squilla</i>	**	**
<i>Fulvia fragilis</i>	Espèce exotique	*****
<i>Libinia dubia</i>	Espèce exotique	**
<i>Littorina neritoides</i>	***	**
<i>Metapenaeus monoceros</i>	Espèce exotique	***
<i>Pinna nobilis</i>	****	*
<i>Pirenella conica</i>	****	****
<i>Sphaeroma serratum</i>	****	****
<i>Trachypenaeus curvirostris</i>	Espèce exotique	*****
<i>Venerupis decussatus ;</i>	0 ?	****
<i>Halophila stgipulacea</i>	Espèce exotique	**
<i>Zostera noltii</i>	***	*
<i>Cymodocea nodosa</i>	***	****
<i>Cladophora</i>	0	***
<i>Enteromorpha</i>	*	**
<i>Ulva rigida</i>	0	**



Figure 52525252 : la crevette de mer Rouge –*Metapenaeus monoceros* (pêchée dans la baie de la Skhira)



Figure 53535353 : la crevette de mer Rouge –*Trachypenaeus curvirostris* (pêchée dans la baie de la Skhira)

Les différences enregistrées montrent une très nette détérioration environnementale se traduisant par :

- une colonisation progressive par des espèces polluo tolérantes et, en particulier, des algues vertes (ulves, entéromorphes et cladophores) indicatrices d'eutrophisation.

- la disparition progressive des espèces sensibles
 - très exigeantes en oxygène telle la moule naine (*Brachydontes minimus*)
 - ne supportant pas des eaux trop fortement chargées en matière en suspension, telle *Pinna nobilis*
- l'apparition d'espèces exotiques dont la présence peut être mise en relation
 - pour les espèces originaire de l'océan Indien et de la mer Rouge *Halophila stipulacea*, *Eucrater crenata*, *Trachypena curvirostris*, *Metapenaemon monoceros* et *Fulvia fragilis*, avec le réchauffement global de la planète
 - pour l'espèce sud américaine *Libinia dubia*, avec le déballastage des tankers en rade de la Skhira.



Figure 54545454 : Baie de la Skhira – *Fulvia fragilis*.

7.3.6.7 Diagnostic de l'état actuel de l'environnement marin

Toutes ces contraintes se traduisent, pour l'ensemble de la zone prospectée, par des témoignages de déséquilibre environnemental se matérialisant par :

- **De profondes modifications au niveau de la végétation benthique** avec notamment
 - Une diminution des la surface des herbiers de posidonies et des pelouses de cymodocées
 - Leur remplacement progressif par des espèces originaires de l'océan Indien telle *Halophila stipulacea*
 - la disparition de la prairie de caulerpes qui, dans les années 70, tapissait les fonds de la partie centrale de la baie.
- **Une production secondaire**, parfois importante, qui est à mettre en relation avec une production primaire micro floristique fortement accrue, mais représentée par seulement quelques espèces, notamment par :
 - une forte production du bivalve endogé *Ruditapes*
 - une augmentation de la biomasse de la faune invertébrée (petits crustacés, petits mollusques) qui peut, de ce fait, alimenter des milliers d'oiseaux limicoles.
 - Une forte dominance des espèces animales détritivores et plus spécialement suspensivores.
- **Dans les milieux peu profonds, une forte proportion d'organismes sciaphiles** (espèces préférant les eaux peu éclairées) alors que ces mêmes espèces vivent, en

général, soit dans les grottes sous marines, soit à des niveaux très nettement inférieurs à la profondeur de 20 m.

- Des nuisances d'ordre biologique avec **l'invasion d'espèces dont l'origine est extra méditerranéenne**, tels les crabes exotiques *Libinia dubia* et *Eucrate crenata*, les crevettes de mer Rouge *Trachypenaeus curvirostris* et *Metapenaeus monoceros* et le bivalve de mer Rouge *Fulvia fragilis*.
- Des phénomènes de décoloration des eaux accompagnés, de plus en plus fréquemment, de la prolifération d'espèces toxiques, telle la dinophycée *Gymnodinium cf nagasakiense*.



Figure 5555555 : le crabe de mer Rouge *Eucrate crenata*

Figure 56565656 : le crabe de l'Atlantique tropical *Libinia dubia*



7.3.6.8 Evaluation environnementale

<i>Eléments positifs</i>	Présence de très importantes populations d'oiseaux aquatiques assorties d'une forte biodiversité. ornithologique
<i>Eléments négatifs</i>	<p>En liaison avec une forte opacification des eaux, très importante diminution des surfaces occupées par la flore benthique.</p> <p>Importante diminution de la biodiversité, aussi bien au niveau du phyto que du zoo benthos.</p> <p>Sous l'influence de l'eutrophisation, dominance d'espèces tolérant une forte pollution (crabes et crevettes), s'accompagnant d'une importante perte de biodiversité.</p> <p>Dominance progressive d'espèces allochtones, plus compétitives, au détriment des espèces indigènes.</p>
<i>Sensibilité</i>	<p>Relativement faible, au niveau de l'estran et de la partie haute de l'étage infralittoral qui présentent, aujourd'hui, des biocénoses adaptées aux stress écologiques</p> <p>Très forte au niveau de l'herbier de Posidonie.</p>
<i>Vulnérabilité</i>	Très forte, pour l'ensemble de la partie supérieure de l'étage infralittoral et, notamment, pour la zone d'estran et ses populations d'oiseaux..

Tableau 36363636 : tableau récapitulatif des impacts sur le milieu marin des actions anthropiques industrielles dans la zone de la Skhira.

	Taux d'agression	Taux de détérioration
Estran		
Zone littorale entre 0 et 3 m		
Zone entre 3 et 10 m		

Tableau 37373737 : agressions et réponses environnementales en fonction de la profondeur du milieu

Rouge = impact et détérioration très importants

En orange = impact et détérioration élevés

En jaune = impact et détérioration modérés

7.3.6.9 Valeur patrimoniale du site

La principale originalité de la zone est l'existence d'un écosystème d'estran dont on peut dire qu'il est quasi unique à l'échelle de la Méditerranée, et de loin le plus important du point de vue de la surface.

Ces immenses étendues très peu profondes, balayées par le flux et le reflux de la marée, sont le site d'élection d'une avifaune aquatique représentant environ 70% de l'ensemble des individus observés en migration hivernale sur l'ensemble de la Tunisie.

Cette faune, qui occupe toutes les niches représentées par les différentes hauteurs d'eau disponibles correspond, en conséquence, à une très grande diversité d'espèces.

A cet écosystème d'estran se juxtapose un important écosystème de marais qui eux mêmes sont susceptibles d'accueillir une faune aviaire en période d'inondation par la marée montante.

Tableau 38383838 : Tableau récapitulatif de la valeur patrimoniale des sites de la baie de la Skhira

	positive	négative
Paysage	Le plus large estran de toute la Méditerranée	Grande tâche faite par l'implantation du terril de phosphogypse
Biocénoses	Forte biomasse de la faune ornithologique aquatique	Dystrophie se traduisant par un important déséquilibre biologique de la flore et la faune marine
Biodiversité	Forte biodiversité de la faune ornithologique aquatique et, tout particulièrement, limicole.	Colonisation par des espèces allochtones venant aussi bien de mer Rouge que de l'Atlantique ouest

7.3.6.10 Evaluation des impacts du projet

7.3.6.10.1 Risques de dégradation environnementale

Du fait du doublement de la capacité de production de l'usine, les risques de la poursuite de la dégradation environnementale sont importants, puisque, nous l'avons noté, le milieu marin et, en particulier, toute la frange littorale de la baie, sont déjà fortement touchés par l'eutrophisation.

Ces risques sont rendus d'autant plus préoccupants que nous sommes, dans cette baie, dans une zone reconnue comme étant de très forte valeur patrimoniale à l'échelle nationale et internationale.

Il est nécessaire, en d'autres termes

- D'améliorer la qualité des eaux mer de refroidissement de l'unité existante, actuellement rejetées en mer, ou de procéder à leur éloignement et à leur dilution aux larges
- de veiller de façon accrue à l'isolation des lixiviats des terrils
- et, surtout, de s'assurer de l'adéquation
 - entre la capacité des bassins de récupération des lixiviats déjà existants avec le doublement des volumes des dépôts de phosphogypse

- et, aussi, avec l'ampleur d'éventuels phénomènes météoriques puisque, nous le savons aujourd'hui, le réchauffement global de la planète peut s'accompagner, dorénavant, de plus fréquents épisodes de pluies torrentielles.

Cela sera possible par :

- Un aménagement hydraulique et hydrologique de la zone du terril de phosphogypse
- Une mise à niveau du procédé de fabrication de l'unité existante GCT SKHIRA

7.3.6.10.2 Eléments positifs

Il est certain que les nouveaux procédés de production d'acide sulfurique et phosphorique de la nouvelle unité TIFERT constituent un point positif non négligeable.

En outre, toute amélioration de la qualité des rejets hydriques permettra de contribuer à la protection, et, dans une certaine mesure, à la sauvegarde de l'écosystème si vulnérable qu'est l'estran.

7.3.6.10.3 Mesures d'atténuation éventuelles

Il est certain que l'impact des rejets d'eau chaude et acide de l'usine SKHIRA GCT sur la zone tout particulièrement vulnérable de l'estran est très fortement préjudiciable à l'équilibre écologique de cette portion de la baie de la Skhira. Aussi, il serait certainement important de pouvoir minimiser les nuisances liées à ces rejets en prévoyant dans un futur aussi proche que possible leur éloignement par rapport à la ligne de côte.

Il serait, en d'autres termes, souhaitable que l'on puisse les acheminer, via un émissaire à diffusion lente, vers le centre de la baie de la Skhira dans la zone relativement proche des 10 m de profondeur qui, aujourd'hui, n'abrite plus de végétation sensible (voir figure 52).

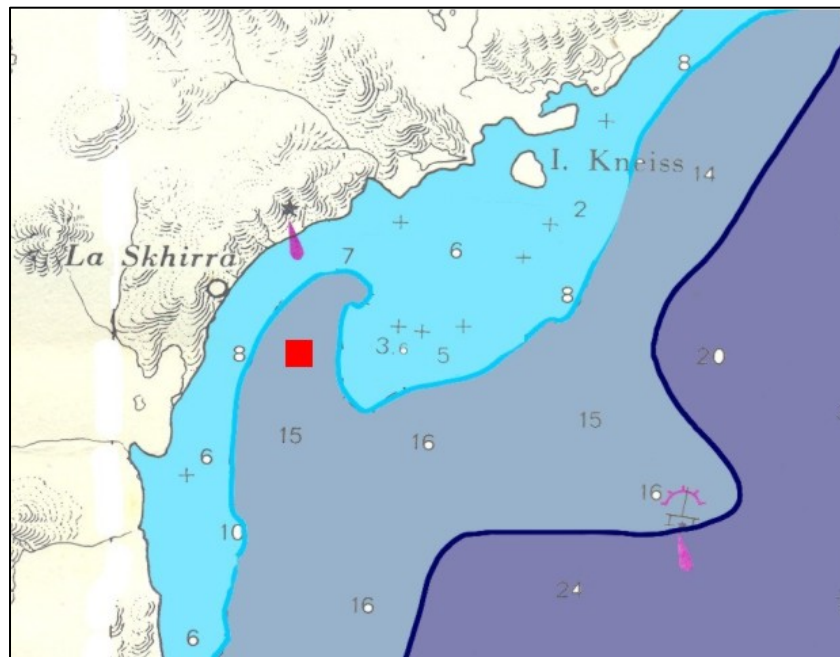


Figure 57575757: baie de la Skhira –Débouché d'un éventuel émissaire (carré rouge)

Nous ne devons toutefois pas perdre de vue que dans un tel milieu, le renforcement des agressions environnementales, en l'absence de vigilantes mesures de précaution, est susceptible d'avoir de graves conséquences, et, entre autres, pourrait :

- renforcer la détérioration des prairies de cymodocées et des herbiers de posidonies restant encore en place et aboutir, à plus ou moins longue échéance,
 - à leur éradication
 - à leur remplacement par des espèces allochtones, phénomène, nous l'avons vu, qui est déjà largement amorcé
- évincer les espèces indigènes d'importance commerciale les moins résistantes au profit de l'installation d'espèces exotiques plus opportunistes telles les crevettes de mer Rouge.
- fortement diminuer la biodiversité ornithologique de la frange littorale.

Actuellement, le GCT prépare le lancement d'une importante étude, « caractérisation environnementale des sites du GCT ».

Cette étude, qui démarrera vraisemblablement fin 2007, caractérisera les aspects environnementaux, et notamment la pollution dans les trois milieux : sol, air et mer, et définira des propositions et des mesures concrètes pour les éliminer.

Le GCT s'engage donc, par cette action, à résoudre les problèmes de l'usine actuelle GCT-SKHIRA et notamment de ses rejets en mer.

7.4 Autres aspects

7.4.1 Bruit et vibration

La zone du site se caractérise par les bruits provenant des vibrations des machines du complexe d'acide phosphorique.

Normalement, il n'y a pas d'équipements ayant un niveau sonore supérieur à 80 dB. Le niveau sonore est fréquemment mesuré par le service médical de l'usine.

L'approvisionnement en phosphates bruts se fait par train, et l'acheminement du produit fini s'effectue par bateau, à travers un ponton situé sur les rivages du site de l'usine.

7.4.2 Qualité visuelle

L'unité projetée est située sur un terrain à proximité de l'usine existante SKHIRA GCT, implantée dans une complexe industriel et loin des habitations ; donc les nuisances visuelles sont négligeables.

7.4.3 Centres urbains

L'agglomération la plus proche de la zone du projet est le village de Frichet, situé à environ 2 Km du site. Elle compte environ 2 000 habitants et 400 logements.

Le village de Frichet est formé par des habitations rurales (une maison par terrain agricole), et une petite agglomération proche de la plage, autour de l'école et la mosquée.

L'agglomération principale la plus proche est la ville de Skhira, située à 9 km à vol d'oiseau du site de l'usine, au niveau de l'intersection des axes routier RN1 et RN2.

Au recensement de 2004, la commune comprenait environ 8630 hab, 1524 ménages et 1683 logements.

La ville de Skhira est le siège de la délégation de Skhira, qui compte une population d'environ 30 000 hab.

8 ANALYSE DES IMPACTS PREVISIBLES, DIRECTES ET INDIRECTES DE L'UNITE SUR L'ENVIRONNEMENT

L'identification des conséquences d'un projet sur son environnement constitue l'étape clé de toute étude d'impact sur son environnement. Ces conséquences, appelées plus couramment impacts, sont déduites de l'analyse par superposition du contenu du projet, tant en phase de réalisation qu'en phase d'exploitation, et des composantes des domaines du milieu affectés.

Ce chapitre portera donc sur l'identification des impacts prévisibles, directs et indirects, du projet sur les composantes de son environnement, tant pour l'aspect humain que naturel.

Les milieux affectés ont été scindés en deux groupes :

- Le milieu naturel.
- Le milieu humain et socio-économique qui regroupera tout aussi bien les questions de sécurité, de qualité de vie, que les questions socio-économiques.

8.1 Impacts liés à la préparation du site et construction

La phase chantier est une étape transitoire limitée dans le temps et dans l'espace, mais dont les impacts ne doivent pas être négligés. Les nuisances qu'elle est susceptible d'engendrer ne sont pas toujours provisoires et leurs effets peuvent persister après les travaux ou même ne se manifester qu'ultérieurement.

Malgré le caractère temporaire des travaux, comparativement à la durée de vie de l'ouvrage, les impacts peuvent être importants.

Ils concernent une zone géographique plus importante que l'emprise directe de l'usine d'acide phosphorique projetée (matériaux de carrière, circulation, etc.)

8.1.1 Détérioration du milieu naturel

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 et la nappe. Entreposés dans des aires non aménagées (sans abri contre les eaux pluviales et le ruissellement ou sur des sols perméables), ces produits peuvent contaminer le sol et être entraînés en surface vers les terres agricoles ou vers la mer, et en profondeur par infiltration, vers la nappe phréatique.

De tels accidents environnementaux sont liés au non-respect des règles de stockage des produits ainsi qu'à la mauvaise gestion du chantier et de ses équipements.

Parmi les opérations pouvant engendrer la pollution du sol et de la nappe, on cite :

- La vidange non contrôlée des engins de chantier, hors des zones non perméabilisées et spécialement aménagées à cette fin;
- L'approvisionnement des engins en fuel dans des conditions ne permettant pas d'éviter ou de contenir les fuites et déversements accidentels de ces hydrocarbures. Etant donné la proximité de la ville, les opérations de vidange et d'approvisionnement en hydrocarbures sur place se limiteront donc aux engins lourds et peu mobiles

8.1.2 Impacts visuels et paysagers

L'existence du chantier hors périmètre urbain limite les nuisances que peut engendrer la présence d'équipements lourds de chantier, de matériaux stockés.

8.1.3 Impacts des émissions de gaz et de poussière

Les émissions atmosphériques (gaz et poussières) dépendent des distances à parcourir, de la vitesse des engins, des caractéristiques et de l'état d'humidité des routes et sols parcourus.

Les émissions atmosphériques de gaz provenant des échappements des machines, engins et camions utilisés par le chantier sont une forme de pollution qui va constituer une nuisance non négligeable pour les personnes vivant ou travaillant dans le voisinage.

L'impact négatif, sur la qualité de l'air, est matérialisé par l'augmentation des gaz d'échappements polluants et le dégagement de poussières. Bien que ces impacts représentent une nuisance pour les riverains, ils ne sont pas très importants car ils sont temporaires et limités.

8.1.4 Impacts de bruit et vibrations

Pendant la phase des travaux, les bruits et vibrations proviennent essentiellement des engins de chantier (pelles mécaniques, grues, rouleaux compresseurs, centrale à béton, etc.) et des camions et semi-remorques chargés de transporter les matériaux.

Ces impacts restent négligeables étant donné l'emplacement du chantier dans une zone industrielle.

8.1.5 Impacts des ordures ménagères et des rebuts de chantier

Les ordures ménagères en provenance de l'activité humaine sur le chantier ne doivent pas poser de problèmes majeurs du moment où elles sont collectées et acheminées directement par l'entreprise vers la décharge publique.

Quant aux rebuts de chantier, ils seront évacués au fur et à mesure de leur génération et le risque de leur abandon sur place à la fin des travaux est écarté puisque la dernière étape du chantier est consacrée pour le nettoyage des lieux et leur remise en état.

Les impacts de ces déchets sont donc sans aucune importance, à moins de ne pas respecter les règles minimales de gestion du chantier ou de rejet anarchique des ordures.

8.1.6 Impacts potentiels de la phase chantier sur la sécurité humaine

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. Le respect des règles relatives à la limitation de l'accès public au chantier, à la circulation des véhicules à l'intérieur de celui-ci et au port de casques, gants et chaussures de sécurité par les ouvriers, constitue l'élément de base que la direction de chantier est tenue d'appliquer avec rigueur.

8.1.7 Impacts des travaux sur les infrastructures et les ouvrages existants

L'important trafic des camions de transport de matériaux et équipements susceptibles d'avoir lieu en phase chantier ne peut qu'accentuer l'encombrement de la circulation sur la GP1.

8.1.8 Atteinte à des richesses archéologiques, historiques ou nationales

La région du projet ne contient aucune richesse archéologique, historique ou nationale.

La plus proche zone sensible est celle des îles de Kneiss, et elle se situe à une quinzaine de km de la zone du projet.

8.2 Impact relatif aux opérations liées au fonctionnement des unités de procédés

8.2.1 Définition des rejets et des récepteurs sensibles

La nouvelle unité de production d'acide phosphorique a principalement trois type de rejets :
i) les rejets hydriques, ii) les rejets solides et iii) les rejets gazeux

Le processus choisi pour la fabrication de l'acide phosphorique et l'acide sulfurique, dans la nouvelle usine, offre un avantage très important en évitant tout rejet liquide pollué. Il reste à étudier les rejets gazeux et les rejets solides.

Outre les employés de l'usine projetée et des usines existantes, les récepteurs les plus proches de l'usine projetée sont les habitants du village El Fricet, le milieu naturel aux alentours du site du projet (les exploitations agricoles, la faune sauvage, la faune domestique et la végétation naturelle) et le littoral marin de la zone du projet.

8.2.2 Impacts liés aux rejets liquides

Les rejets liquides du projet sont formés de :

- Les eaux usées sanitaires
- L'eau de mer de refroidissement
- Les eaux saumâtres provenant de l'unité d'osmose inverse

a) eaux usées sanitaires

Ces eaux sont assimilées aux eaux usées ménagères. Elles proviennent des douches et sanitaires.

La quantité des eaux usées produites est estimée à 135 m³/j.

Ces eaux sont collectées séparément par un réseau de canalisation étanche en PVC. Elles sont ensuite évacuées et traitées dans une station d'épuration à boues activées.

Cette station sera largement dimensionnée pour être capable de traiter les chocs éventuels de pollution.

b) L'eau de mer de refroidissement

L'eau de mer utilisée pour le refroidissement sera prélevée sur le circuit existant d'eau de mer de l'usine GCT-Skhira, et restituée, après usage, vers le même circuit.

Il n'y a donc pas de rejet d'eau de refroidissement de l'usine TIFERT vers la mer.

La quantité utilisée par TIFERT est de 2800 m³/h, alors que SKHIRA GCT utilise 5300 m³/h.

La particularité du procédé de refroidissement par eau de mer de TIFERT est qu'aucun rejet n'est effectué sur ces eaux, et aucun produit (Fluor, P₂O₅) n'y est déversé.

De ce fait, les eaux de mer de refroidissement de l'usine GCT-SKHIRA ne seront pas contaminées par les eaux de TIFERT, et garderont leur qualité initiale.

Les eaux cumulées (GCT + TIFERT) rejetées en mer auront la qualité approximative des eaux actuellement rejetées par GCT

Tableau 39393939 : Qualité de l'eau de mer de refroidissement (GCT) rejetée en mer

Paramètres	Unités	Valeurs	Valeurs Norme NT 106-02 pour rejet dans le DPM
pH		2,5	6,6 à 8,5
P2O5	ppm	65	0,1
SO4	ppm	2 700	1 000
Fluor (F)	ppm	150	5
MES	ppm	10	30
Cl ⁻	ppm	21 000	Sans exigence
Hydrocarbure	ppb	3,15	10

Comme il est remarquable dans le tableau ci-dessus, les rejets des eaux de mer de refroidissement ne répondent pas aux exigences de la norme
Des dépassements existent au niveau des paramètres suivants : pH, P2O5, SO4 et Fluor

- c) Les eaux saumâtres de l'unité d'osmose inverse
L'opération d'osmose de 1111 m³/h d'eau de mer génère :
- 500 m³/h d'eau osmosée à 250 ppm de Cl
 - 611 m³/h d'eaux saumâtres, à 39800 ppm de Cl

Dans le tableau ci-dessous figure les analyses physico-chimiques de:

- l'eau de mer captée en pleine mer pour le dessalement par osmose inverse.
- l'analyse de l'eau de mer entrée osmoseur.
- l'analyse de l'eau osmosée sortie osmoseur.
- l'analyse de l'eau saumâtre sortie osmoseur.

Tableau 40404040 : Qualité de l'eau de mer de refroidissement (GCT) rejetée en mer

Paramètres	Symboles	Unités	Eau de mer	Eau à l'entrée osmoseur	Sortie osmoseur		Norme NT 106-02 pour rejet en mer
					Eau osmosée	Eau Saumâtre	
Température 15 à 30 °C							
PH			8.3	6.5	4.4	6.5	6,5 à 8,5
Calcium	Ca ⁺⁺	mg/l	480	480	1.1	871.8	Sans exigence
Magnésium	Mg ⁺⁺	mg/l	1000	1000	2.4	1816.3	2000
Sodium	Na ⁺	mg/l	12979.2	12979.2	118.2	23501.8	Sans exigence
Potassium	K ⁺	mg/l	422	422.00	5.4	762.9	1000
Baryum	Ba	mg/l	< 0,1	0.1	0.0	0.2	10
Chlorure	Cl ⁻	mg/l	22115.7	22115.7	189.9	40055.0	Sans exigence
Sulfate	SO4 ⁻	mg/l	2600	2653.6	7.1	4818.9	1000
Nitrate	NO3 ⁻	mg/l	<1	1.0	0.0	1.8	90
Fluorure	F ⁻	mg/l	< 1	1.0	0.0	1.8	5
Phosphate	PO4 ⁻	mg/l	0,5	0.0	0.0	0.0	0,1

La turbidité de l'eau est variable selon les saisons et l'état de mer (calme ou agitée).
On remarque que les saumures rejetées en mer présentent, par rapport à la norme NT 106-02, un dépassement uniquement au niveau des sulfates.

La raison essentielle est que la concentration initiale de l'eau de mer en sulfates est déjà très importante (2600 mg/l), et largement au dessus des exigences de la norme '1000 mg/l)

Ces saumures seront mélangées aux eaux de mer de refroidissement de l'usine GCT SKHIRA avant d'être rejetées en mer.

La concentration en SO₄ se trouve ainsi réduite de 4820 mg/l à 2800 mg/l, soit sensiblement au même niveau de concentration de l'eau de mer.

8.2.3 Impacts liés au stockage de phosphogypse

Le procédé de fabrication d'acide phosphorique à partir du phosphate naturel de Gafsa produit environ 6015 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 des phosphogypses 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 phosphogypse produits sont stockés à terre, dans un terrain situé à l'intérieur de l'enceinte de l'usine, en bordure de la mer.

Ces dépôts forment une TABIA, qui peut être une source des impacts suivants :



Figure 58585858 : La tabia de phosphogypse existante

a) Impact du à la dispersion de la poussière de phosphogypse

En période sèche, un vent plus ou moins violent peut disperser la poussière de phosphogypse. Cette poussière peut contenir du gypse, des fluorures, du cadmium et d'autres éléments jusqu'aux habitations d'El Frichet et aux terrains agricoles cultivés avoisinants.

Conscient de ce risque, le GCT a réalisé une étude « **Evaluation de l'impact sur l'environnement des poussières provenant du stockage de phosphogypse de l'usine de Skhira** ». (Réalisée par ALGADE en 2000).

Cette étude a compris des prélèvements et des analyses de poussière en plusieurs endroits autour du site sur une période de 2 mois.

Cette étude a conclu que l'impact du stockage de phosphogypse sur son environnement est non significatif. En effet, les analyses qui ont été faites sur les poussières en suspension, les poussières sédimentables et la qualité physico-chimique de l'air aux alentours de la Tabia, ont montré que :

- ✓ Les concentrations de l'acide fluorhydrique et de fluorures sont non significatives
- ✓ Concernant la caractérisation des poussières en suspension (jusqu'à 3 km du site) :
 - absence de radioactivité
 - l'indice d'empoussièrement global est celui d'une zone océanique non perturbée
 - les concentrations en éléments spécifiques comme le calcium et le cadmium témoignent une situation très satisfaisante.
- ✓ Concernant la caractérisation des poussières sédimentables
 - Les valeurs de retombées de poussières globales et polluantes spécifiques sont faibles
 - Les niveaux du cadmium ne sont pas détectables

b) 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 de ruissellement, fortement contaminées, ne devront pas être rejetées directement en mer

c) Impact du lixiviat du phosphogypse

Des sondages effectués dans la tabia de phosphogypse montrent une augmentation progressive de la teneur en humidité en fonction de la profondeur.

Le niveau d'eau est généralement rencontré à une profondeur entre cinq et six mètres. Les sondages réalisés sur les deux terrils montrent la présence de boues à l'intérieur des terrils dont l'humidité remonte en fonction de la profondeur et peut atteindre 30 %.

L'eau rencontrée est chargée de P₂O₅ et autres contaminants, et en cas d'infiltration verticale ou horizontale, elle pourrait s'écouler vers la nappe ou vers la mer, et dans les deux cas, c'est une pollution importante.



Figure 59595959 : Les bassins de collecte du lixiviat

Néanmoins, l'étude hydrogéologique du site du terril de phosphogypse a montré qu'il n'y avait pas d'infiltration souterraine du lixiviat vers les nappes souterraines ou vers la mer.

Actuellement, les eaux s'écoulant horizontalement sont collectés dans des bassins, construits dans la partie Est de la Tabia.

Ces eaux, contenant environ 7% de P₂O₅, sont récupérées et réinjectées vers l'eau de process.

8.2.4 Impacts du Fluosilicate de Sodium, déchets solides résultants de la neutralisation de l'Acide Fluosilicique H₂SiF₆

Nous avons vu dans le para 4.10.1.1., que la neutralisation de l'Acide Fluosilicique H₂SiF₆ produit annuellement 13 400 T de fluosilicate de Sodium à 30% d'humidité.

Ce produit est aussi connu sous le nom de Héxafluorosilicate de sodium, Fluorosilicate de sodium, Hexafluorosilicate de disodium, ou Silicofluorure de sodium (Na₂SiF₆)

Il est classé comme « matière toxique ayant des effets immédiats graves ».

Il est notamment utilisé déshydraté comme Insecticide

Un des débouchés de ce produit est la fluoration de l'eau potable.

D'autres débouchés existent, tels : la fabrication du latex (agent coagulant), comme agents opacifiants pour les émaux vitreux, le verre opalescent, etc.

Mais le débouché principal d'avenir est la production industrielle de fluorures d'aluminium (AlF₃)

C'est un produit toxique pour l'homme, essentiellement en cas d'inhalation de poussières contaminées, ou de contact cutané.

Il est moins dangereux sous sa forme humide, mais il nécessite une gestion spécifique.

8.2.5 Impacts du Pentoxyde de Vanadium, déchets solides résultants de la conversion du SO₂ en SO₃

On a vu au para 4.10.1.1. 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.

Toxicité pour l'homme/mammifères

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).

Comportement dans l'environnement

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.

Atmosphère:

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). Ces vapeurs sont plus lourdes que l'air et rampent à la surface du sol. Dans l'eau, le tétrachlorure de vanadium réagit vivement en formant du trichlorure de vanadium, de l'oxytrichlorure de vanadium et de l'acide chlorhydrique.

Sols:

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.

Dégradation produits de décomposition, demi-vie:

Sous l'effet de la lumière et de la chaleur, la plupart des composés de vanadium se décomposent en vapeurs ou en gaz caustiques. Au contact de l'eau se produisent le plus souvent de vives réactions qui donnent également naissance à des vapeurs ou gaz caustiques.

Chaîne alimentaire:

Dans la mesure où les végétaux et les animaux assimilent cet oligo-élément, des apports quotidiens de vanadium migrent dans l'organisme humain au travers de la chaîne alimentaire. Ces apports sont estimés à 100 µg, le vanadium absorbé par voie orale étant éliminé pour l'essentiel sans résorption préalable.

Valeurs limitent de pollution

Le tableau ci-dessous indique les limites de pollutions adoptées par certains états :

Milieu	Secteur	Pays/ organ.	Valeur	Cat.	Remarques
Eau:	Eau surface	Allemagne	0,05 mg/l		Pour traitement
	Irrigation	USA	10 mg/l		Val.c.durée
Sols:		Allemagne	50 mg/kg		
Air:		Allemagne	0,002 mg/m ³		V ₂ O ₅ , Val.l.durée
	Emission	Allemagne	5 mg/m ³		flux massique ≥ 25 kg/h ¹⁾

Evaluation et remarques

Il n'existe toujours pas de résultats d'études concluants concernant les effets de la plus grande part des composés de vanadium. C'est pourquoi, il est recommandé d'éviter dans la mesure du possible toute contamination éventuelle par des composés de vanadium.

8.2.6 Impacts liés aux émissions gazeux

Impact sur le milieu humain

Les impacts du SO₂ sont locaux et affectent en premier lieu la santé des populations locales. A plus long terme, il peut générer des pathologies. Cette pollution de proximité peut également procurer une gêne olfactive et participer à des dégradations du bâti.

Dans le cas des fluorures, la modélisation a montré que les conditions de dispersion ne peuvent conduire qu'à des concentrations de polluants non significatives dans l'environnement du site.

Impact sur le milieu naturel

L'effet cumulatif, au niveau de la végétation et du sol, peut devenir néfaste, en particulier pour les espèces pérennes (qui vivent plusieurs années). Autre impact, celui de l'accumulation des polluants dans le sol et leur absorption ensuite par les plantes. Ceci constituera une seconde forme d'accumulation racinaire en plus de l'accumulation foliaire. En ce qui concerne les rejets des résidus solides, et en particulier la poussière, elle semble être plus virulente que la pollution gazeuse, car la poussière déposée sur les parties aériennes des végétaux et associée à l'eau de pluie, formera un écran qui cimente les stomates, ce qui annule les échanges gazeux entre la plante et son environnement, provoquant sa mort ultérieure.

L'élément le plus redoutable au niveau de ces rejets de résidus solides est le cadmium. Ce dernier est rejeté à la Skhira, à un taux très faible. L'accumulation du cadmium peut avec le temps, être néfaste, pour la faune sauvage, la flore sauvage, le sol, ainsi que pour la végétation cultivée. A ce propos, le cadmium accumulé par le sol, sera ensuite absorbé par la plante et stocké au niveau de ses organes, ce qui la rend inappropriée pour la consommation animale et humaine.

En ce qui concerne les éléments gazeux, notamment le soufre et le fluor, il importe de signaler une certaine adaptation à la pollution de la végétation naturelle localisée à proximité des usines du GCT. Ainsi, certaines espèces comme par exemple *Erodium glaucophyllum* et *Lygeum spartum*, ainsi que les espèces de la famille des chénopodiacées, continuent à vivre et croître dans ce milieu en dépit de leur forte accumulation en agents polluants (Ben Abdallah et al 1994). L'espèce appelée Zita (*Limoniastrum monopetalum*) est capable d'accumuler jusqu'à 4296 ppm de Fluor, sans que sa biologie ne soit perturbée (Chaieb & Boukhris 1998). Pour les espèces cultivées, le cactus et l'olivier, accumulent respectivement 1425 et 1027 ppm du même élément. Pour la pollution soufrée, la plupart des espèces spontanées y sont résistantes. En revanche, les espèces cultivées, manifestent une variabilité quant à leur sensibilité vis-à-vis de cet élément. Au tableau suivant, nous donnons une classification de quelques espèces cultivées en fonction de leur degré de sensibilité à la pollution soufrée.

Tableau 41414141 : Classification de quelques espèces cultivées selon leur réponse à la pollution soufrée (Chaieb & Boukhris 1998)

Espèces résistantes	Espèces sensibles	Espèces très sensibles
Le rosier Le grenadier L'olivier Le cactus	Le figuier L'amandier	L'abricotier Le mûrier Le poirier La vigne Le palmier dattier

La faune sauvage de la zone d'étude, ayant un faible effectif en nombre d'espèces et d'individus par espèce, demeure par contre la moins exposée à l'influence de la pollution atmosphérique. L'effet cumulatif n'existe presque pas, en raison de la mobilité permanente des individus. La durée de vie des espèces étant brève, elles n'auront pas le temps nécessaire pour accumuler à long terme ces polluants.

Impact sur le milieu agricole

En milieu agricole, on signale un effet plus significatif que celui décrit pour le milieu naturel. Contrairement aux espèces végétales spontanées dont la surface foliaire est très réduite, les espèces cultivées comme la vigne, le figuier, l'olivier, etc..., présentent une surface foliaire (LAI ou bien leaf area index) plus grande, donc plus accumulatrice en agents polluants. Ainsi, même à faible quantité dégagée, les tâches dues à la pollution atmosphérique apparaissent facilement sur les feuilles. En outre, l'accumulation progressive de polluants chimiques, dans la partie aérienne du végétal, permettra une migration vers les parties comestibles par l'homme. A ce propos, on désigne en particulier les légumes destinés à la consommation humaine. Pour les rejets solides, notamment la poussière, leur effet est identique à celui décrit pour les espèces spontanées. Dans ce contexte, le lessivage de la poussière par lavage des feuilles est rare en raison des faibles précipitations qui caractérisent le sud tunisien, en particulier la région de la Skhira. Ceci risque de contraindre les propriétaires des champs les plus exposés à la pollution à des formes d'abandon de leurs exploitations. C'est du moins ce qu'ont rapporté certains propriétaires de parcelles situées à proximité des usines de la Skhira.

8.3 Impacts liés à la manipulation des matières premières

La manipulation des matières premières (phosphate, soufre et additifs) passe par trois étapes fondamentales :

- Transport : par wagons sur chemins de fer, ou par camions sur voies routières. La sûreté et la sécurité durant cette étape dépend du respect de personnel aux lois et consignes de transport.
- Stockage : les matières premières pour la nouvelle usine seront stockés dans l'usine actuelle.
- Traitement : l'entretien des machines et le respect des consignes de sécurité dans l'usine réduisent et éliminent tout risque.

8.4 Impacts relatifs au transport

Le Groupe Chimique Tunisien exporte la totalité de sa production par mer. L'acheminement du produit fini s'effectuera par des conduites existantes d'une longueur d'environ 1700 mètres, qui arrivent au terminal pétrolier de la TRAPSA, où a lieu le chargement des bateaux.

La voie terrestre est réservée pour l'alimentation de l'usine en besoins divers (additifs) et pour l'acheminement de quelques produits ou pièces de rechanges expédiées sur le port de Sfax ou de Tunis.

Nous pouvons donc conclure que ces trafics ne constituent pas une nuisance directe.

8.5 Accidents / Risques

Signalons que l'installation de telles unités de transformations et d'industries chimiques ne peut se faire que sous de hautes normes draconiennes de sécurité. Cependant, tout accident ou fuite quelconque, aura de graves répercussions sur toutes les composantes de l'environnement naturel et cultivé. Devant un tel problème, les polluants gazeux et les polluants solides, affecteront gravement la biologie des écosystèmes. Toutefois, même en cas

d'accidents ou de fuite, l'ampleur des dégâts dépendra de la quantité de polluants émis dans l'atmosphère et ceux reçus par l'écosystème. En outre, cet ampleur est d'autant plus important que les milieux touchés, se localisent à proximité des unités défaillantes. Globalement, pour les êtres vivants, le risque potentiel, qui découle d'un accident dû à la pollution chimique, se manifeste par les principaux symptômes suivants :

Espèces animales

- intoxication par inhalation,
- asphyxie,
- lésions cutanées diverses,
- avortement,
- stérilité,
- manifestations diverses résultant d'une perturbation du métabolisme

Espèces végétales

- obstruction stomatique en particulier par les polluants solides,
- lésions au niveau des feuilles, du fruit ainsi que les organes aériens,
- absorption racinaire,
- accumulation dans les différentes parties de la plante,
- dessèchement et nécrose foliaire
- arrêt de la croissance des plantes

8.6 Effets et impacts socio-économiques

Influence sur l'emploi et sur l'activité économique

La création de cette unité va générer un certain nombre d'emplois, en phase chantier ou en phase exploitation (directement au sein de l'usine ou indirectement dans le secteur des services), et une importante masse salariale sera versée dans la région.

En effet, il est prévu que le nouveau projet engendre la création d'environ :

- ◆ 310 postes d'emplois permanents directs, composées :
 - 280 emplois, pour la haute maîtrise, la maîtrise et l'exécution
 - 30 emplois pour les cadres

Ces emplois vont générer une masse salariale de près de **4,3 Millions de DT** par an, qui sera injectée essentiellement dans le circuit économique de la zone de Skhira

Les cadres seront résidents à Skhira, et TIFERT prévoit de bâtir un complexe résidentiel pour loger ses cadres.

- ◆ La sous-traitance de 150 postes d'emplois, composées :
 - 80 emplois pour les ouvriers non qualifiés (femmes de manages, personnel de nettoyage, gardien, etc.)
 - 70 emplois pour les ouvriers qualifiés : Menuisiers, soudeurs, mécaniciens, etc.

Cette sous-traitance générera un revenu de près de **1 Millions de DT**, qui sera également injecté en majorités dans le circuit économique de la zone de Skhira

Les habitants de la région de Skhira seront prioritaires pour ces postes d'emploi. Elle dispose actuellement d'assez de candidats de niveau exigé et formés pour répondre au besoin de TIFERT

- ◆ Emplois indirects

En raison de ce nouveau projet, des emplois seront créés auprès des fournisseurs habituels du GCT : la SNCFT (Transport de phosphate bruts), les transporteurs, les transitaires, les fournisseurs de pièces de rechange (2Million DT/an).

D'autres emplois indirects seront créés, essentiellement au niveau de la ville de Skhira, pour répondre à la consommation des nouveaux employés (services, petits métiers, bâtiments, etc.)

Influence sur l'activité économique

L'unité projetée de production de l'acide phosphorique présentera une source de profit pour la région en général, et pour l'activité économique en particulier. Elle aura des impacts socio-économiques fortement positifs puisqu'elle permettra l'accroissement de la production industrielle de la région.

Les nouveaux emplois créés (**460** emplois directs) et les revenus conséquents (plus de 5 **Millions de DT/an**) auront un impact favorable pour divers autres activités (commerce, bâtiment, tertiaire).

Skhira et sa région en seront les principaux bénéficiaires, mais également Sfax et Gabès, chefs lieux de gouvernorats les plus proches.

8.7 Impact des rejets atmosphérique et modélisation

La pollution atmosphérique est, au sens littéral du terme, une souillure qui affecte l'air. Il est acquis que la pollution atmosphérique est responsable de nombreuses atteintes à l'environnement et à la santé humaine, en particulier dans les zones où l'activité industrielle est concentrée.

L'usine TIFERT va s'implanter à proximité de l'usine existante GCT-SKHIA.

Afin de mieux évaluer les rejets atmosphériques, nous allons réaliser une modélisation des rejets atmosphériques, pour le Fluor et le SO₂, pour trois situations :

- Cas 1 : Modélisation des rejets de l'usine GCT-SKHIA seule
- Cas 2 : Modélisation des rejets de l'usine TIFERT seule
- Cas 3 : Modélisation des rejets cumulés des usines GCT-SKHIA et TIFERT

Ceci nous permettra d'identifier et d'évaluer les impacts des rejets atmosphériques de chaque usine, et des effets cumulés.

8.7.1 Qualité et quantité des rejets

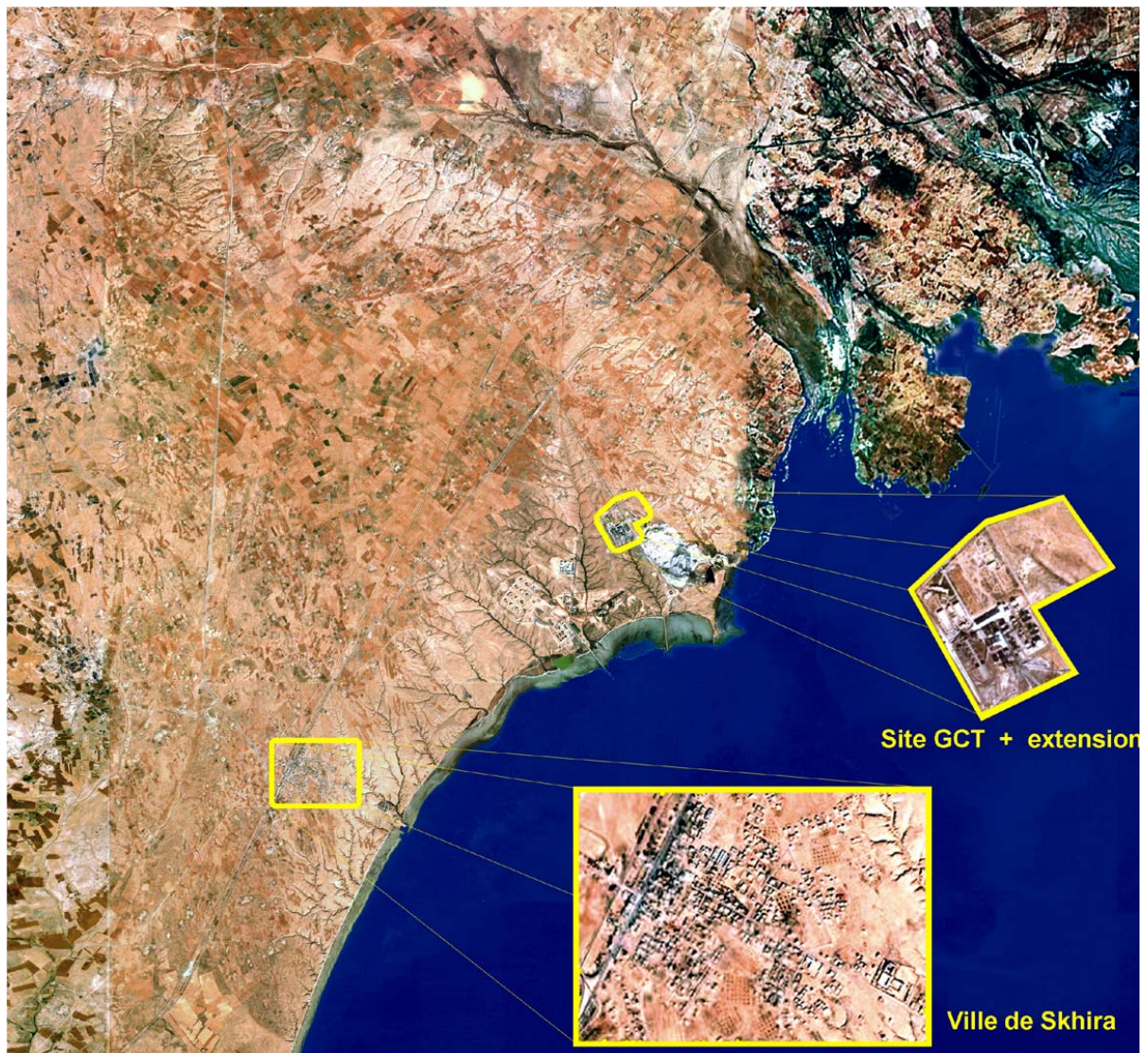
Sources d'émissions atmosphériques

Les rejets gazeux sont principalement formés des gaz de process des unités sulfuriques et phosphoriques (SO_x et fluor).

Il n'y a pas de gaz de combustion, car la vapeur d'eau BP nécessaire pour les besoins de production d'acide phosphorique de l'usine et la fusion-filtration soufre provient de la vapeur HP produite par la chaleur de combustion du soufre et chaleur de conversion du SO₂ en SO₃:

Cette vapeur HP est utilisée pour la production d'électricité (24 MW/h), avant qu'elle soit réutilisée pour les besoins de la production

Figure 60606060: Situation de la ville de Skhira par rapport à l'usine de la GCT



Les émanations issues des deux unités (GCT SKHIRA existante et TIFERT projetée) sont les suivantes.

Tableau 42424242: Paramètres des émissions des unités « GCT-SKHIRA » et « TIFERT »

Usine	Désignation de la cheminée	Caractéristique des cheminées		Caractéristiques des rejets				
		Diamètre (mm)	Hauteur (NGT) (mètre)	Température des gaz à l'émission (°C)	Débit total (m ³ /h)	Concentration du polluant rejeté (mg/m ³)	Débit rejeté (g/s)	Vitesse (m/s)
TIFERT	CH1 (Fluor)	2500	40	70	350 000	5	0,48	19,8
	CH2 (SO ₂)	4000	50	77	279 000	1045 391 ppm de SO ₂	80,98	6,17
Skhira GCT	CH3 (Fluor) 2640 T01 A	1850	30,4	70	200 000	15	0,83	24,6
	CH4 (Fluor) 2640 T01 B	1850	30,4	70	200 000	15	0,83	24,6
	CH5 (SO ₂) 2550 T01 B	2900	50	80	164 000	5 000	227,7	6,9
	CH6 (SO ₂) 2550 T01 A	2900	50	80	164 000	5 000	227,7	6,9

Afin d'évaluer l'impact de ses rejets gazeux, et en l'absence de normes tunisiennes à l'émission, nous sommes amenés à réaliser une modélisation de la dispersion de ces rejets dans l'air ambiant.

La quantification par modélisation de ces émissions permet, entre autres, de faire le bilan en évaluant les concentrations en polluants (SO_x, et fluor) par rapport à la norme tunisienne sur l'air ambiant NT 106-04, et en déterminant géographiquement les zones les plus exposées à la pollution de l'air.

8.7.2 Type de modélisation

La modélisation de la dispersion des rejets et de l'évaluation des concentrations des polluants (SO_x et fluor) pour des périodes de tri-heures et journalière est effectuée par le modèle POLAIR© 4.3. Ce logiciel permet, après intégration des données liées à la source de pollution (configuration du site) et des données météorologiques relative à la zone de l'étude (température, direction et vitesse du vent, humidité relative, etc.), d'estimer la concentration d'un polluant et sa répartition spatiale.

Les données météorologiques utilisées pour les modélisations sont celles relatives aux années 1999 à 2005.

La modélisation a été effectuée pour le gaz SO₂, rejeté par la cheminée d'acide sulfurique, et le gaz fluor, rejeté par la cheminée d'acide phosphorique.

8.7.3 Résultats des modélisations

8.7.3.1 Cas 1 : Modélisation des rejets atmosphériques de l'unité existante GCT-SKHIRA

8.7.3.1.1 Résultats de la modélisation des rejets de SO₂ de la cheminée d'acide sulfurique

Concentration maximale tri-horaires des SO₂

Les résultats de la simulation tri-horaires de la concentration maximale de SO₂ montre qu'en certains endroits, la concentration en SO₂ dépasse les exigences de la norme tunisienne NT 106.04.

En effet, à partir des figures 54 et 55, on distingue 2 périodes de répartition de la concentration de SO₂ :

- La période hivernale : la concentration maximale tri-horaire située entre 1300 et 1815 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pour 2 zones situées à l'Est et à l'Ouest de l'usine, à une distance comprise entre 500 et 1000 m
- La période estivale : la concentration maximale est comprise entre 1300 et 2025 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pour une zone située dans un rayon de 500 à 800 m autour de l'usine

La zone autour de l'usine existante, comprise dans un rayon de 500 à 1000 m, présente, pour la concentration maximale tri-horaire de SO₂, un dépassement par rapport à la norme (SO₂ >1300 mg/l).

Dans les zones d'habitation proche du site, nous relevons

- Pour Frichet

En hiver, une concentration maximale tri-horaire qui ne dépasse pas 817 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En été, une concentration maximale tri-horaire qui ne dépasse pas 610 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Pour la ville de Skhira

En hiver, la concentration maximale tri-horaire varie entre 463 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

En été, La concentration maximale tri-horaire varie entre 448 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Ces valeurs sont en dessous de la valeur limite de 1300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de la norme tunisienne NT106.04.

Concentration maximale journalière des SO₂

L'observation de la dispersion atmosphérique de la concentration en SO₂ à l'échelle de la journée (Figure 56 et 57) montre une répartition moins lissée que celle des maximums tri-horaires.

Pour les deux périodes hivernale et estivale, la concentration maximale retrouvée au niveau de la zone d'étude ne dépasse pas les 65,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, soit nettement au dessous de la limite autorisée par la norme tunisienne NT106.04 qui est de 365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dans les zones d'habitation proche du site, nous relevons :

- Pour Frichet

En hiver, la concentration maximale journalière ne dépasse pas les 20,11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

En été, la concentration maximale journalière ne dépasse pas les 1,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- Pour la ville de Skhira

En hiver, la concentration maximale journalière est de 12,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

En été, la concentration maximale journalière est de 23,20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nous relevons donc une situation satisfaisante.

8.7.3.2 Résultats de la modélisation des rejets de fluor de la cheminée d'acide phosphorique

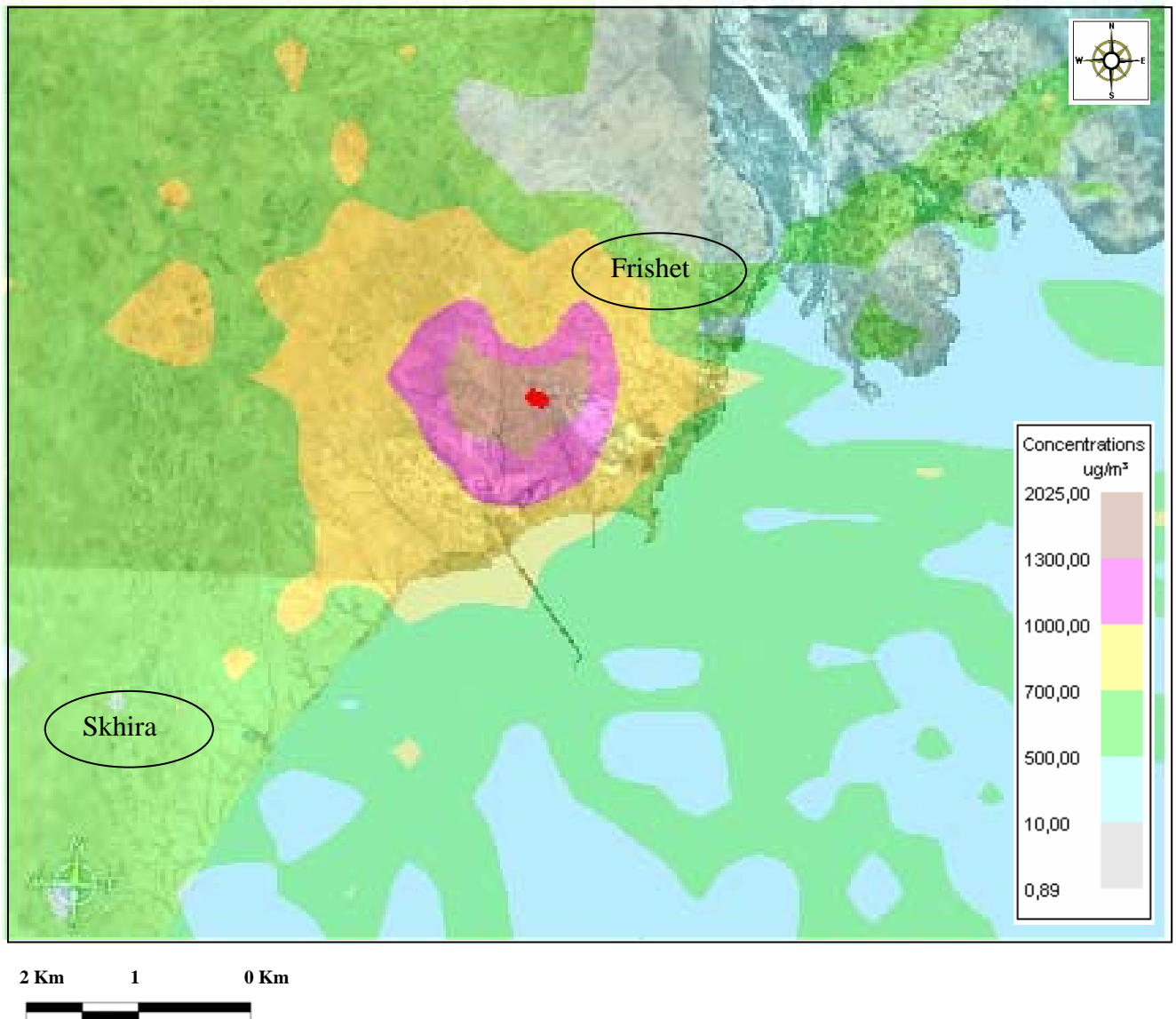
En l'absence de valeurs références, nous nous sommes référés aux directives de la CEE et des valeurs guide de l'organisation mondiale de la santé (WHO, 1999a) qui prescrivent respectivement une valeur guide annuelle entre 0,5 et 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et une valeur recommandée annuelle de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Comparée à ces valeurs, l'étude par modélisation numérique de la dispersion des rejets des concentrations du fluor montre que l'émanation du fluor dans l'atmosphère est **inférieure** à ces valeurs guides et valeur limite. En effet, en hiver comme en été, les concentrations aux alentours de l'usine existante ne dépassent pas 0,36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (cf figure 58 et 59)

Dans les zones d'habitation proche du site, Frichet et Skhira, nous relevons les mêmes concentrations maximales qui ne dépassent pas respectivement 0,05 et 0,12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

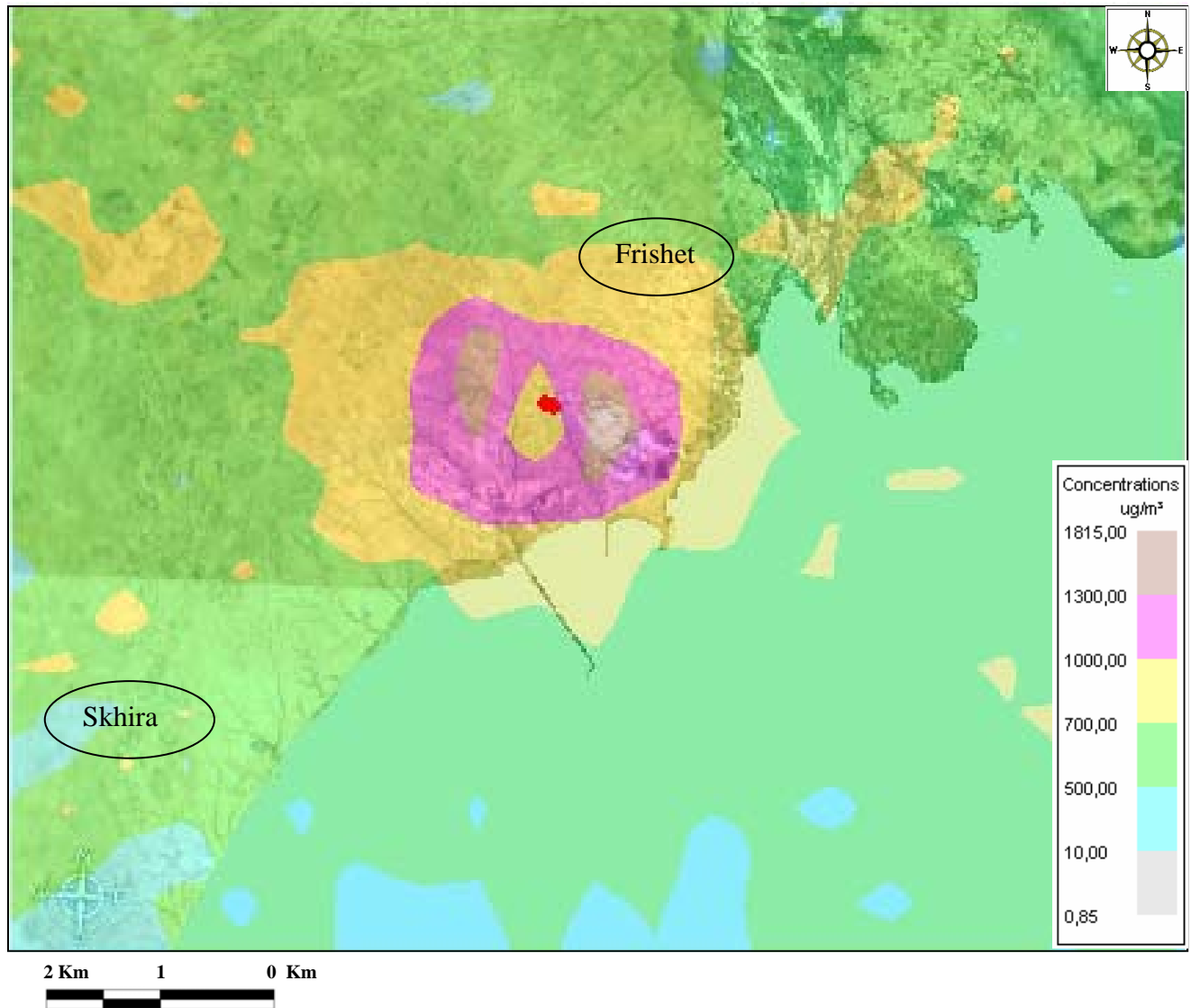
Nous relevons donc une situation satisfaisante.

Figure 61616161 : Répartition de la concentration max horaire en SO2 (Période estivale) – GCT SKHIRA



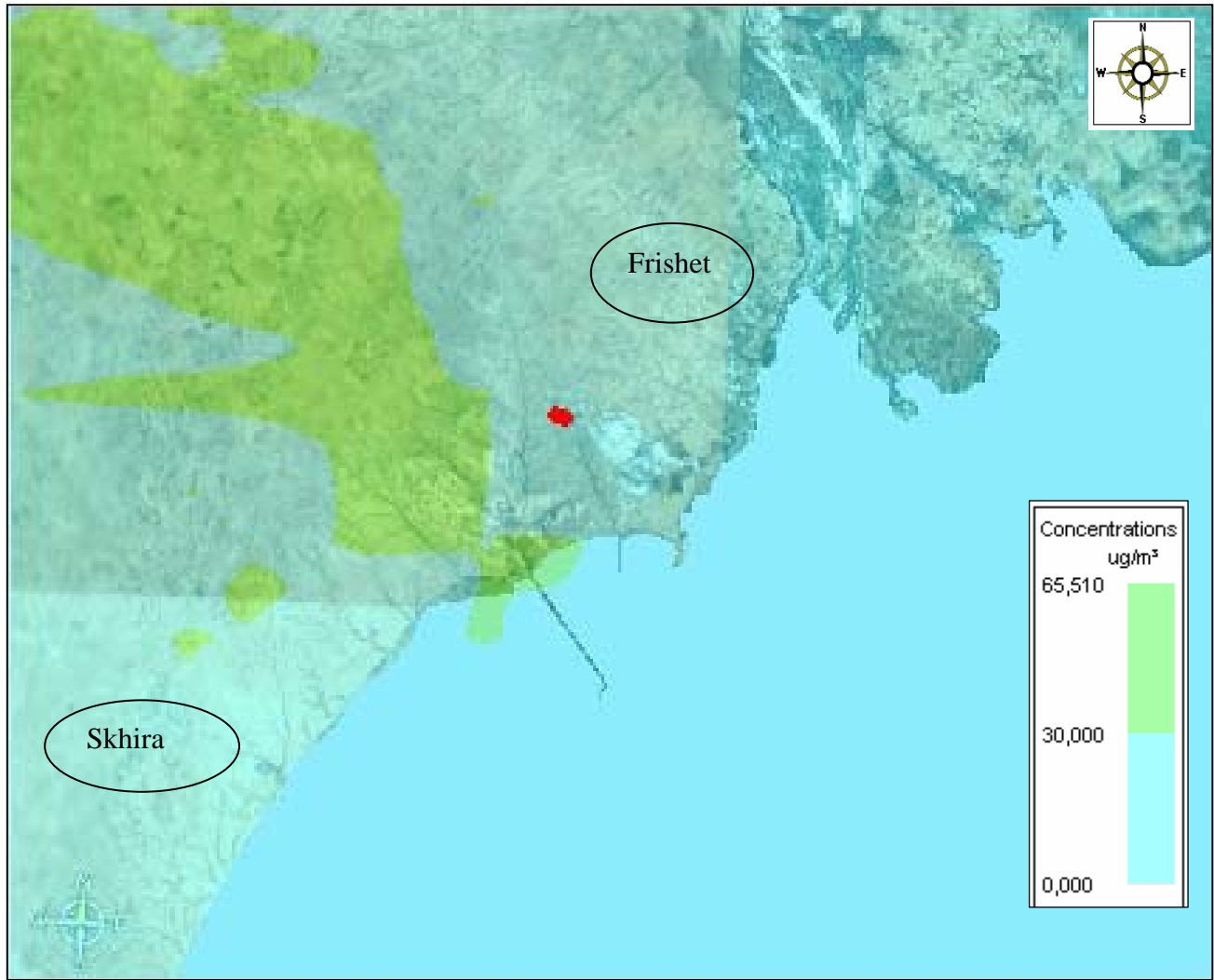
<p>Projet Fichier: Skhira GCT SO2 (horaire estivale).pjt</p>	<p>Objets émetteurs Nombre de points: 2 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 0</p>	<p>Modélisation Modèle de surélévation: EPA</p>
<p>Environnement Fichier: skhira+mer_google2.bmp Milieu récepteur: rural</p>	<p>Nombre de sources instannées: 0 Débit total: 4,8 E+02 g/s</p>	<p>Modèle de dispersion: Gaussien Réflexion au sol: oui Réflexion au plafond: oui</p>
<p>Données météorologiques Fichier: Gab9905.met Nombre de données: 17711</p>	<p>Objets récepteurs Nombre de points: 0 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 3</p>	
<p>Composé à l'étude Nom: oxy Considéré comme une odeur: non Vitesse terminale: 0,0 m/s</p>	<p>Type de simulation Maxima moyens sur 2 h</p>	

Figure 62626262 : Répartition de la concentration max horaire en SO2 (Période hivernale) – Skhira GCT



<p>Projet Fichier: Skhira GCT SO2 (horaire hivernale).pjt</p> <p>Environnement Fichier: skhira+mer_google2.bmp Milieu récepteur: rural</p> <p>Données météorologiques Fichier: Gab9905.met Nombre de données: 26088</p> <p>Composé à l'étude Nom: oxy Considéré comme une odeur: non Vitesse terminale: 0,0 m/s</p>	<p>Objets émetteurs Nombre de points: 2 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 0 Nombre de sources instantanées: 0 Débit total: 4,8 E+02 g/s</p> <p>Objets récepteurs Nombre de points: 0 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 3</p> <p>Type de simulation Maxima moyens sur 2 h</p>	<p>Modélisation Modèle de surélévation: EPA Modèle de dispersion: Gaussien Réflexion au sol: oui Réflexion au plafond: oui</p>
---	--	---

Figure 63636363 : Répartition de la concentration max sur 24 heures en SO2 (Période estivale) – Skhira GCT

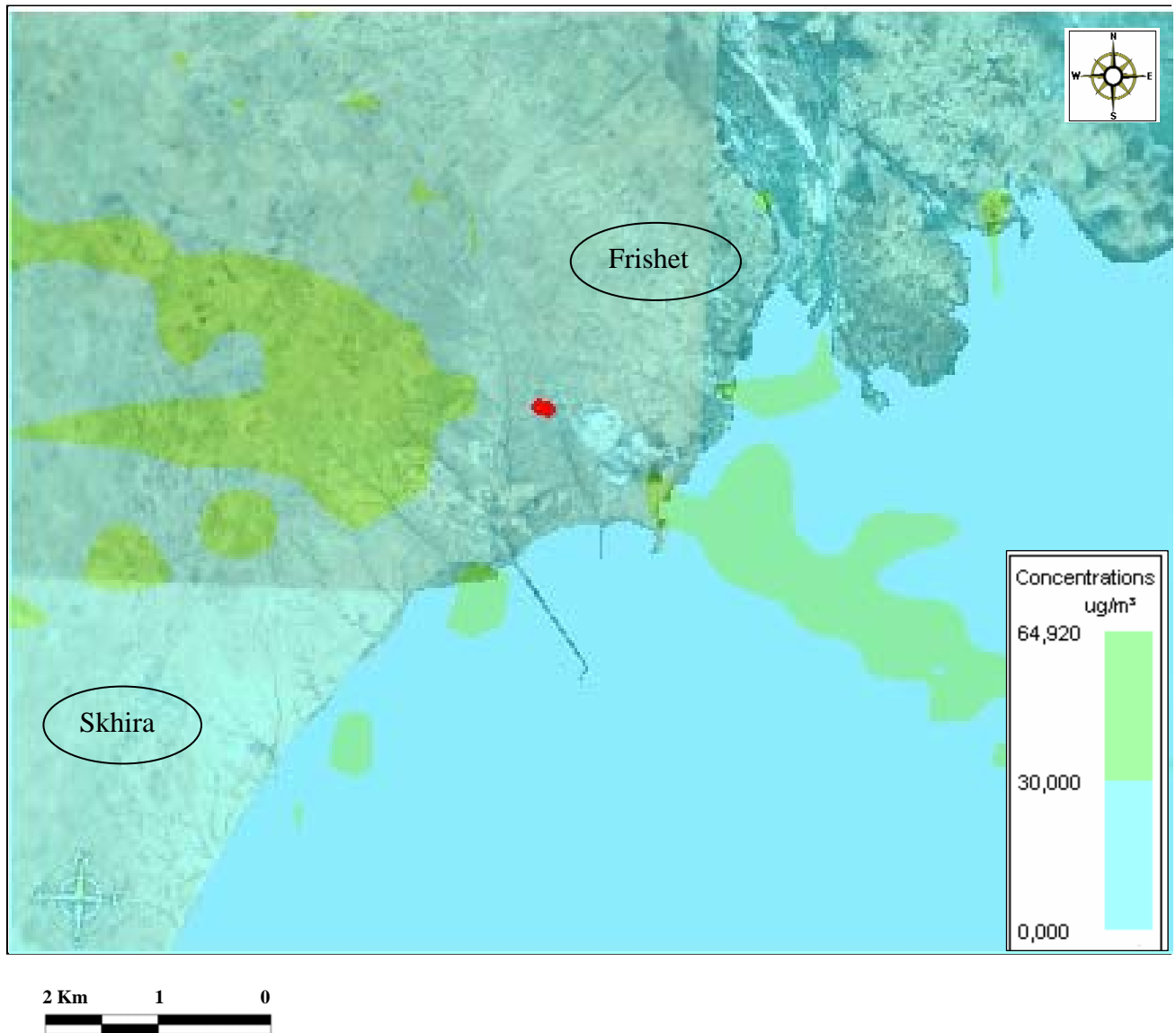


2 Km 1 0 Km



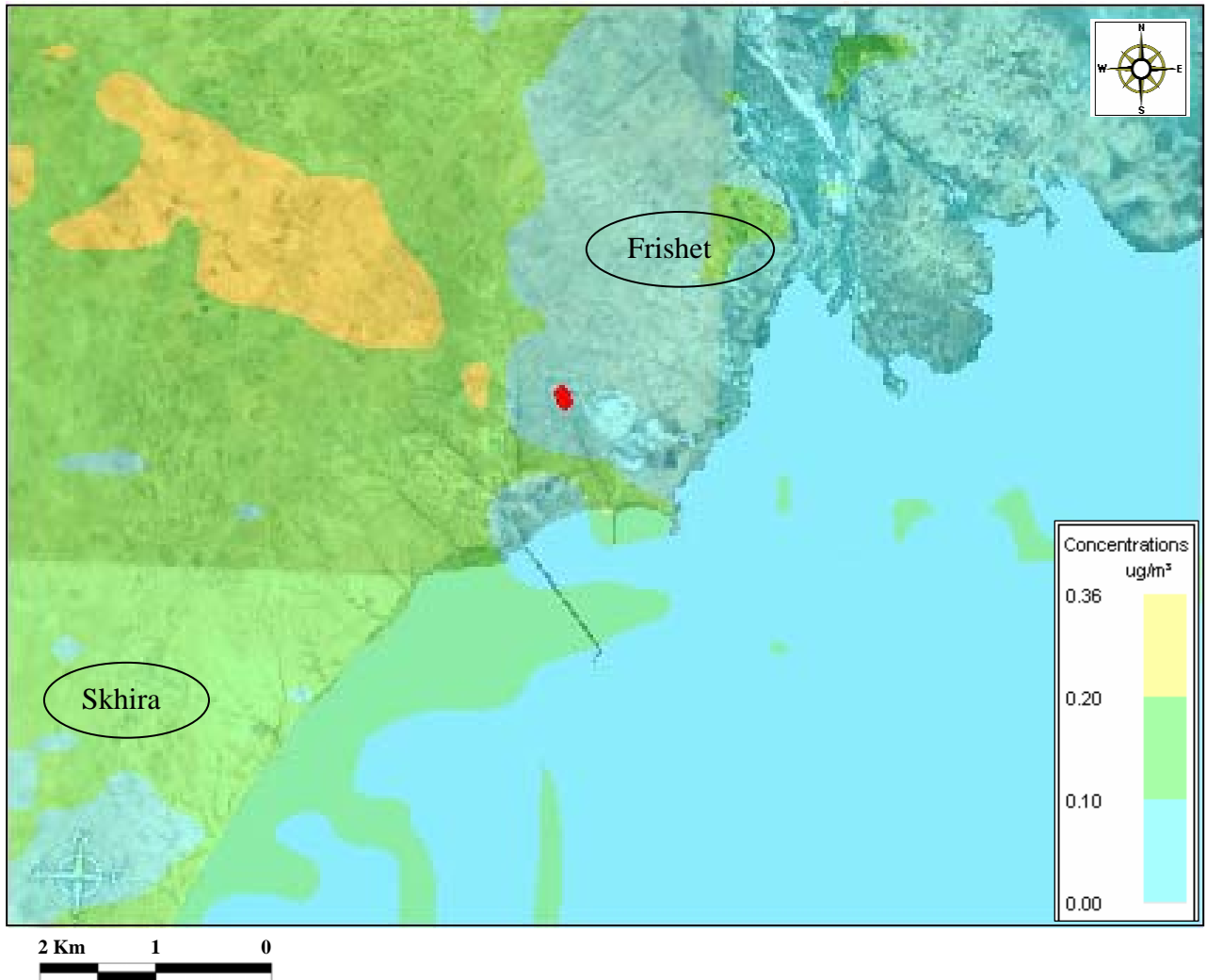
<p>Projet Fichier: Skhira GCT SO2 (horaire estivale).pjt</p> <p>Environnement Fichier: skhira+mer_google2.bmp Milieu récepteur: rural</p> <p>Données météorologiques Fichier: Gab9905.met Nombre de données: 17711</p> <p>Composé à l'étude Nom: oxy Considéré comme une odeur: non Vitesse terminale: 0.0 m/s</p>	<p>Objets émetteurs Nombre de points: 2 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 0 Nombre de sources instannées: 0 Débit total: 4.8 E+02 g/s</p> <p>Objets récepteurs Nombre de points: 0 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 3</p> <p>Type de simulation Maxima moyens sur 24 h</p>	<p>Modélisation Modèle de surélévation: EPA Modèle de dispersion: Gaussien Réflexion au sol: oui Réflexion au plafond: oui</p>
--	--	---

Figure 64646464 : Répartition de la concentration max sur 24 en SO2 (Période hivernale) – Skhira GCT



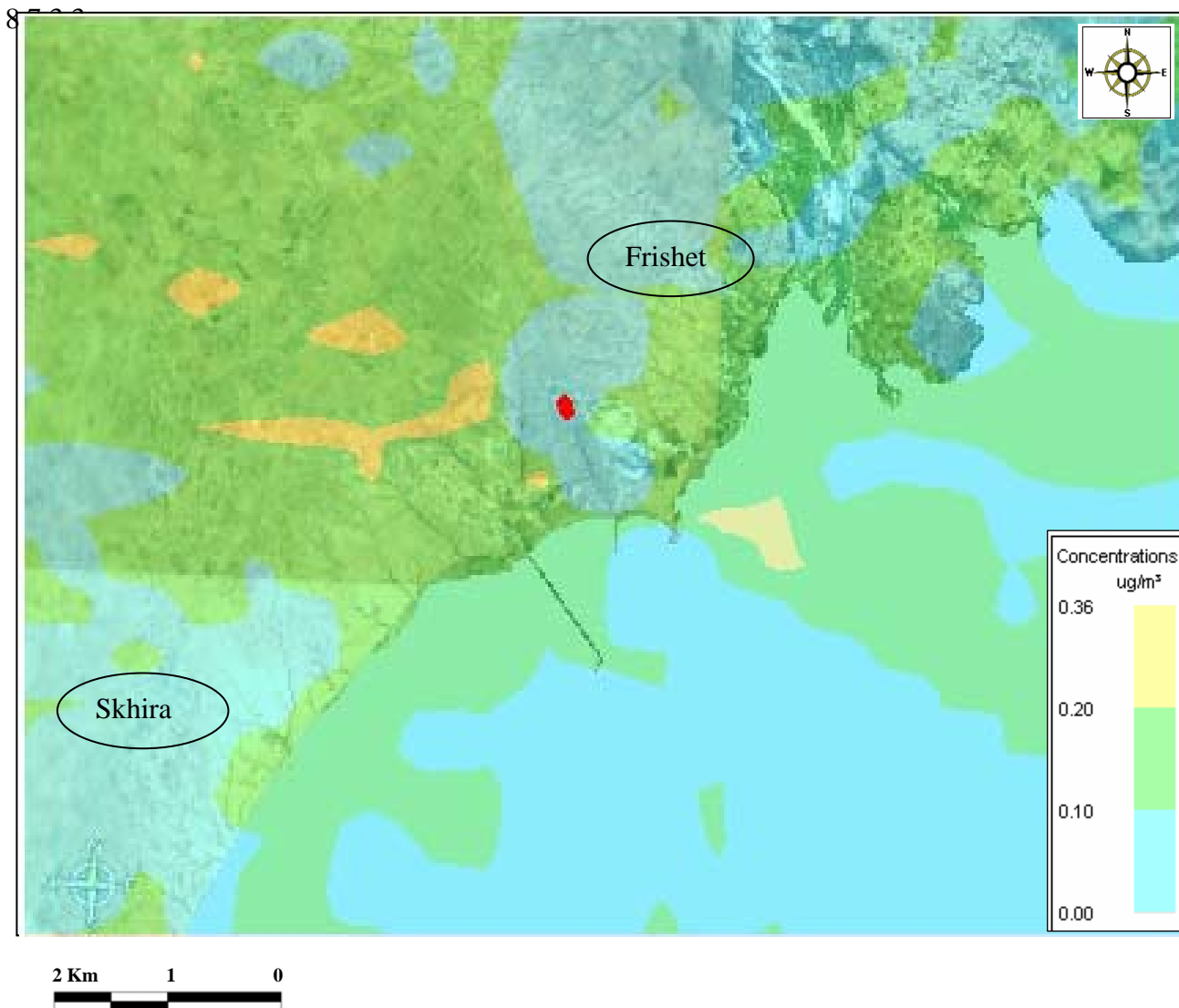
<p>Projet Fichier: Skhira GCT SO2</p> <p>Environnement Fichier: skhira+mer_google2.bmp Milieu récepteur: rural</p> <p>Données météorologiques Fichier: Gab9905.met Nombre de données: 26088</p> <p>Composé à l'étude Nom: oxy Considéré comme une odeur: non Vitesse terminale: 0,0 m/s</p>	<p>Objets émetteurs Nombre de points: 2 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 0 Nombre de sources instantanées: 0 Débit total: 4,8 E+02 g/s</p> <p>Objets récepteurs Nombre de points: 0 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 3</p> <p>Type de simulation Maxima moyens sur 24 h</p>	<p>Modélisation Modèle de surélévation: EPA Modèle de dispersion: Gaussien Réflexion au sol: oui Réflexion au plafond: oui</p>
---	--	---

Figure 65656565 : Répartition de la concentration max sur en Fluor (Période estivale) – Skhira GCT



<p>Projet Fichier: Skhira GCT Fluor</p> <p>Environnement Fichier: skhira+mer_google2.bmp Milieu récepteur: rural</p> <p>Données météorologiques Fichier: Gab9905.met Nombre de données: 17712</p> <p>Composé à l'étude Nom: Fluo Considéré comme une odeur: non Vitesse terminale: 0.0 m/s</p>	<p>Objets émetteurs Nombre de points: 2 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 0 Nombre de sources instannées: 0 Débit total: 1.3 E+00 g/s</p> <p>Objets récepteurs Nombre de points: 0 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 3</p> <p>Type de simulation Maxima moyens sur 24 h</p>	<p>Modélisation Modèle de surélévation: EPA Modèle de dispersion: Gaussien Réflexion au sol: oui Réflexion au plafond: oui</p>
--	---	---

Figure 66666666 : Répartition de la concentration max sur en Fluor (Période hivernale) – Skhira GCT



Projet	Objets émetteurs	Modélisation
Fichier: Skhira GCT Fluor	Nombre de points: 2	Modèle de surélévation: EPA
Environnement	Nombre de lignes: 0	Modèle de dispersion: Gaussien
Fichier: skhira+mer_google2.bmp	Nombre de surfaces: 0	Réflexion au sol: oui
Milieu récepteur: rural	Nombre de sources instannées: 0	Réflexion au plafond: oui
Données météorologiques	Débit total: 1.3 E+00 g/s	
Fichier: Gab9905.met	Objets récepteurs	
Nombre de données: 26088	Nombre de points: 0	
Composé à l'étude	Nombre de lignes: 0	
Nom: Fluo	Nombre de surfaces: 3	
Considéré comme une odeur: non	Type de simulation	
Vitesse terminale: 0.0 m/s	Maxima moyens sur 24 h	

8.7.3.4 Cas 2 : Modélisation des rejets atmosphériques de l'unité projetée TIFERT

8.7.3.4.1 Résultats de la modélisation des rejets de SO₂ de la cheminée d'acide sulfurique

Concentration maximale tri-horaires des SO₂

Les résultats de la simulation tri-horaires de la concentration maximale de SO₂ montre qu'il n'existe aucun dépassement des exigences de la norme tunisienne NT 106.04.

En effet, à partir des figures 60 et 61, on distingue 2 périodes de répartition de la concentration de SO₂ :

- La période hivernale : la concentration maximale tri-horaire située entre 100 et 221 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- La période estivale : la concentration maximale est comprise entre 100 et 270 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il n'y a pas de dépassement par rapport à la norme

Dans les zones d'habitation proche du site, nous relevons :

- Pour Frichet

En hiver, une concentration maximale tri-horaire qui ne dépasse pas 133 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En été, une concentration maximale tri-horaire qui ne dépasse pas 103 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Pour la ville de Skhira

En été, une concentration maximale tri-horaire qui ne dépasse pas 67,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En été, une concentration maximale tri-horaire qui ne dépasse pas 64,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ces valeurs sont en dessous de la valeur limite de 1300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de la norme tunisienne NT106.04.

Concentration maximale journalière des SO₂

L'observation de la dispersion atmosphérique de la concentration en SO₂ à l'échelle de la journée (Figure 62 et 63) montre une répartition moins lissée que celle des maximums tri-horaires.

Pour les deux périodes hivernale et estivale, la concentration maximale retrouvée au niveau de la zone d'étude ne dépasse pas les 8,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, soit nettement au dessous de la limite autorisée par la norme tunisienne NT106.04 qui est de 365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dans les zones d'habitation proche du site, nous relevons

- Pour Frichet

En hiver, la concentration maximale journalière ne dépasse pas les 1,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

En été, la concentration maximale journalière ne dépasse pas les 0,003 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- Pour la ville de Skhira

En hiver, la concentration maximale journalière varie de 1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

En été, la concentration maximale journalière varie de 3,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nous relevons donc une situation satisfaisante.

8.7.3.5 Résultats de la modélisation des rejets de fluor de la cheminée d'acide phosphorique

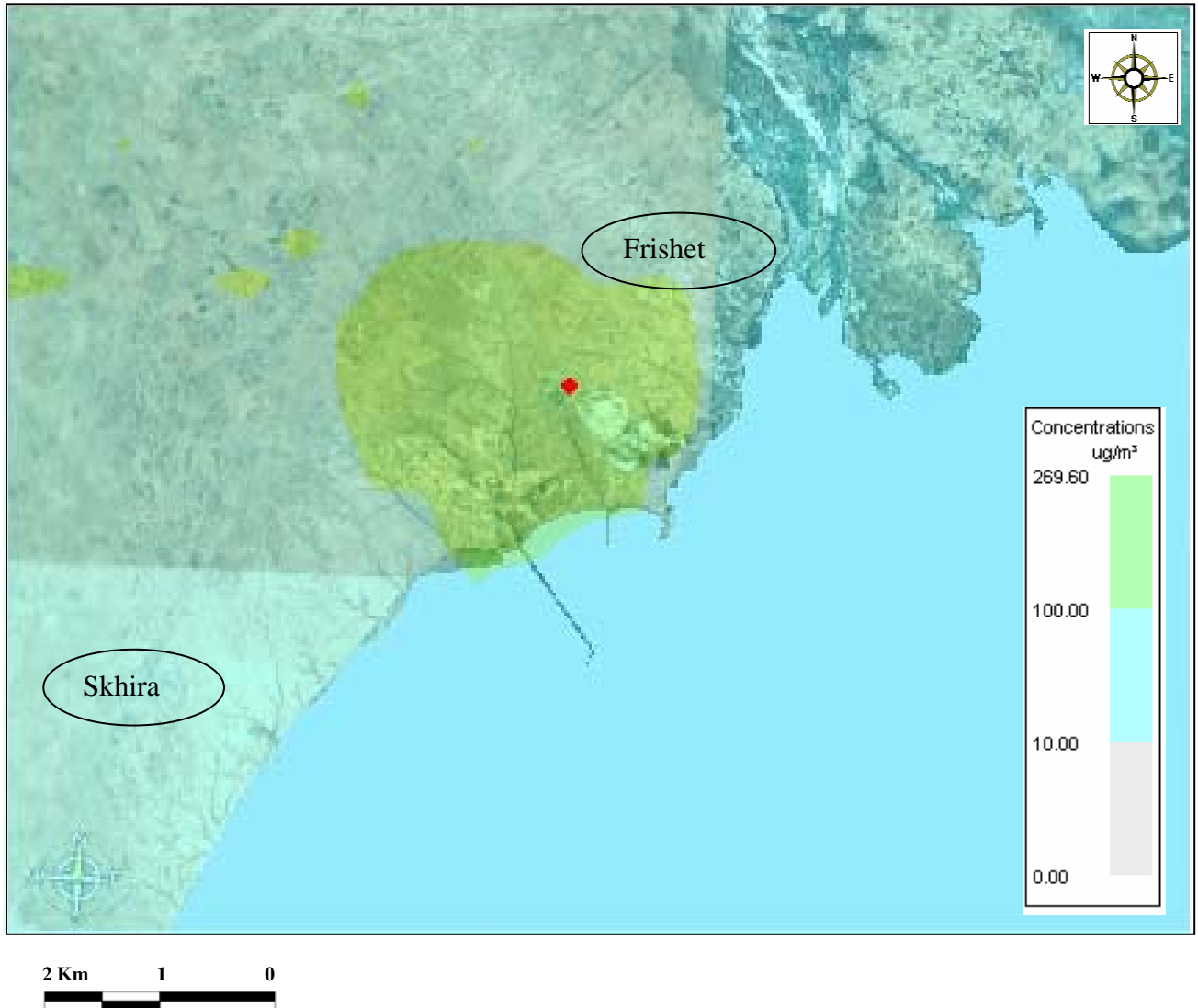
L'étude par modélisation numérique de la dispersion des rejets des concentrations du fluor montre que l'émanation du fluor dans l'atmosphère est **inférieure** à ces valeurs guides et

valeur limite. En effet, en hiver comme en été, les concentrations aux alentours de l'usine existante ne dépassent pas $0,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Cf figures 64 et 65).

Dans les zones d'habitation proche du site, Frichet et Skhira, nous relevons des concentrations maximales très faibles ($<2,5 \cdot 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$).

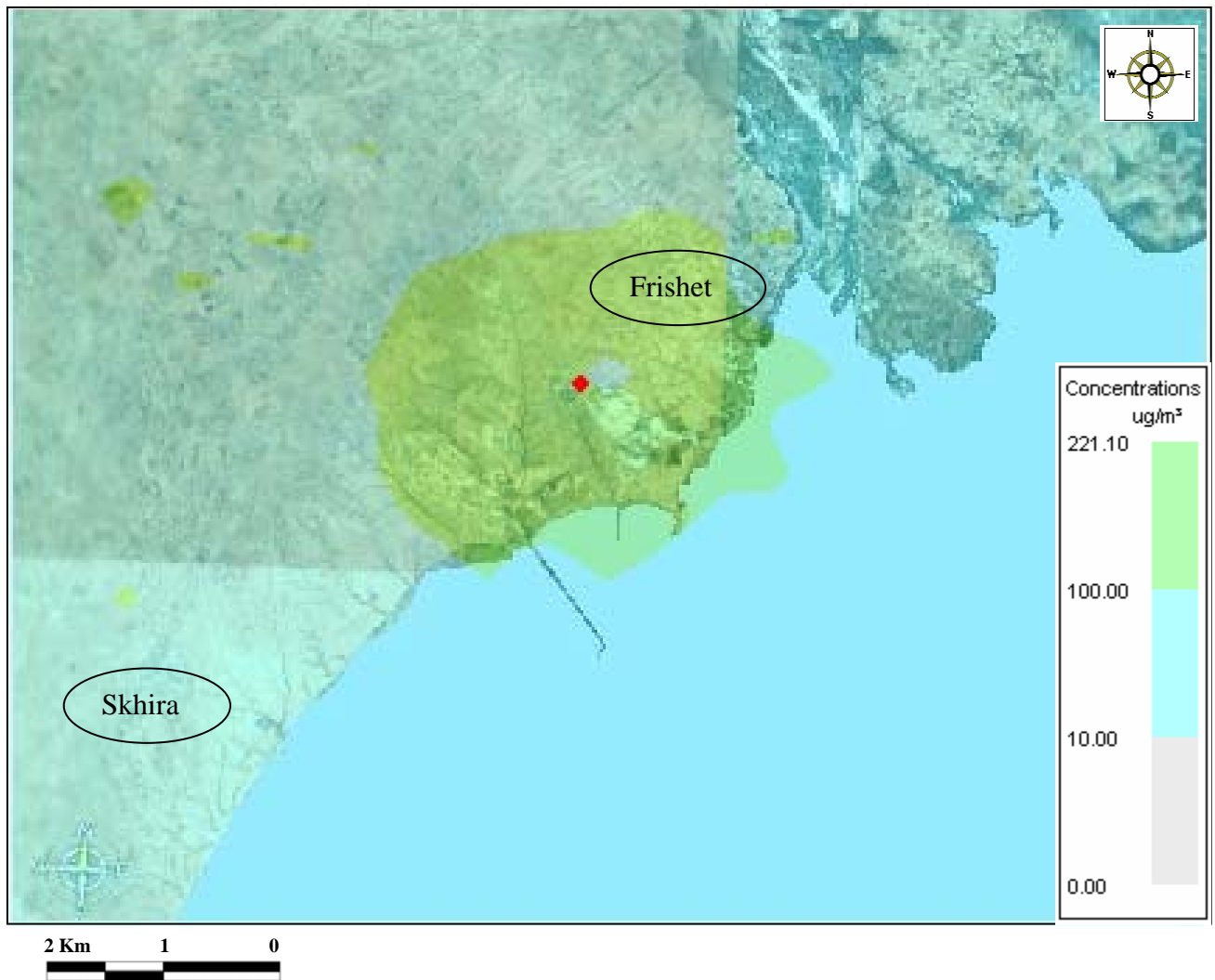
Nous relevons donc une situation satisfaisante.

Figure 67676767 : Répartition de la concentration max horaire en SO2 (Période estivale) - - Skhira TIFERT



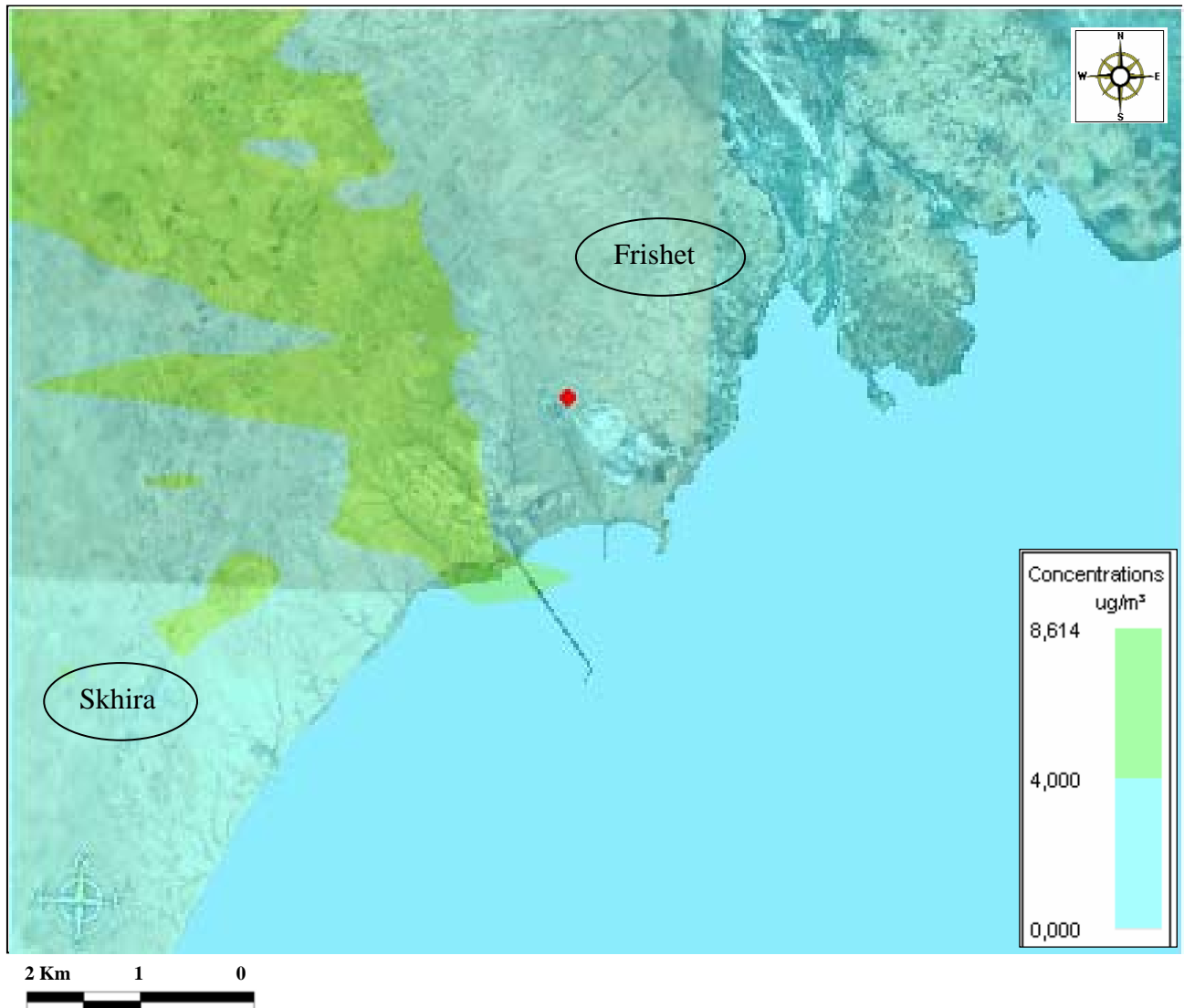
Projet	Objets émetteurs	Modélisation
Fichier: Skhira TIFERT SO2 (horaire estivale).pjt	Nombre de points: 1	Modèle de surélévation: EPA
Environnement	Nombre de lignes: 0	Modèle de dispersion: Gaussien
Fichier: skhira+mer_google2.bmp	Nombre de surfaces: 0	Réflexion au sol: oui
Milieu récepteur: rural	Nombre de sources instannées: 0	Réflexion au plafond: oui
Données météorologiques	Débit total: 7.9 E+01 g/s	
Fichier: Gab9905.met	Objets récepteurs	
Nombre de données: 17711	Nombre de points: 0	
Composé à l'étude	Nombre de lignes: 0	
Nom: oxy	Nombre de surfaces: 3	
Considéré comme une odeur: non	Type de simulation	
Vitesse terminale: 0.0 m/s	Maxima moyens sur 2 h	

Figure 68686868 : Répartition de la concentration max horaire en SO₂x(Période hivernale) –TIFERT



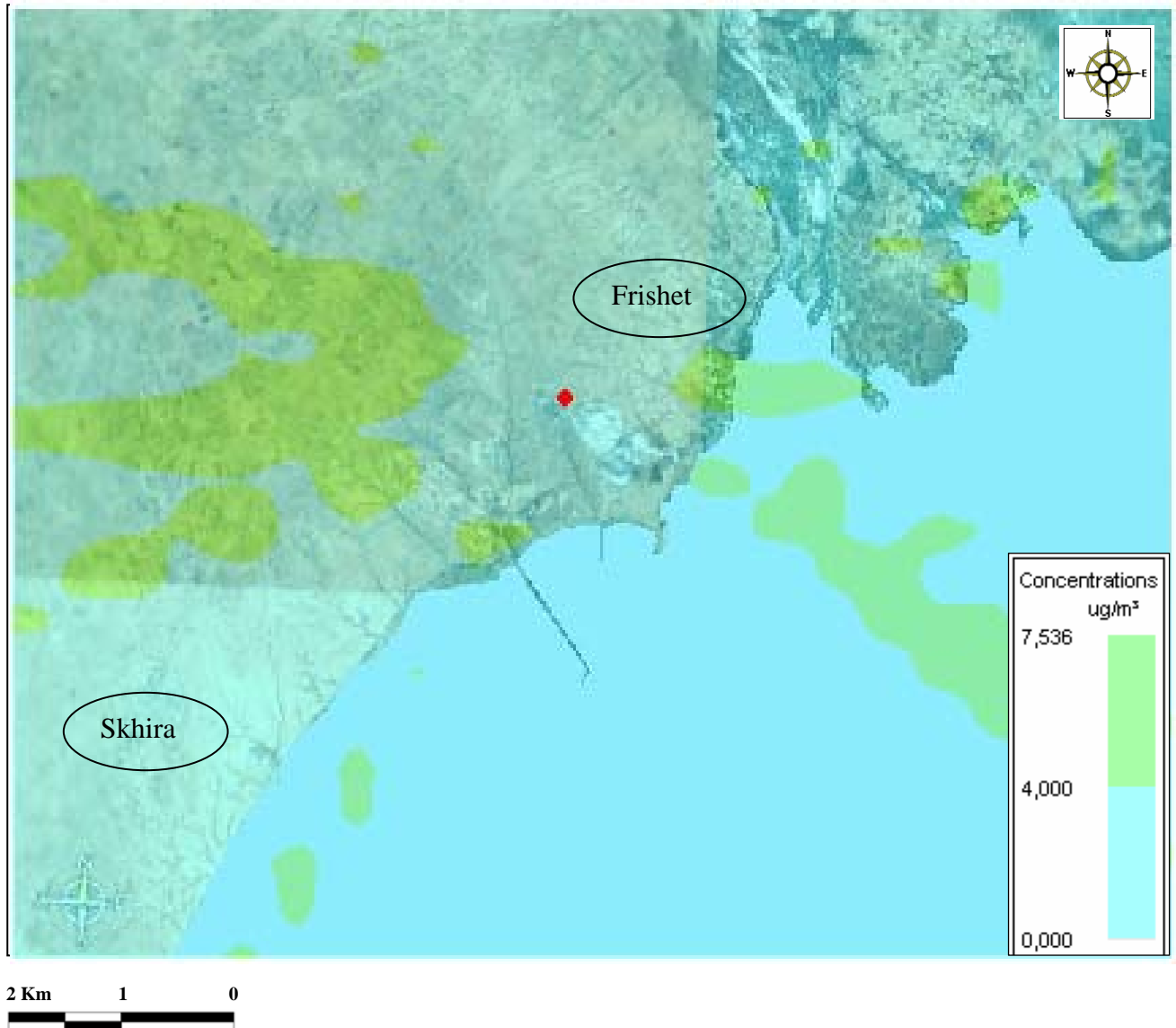
Projet	Objets émetteurs	Modélisation
Fichier: Skhira TIFERT SO2 (horaire hivernale).pjt	Nombre de points: 1	Modèle de surélévation: EPA
Environnement	Nombre de lignes: 0	Modèle de dispersion: Gaussien
Fichier: skhira+mer_google2.bmp	Nombre de surfaces: 0	Réflexion au sol: oui
Milieu récepteur: rural	Nombre de sources instannées: 0	Réflexion au plafond: oui
Données météorologiques	Débit total: 7.9 E+01 g/s	
Fichier: Gab9905.met	Objets récepteurs	
Nombre de données: 26088	Nombre de points: 0	
Composé à l'étude	Nombre de lignes: 0	
Nom: oxy	Nombre de surfaces: 3	
Considéré comme une odeur: non	Type de simulation	
Vitesse terminale: 0.0 m/s	Maxima moyens sur 2 h	

Figure 696969 : Répartition de la concentration max sur 24 heures en SO2 (Période estivale) – Skhira TIFERT



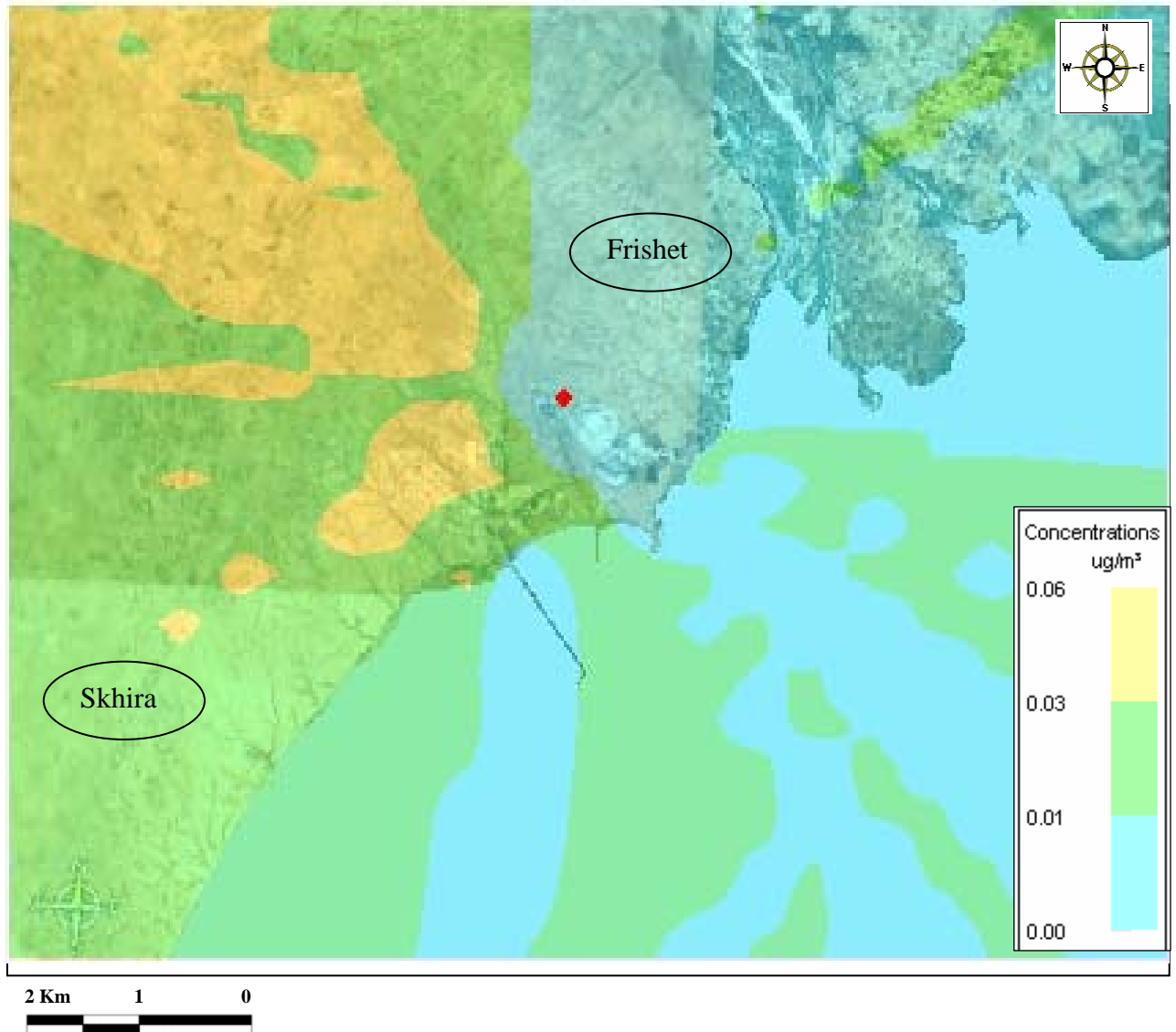
<p>Projet Fichier: Skhira TIFERT SO2</p> <p>Environnement Fichier: skhira+mer_google2.bmp Milieu récepteur: rural</p> <p>Données météorologiques Fichier: Gab9905.met Nombre de données: 17711</p> <p>Composé à l'étude Nom: oxy Considéré comme une odeur: non Vitesse terminale: 0,0 m/s</p>	<p>Objets émetteurs Nombre de points: 1 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 0 Nombre de sources instancées: 0 Débit total: 7,9 E+01 g/s</p> <p>Objets récepteurs Nombre de points: 0 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 3</p> <p>Type de simulation Maxima moyens sur 24 h</p>	<p>Modélisation Modèle de surélévation: EPA Modèle de dispersion: Gaussien Réflexion au sol: oui Réflexion au plafond: oui</p>
--	--	---

Figure 707070 : Répartition de la concentration max sur 24 heures en SO2 (Période hivernale) – TIFERT



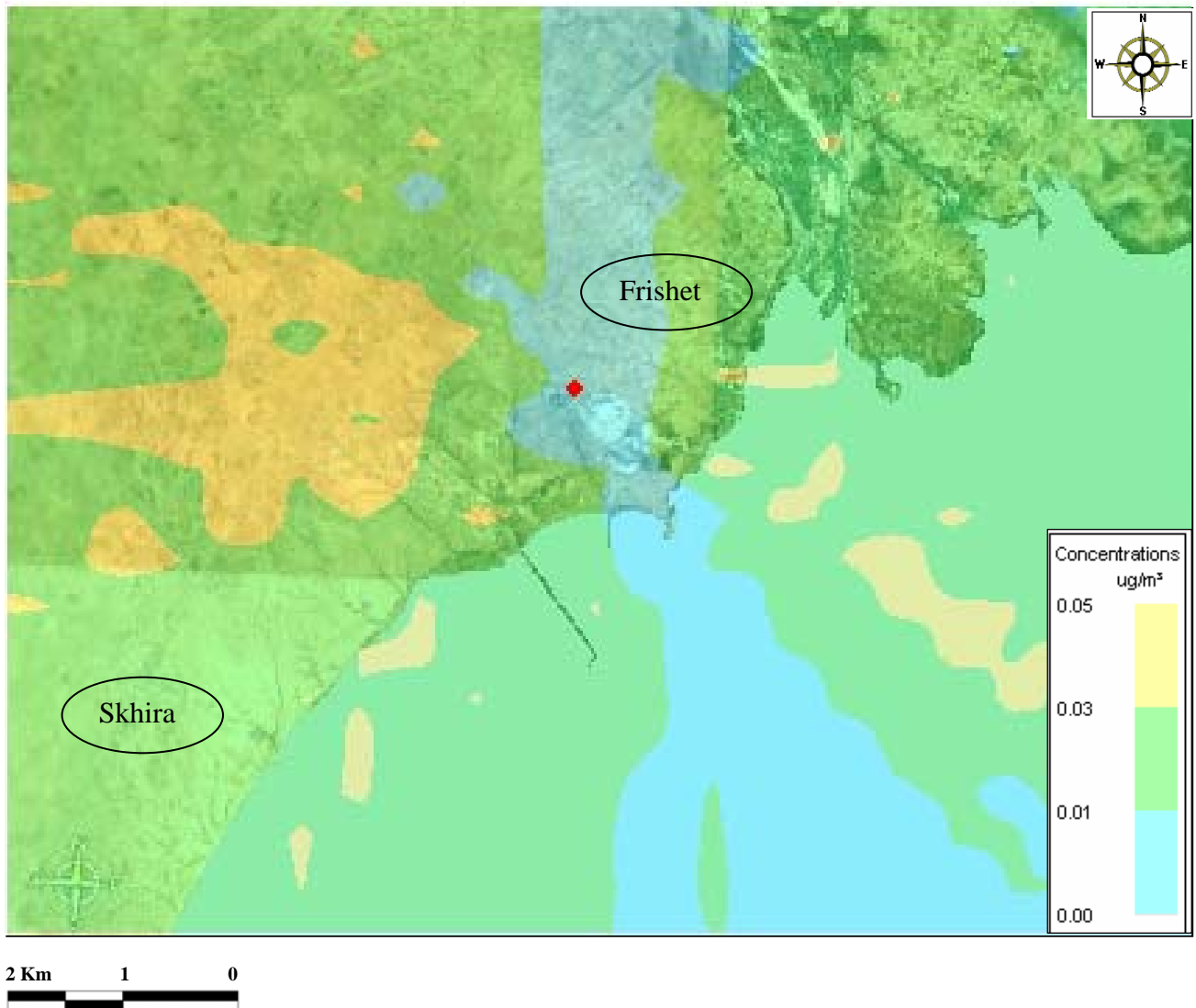
<p>Projet Fichier: Skhira TIFERT SO2</p> <p>Environnement Fichier: skhira+mer_google2.bmp Milieu récepteur: rural</p> <p>Données météorologiques Fichier: Gab9905.met Nombre de données: 26088</p> <p>Composé à l'étude Nom: oxy Considéré comme une odeur: non Vitesse terminale: 0,0 m/s</p>	<p>Objets émetteurs Nombre de points: 1 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 0 Nombre de sources instannées: 0 Débit total: 7,9 E+01 g/s</p> <p>Objets récepteurs Nombre de points: 0 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 3</p> <p>Type de simulation Maxima moyens sur 24 h</p>	<p>Modélisation Modèle de surélévation: EPA Modèle de dispersion: Gaussien Réflexion au sol: oui Réflexion au plafond: oui</p>
--	--	---

Figure 71717171 : Répartition de la concentration max en Fluor (Période estivale) – Skhira TIFERT



<p>Projet Fichier: Skhira TIFERT Fluor</p> <p>Environnement Fichier: skhira+mer_google2.bmp Milieu récepteur: rural</p> <p>Données météorologiques Fichier: Gab9905.met Nombre de données: 17712</p> <p>Composé à l'étude Nom: Fluo Considéré comme une odeur: non Vitesse terminale: 0.0 m/s</p>	<p>Objets émetteurs Nombre de points: 1 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 0 Nombre de sources instanciées: 0 Débit total: 4.9 E-01 g/s</p> <p>Objets récepteurs Nombre de points: 0 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 3</p> <p>Type de simulation Maxima moyens sur 24 h</p>	<p>Modélisation Modèle de surélévation: EPA Modèle de dispersion: Gaussien Réflexion au sol: oui Réflexion au plafond: oui</p>
---	---	---

Figure 72727272 : Répartition de la concentration max en Fluor (Période hivernale) –TIFERT



<p>Projet Fichier: Skhira TIFERT</p> <p>Environnement Fichier: skhira+mer_google2.bmp Milieu récepteur: rural</p> <p>Données météorologiques Fichier: Gab9905.met Nombre de données: 26088</p> <p>Composé à l'étude Nom: Fluo Considéré comme une odeur: non Vitesse terminale: 0.0 m/s</p>	<p>Objets émetteurs Nombre de points: 1 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 0 Nombre de sources instannées: 0 Débit total: 4.9 E-01 g/s</p> <p>Objets récepteurs Nombre de points: 0 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 3</p> <p>Type de simulation Maxima moyens sur 24 h</p>	<p>Modélisation Modèle de surélévation: EPA Modèle de dispersion: Gaussien Réflexion au sol: oui Réflexion au plafond: oui</p>
---	--	---

8.7.3.6 Cas 3 : Modélisation des rejets atmosphériques cumulés des deux unités GCT-SKHIRA et TIFERT

8.7.3.6.1 Résultats de la modélisation des rejets de SO₂ de la cheminée d'acide sulfurique

Concentration maximale tri-horaires des SO₂

Les résultats de la simulation tri-horaires de la concentration maximale de SO₂ montre qu'en certains endroits, la concentration en SO₂ dépasse les exigences de la norme tunisienne NT 106.04.

En effet, à partir des figures 66 et 67, on distingue 2 périodes de répartition de la concentration de SO₂ :

- La période hivernale : la concentration maximale tri-horaire située entre 1300 et 1900 µg/m³, pour 2 zones situées à l'Est et à l'Ouest de l'usine, à une distance comprise entre 500 et 1000 m
- La période estivale : la concentration maximale est comprise entre 1300 et 2104 µg/m³, pour une zone située dans un rayon de 500 à 800 m autour de l'usine

La zone autour de l'usine existante, comprise dans un rayon de 500 à 1000 m, présente, pour la concentration maximale tri-horaire de SO₂, un dépassement par rapport à la norme (SO₂ >1300 mg/l).

Dans les zones d'habitation proche du site, nous relevons :

- Pour Frichet

En hiver, une concentration maximale tri-horaire qui ne dépasse pas 942 µg/m³.

En été, une concentration maximale tri-horaire qui ne dépasse pas 667 µg/m³.

- Pour la ville de Skhira

En hiver, la concentration maximale tri-horaire varie entre 528 µg/m³

En été, La concentration maximale tri-horaire varie entre 518 µg/m³

Ces valeurs sont en dessous de la valeur limite de 1300 µg/m³ de la norme tunisienne NT106.04.

Concentration maximale journalière des SO₂

L'observation de la dispersion atmosphérique de la concentration en SO₂ à l'échelle de la journée (Figure 68 et 69) montre une répartition moins lissée que celle des maximums tri-horaires.

Pour les deux périodes hivernale et estivale, la concentration maximale retrouvée au niveau de la zone d'étude ne dépasse pas les 67 µg/m³, soit nettement au dessous de la limite autorisée par la norme tunisienne NT106.04 qui est de 365 µg/m³.

Dans les zones d'habitation proche du site, nous relevons :

- Pour Frichet

En hiver, la concentration maximale journalière ne dépasse pas les 20,8 µg/m³

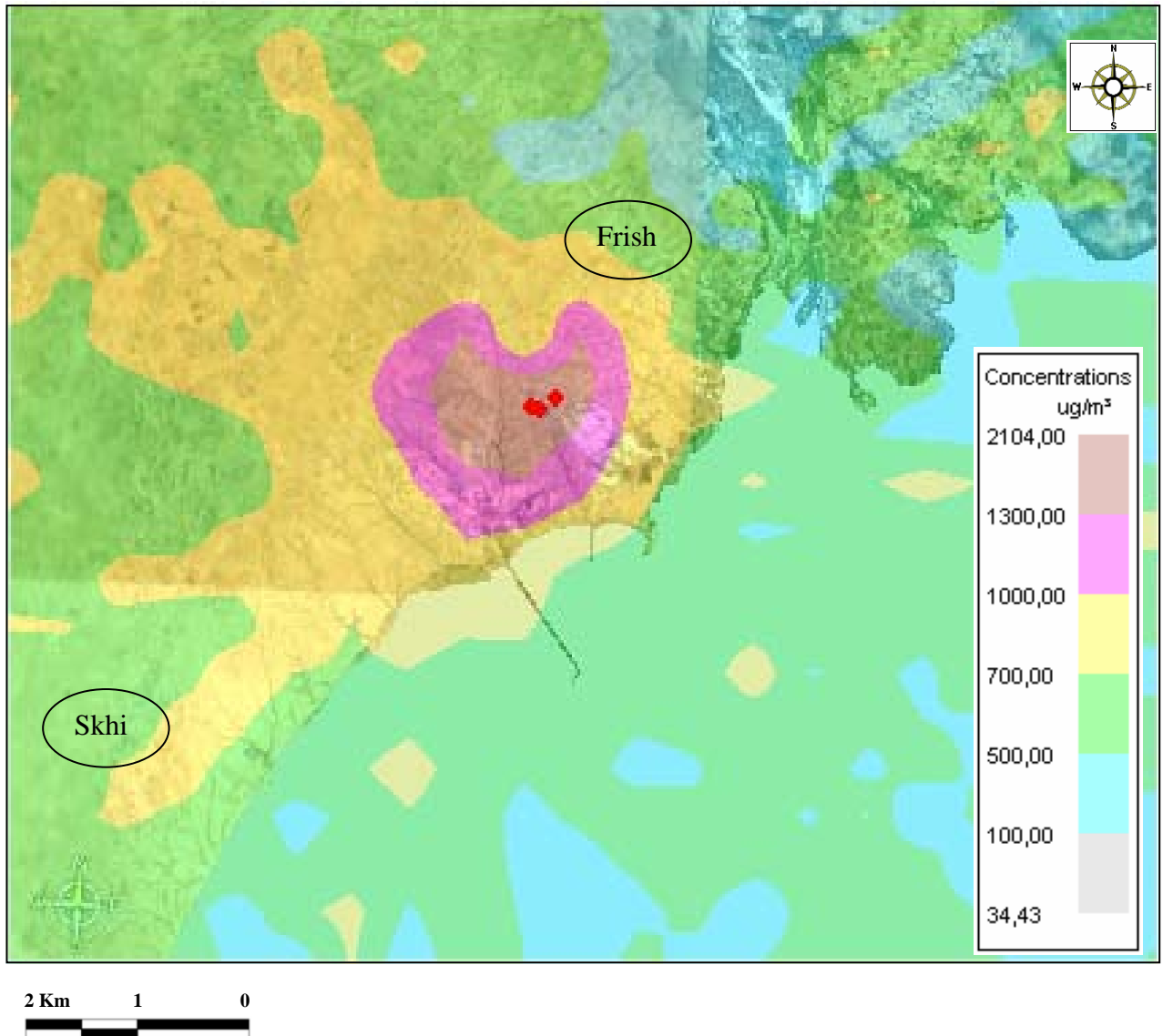
En été, la concentration maximale journalière ne dépasse pas les 1,2 µg/m³

- Pour la ville de Skhira

En hiver, la concentration maximale journalière varie de 14,4 µg/m³

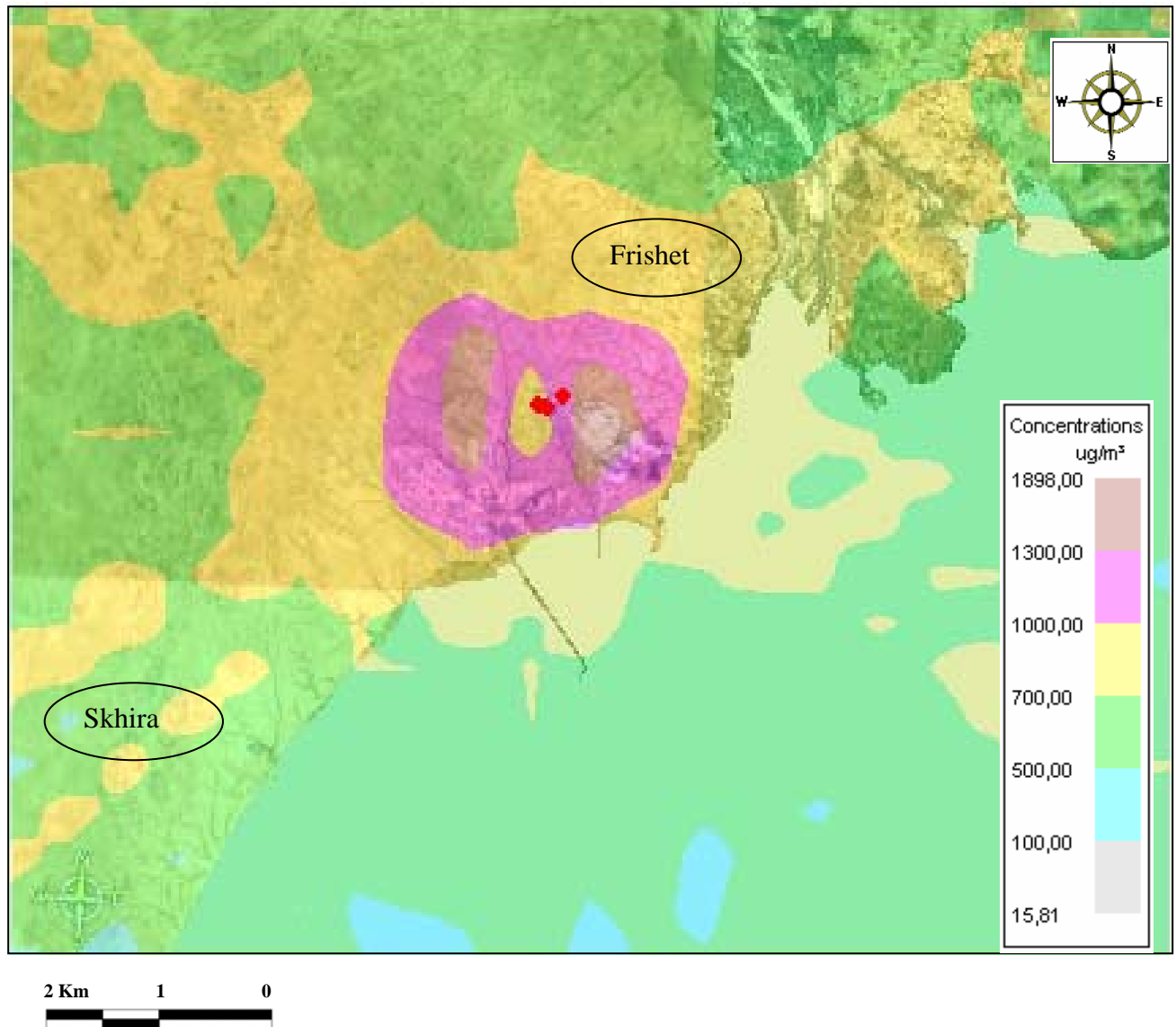
En été, la concentration maximale journalière varie de 26,5 µg/m³.

Figure 73737373 : Répartition de la concentration max horaire en SO2 (Période estivale) - - Skhira TIFERT + Skhira GCT (Effet cumulé)



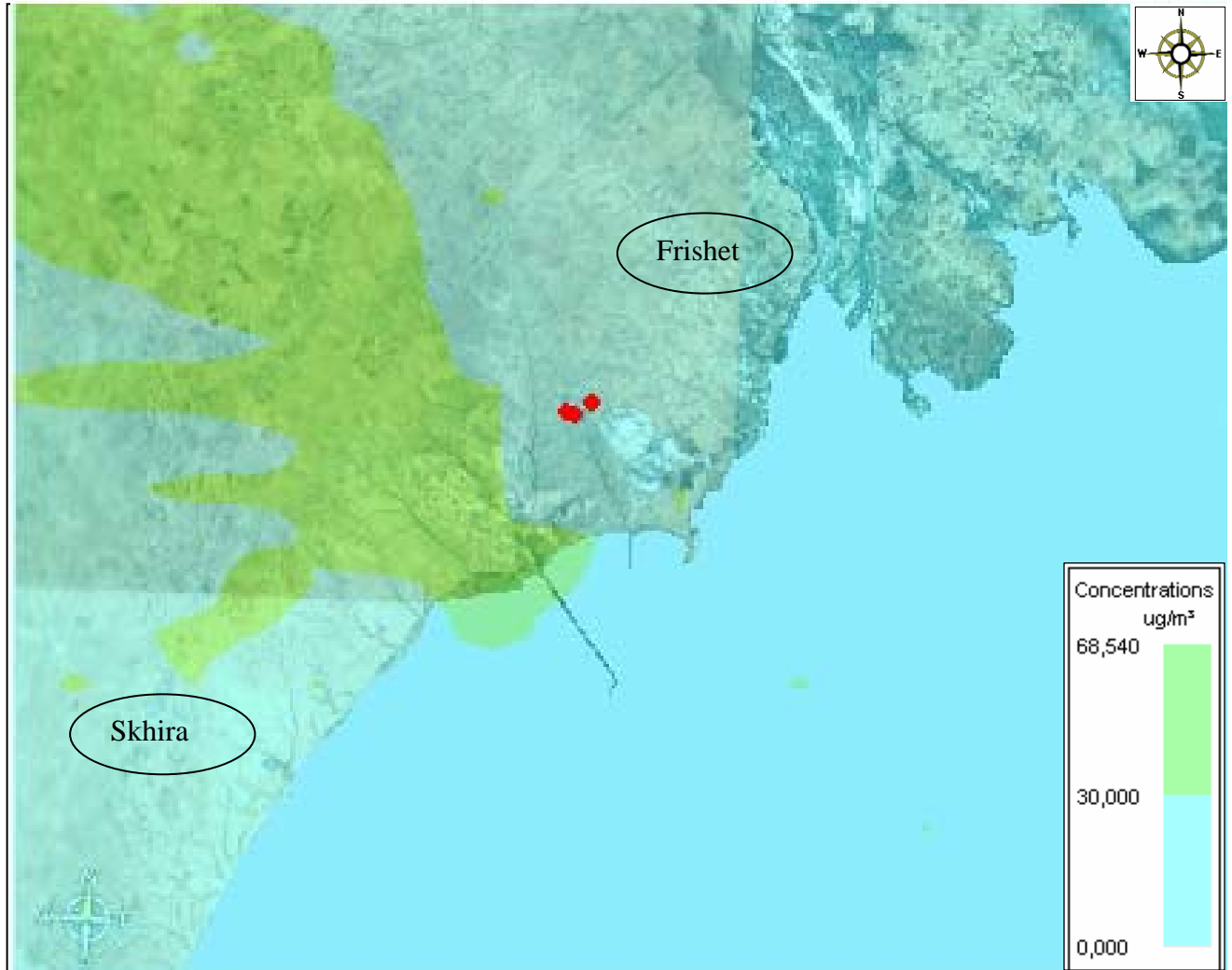
<p>Projet Fichier: Skhira TIFERT+GCT cumulé SO2 (horaire estivale).p</p> <p>Environnement Fichier: skhira+mer_google2.bmp Milieu récepteur: rural</p> <p>Données météorologiques Fichier: Gab9905.met Nombre de données: 17711</p> <p>Composé à l'étude Nom: oxy Considéré comme une odeur: non Vitesse terminale: 0,0 m/s</p>	<p>Objets émetteurs Nombre de points: 3 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 0 Nombre de sources instannées: 0 Débit total: 5,6 E+02 g/s</p> <p>Objets récepteurs Nombre de points: 0 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 3</p> <p>Type de simulation Maxima moyens sur 2 h</p>	<p>Modélisation Modèle de surélévation: EPA Modèle de dispersion: Gaussien Réflexion au sol: oui Réflexion au plafond: oui</p>
--	--	---

Figure 74747474 : Répartition de la concentration max horaire en SO₂ (Période hivernale) - Skhira TIFERT + Skhira GCT (Effet cumulé)



Projet	Objets émetteurs	Modélisation
Fichier: Skhira TIFERT+GCT cumulé SO ₂ (horaire hivernale)	Nombre de points: 3	Modèle de surélévation: EPA
Environnement	Nombre de lignes: 0	Modèle de dispersion: Gaussien
Fichier: skhira+mer_google2.bmp	Nombre de surfaces: 0	Réflexion au sol: oui
Milieu récepteur: rural	Nombre de sources instannées: 0	Réflexion au plafond: oui
Données météorologiques	Débit total: 5,6 E+02 g/s	
Fichier: Gab9905.met	Objets récepteurs	
Nombre de données: 26088	Nombre de points: 0	
Composé à l'étude	Nombre de lignes: 0	
Nom: oxy	Nombre de surfaces: 3	
Considéré comme une odeur: non	Type de simulation	
Vitesse terminale: 0,0 m/s	Maxima moyens sur 2 h	

Figure 757575 : Répartition de la concentration max sur 24 heures en SO2 (Période estivale) - Skhira TIFERT + Skhira GCT (Effet cumulé)



2 Km 1 0

<p>Projet Fichier: Skhira TIFERT+GCT cumulé SO2</p> <p>Environnement Fichier: skhira+mer_google2.bmp Milieu récepteur: rural</p> <p>Données météorologiques Fichier: Gab9905.met Nombre de données: 17711</p> <p>Composé à l'étude Nom: oxy Considéré comme une odeur: non Vitesse terminale: 0,0 m/s</p>	<p>Objets émetteurs Nombre de points: 3 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 0 Nombre de sources instannées: 0 Débit total: 5,6 E+02 g/s</p> <p>Objets récepteurs Nombre de points: 0 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 3</p> <p>Type de simulation Maxima moyens sur 24 h</p>	<p>Modélisation Modèle de surélévation: EPA Modèle de dispersion: Gaussien Réflexion au sol: oui Réflexion au plafond: oui</p>
---	---	---

Figure 767676 : Répartition de la concentration max sur 24 heures en SO₂ (Période hivernale) – Skhira TIFERT + Skhira GCT (Effet cumulé)



<p>Projet</p>	<p>Objets émetteurs</p>	<p>Modélisation</p>
<p>Fichier: Skhira TIFERT+GCT cumulé SO₂</p>	<p>Nombre de points: 3</p>	<p>Modèle de surélévation: EPA</p>
<p>Environnement</p>	<p>Nombre de lignes: 0</p>	<p>Modèle de dispersion: Gaussien</p>
<p>Fichier: skhira+mer_google2.bmp</p>	<p>Nombre de surfaces: 0</p>	<p>Réflexion au sol: oui</p>
<p>Milieu récepteur: rural</p>	<p>Nombre de sources instantanées: 0</p>	<p>Réflexion au plafond: oui</p>
<p>Données météorologiques</p>	<p>Débit total: 5,6 E+02 g/s</p>	
<p>Fichier: Gab9905.met</p>	<p>Objets récepteurs</p>	
<p>Nombre de données: 26088</p>	<p>Nombre de points: 0</p>	
<p>Composé à l'étude</p>	<p>Nombre de lignes: 0</p>	
<p>Nom: oxy</p>	<p>Nombre de surfaces: 3</p>	
<p>Considéré comme une odeur: non</p>	<p>Type de simulation</p>	
<p>Vitesse terminale: 0,0 m/s</p>	<p>Maxima moyens sur 24 h</p>	

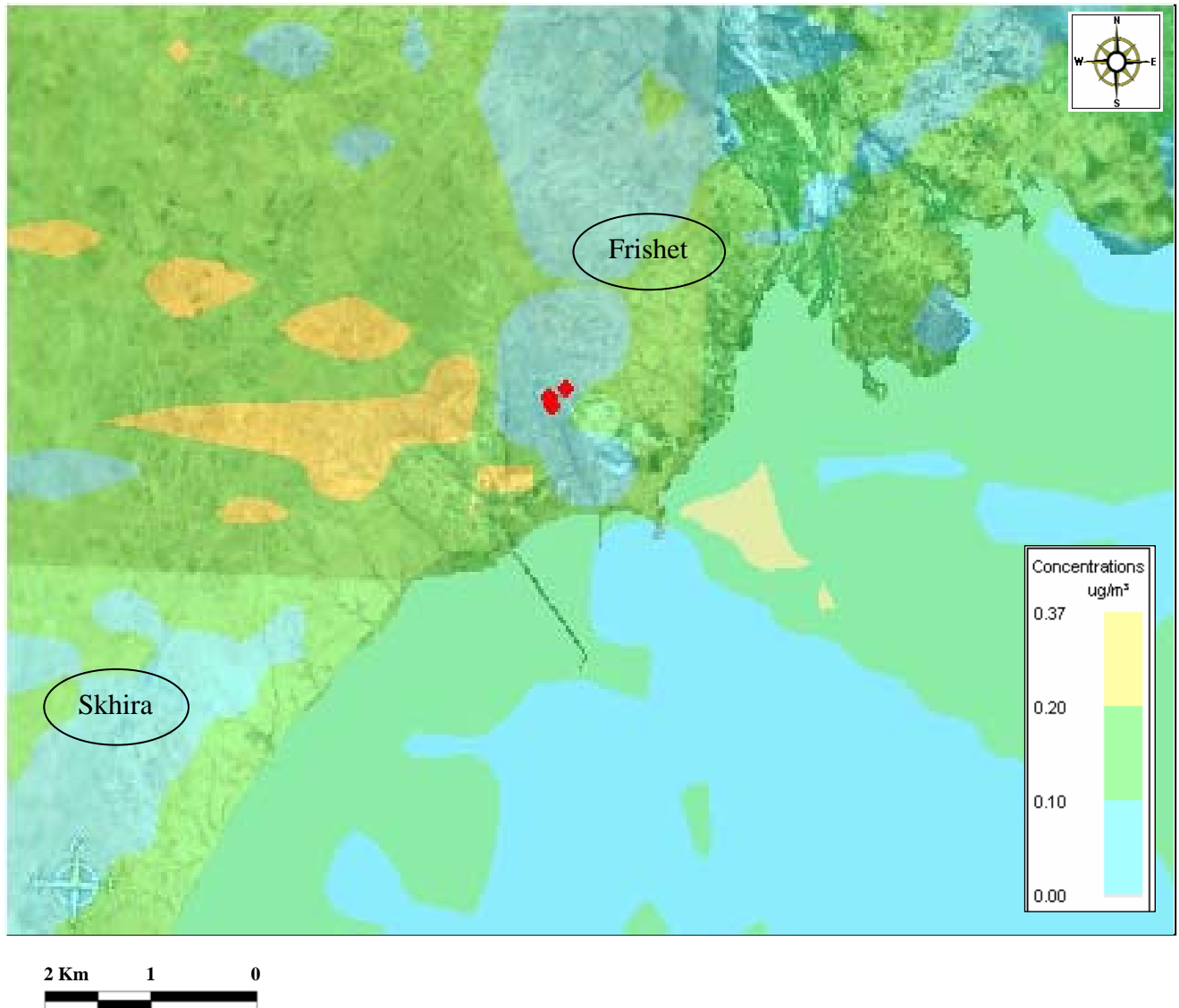
Figure 77777777 : Répartition de la concentration max sur 24 heures en Fluor (Période estivale) – Skhira TIFERT + Skhira GCT (Effet cumulé)



2 Km 1 0

<p>Projet Fichier: Skhira TIFERT+GCT cumulé Fluor</p> <p>Environnement Fichier: skhira+mer_google2.bmp Milieu récepteur: rural</p> <p>Données météorologiques Fichier: Gab9905.met Nombre de données: 17712</p> <p>Composé à l'étude Nom: Fluo Considéré comme une odeur: non Vitesse terminale: 0.0 m/s</p>	<p>Objets émetteurs Nombre de points: 3 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 0 Nombre de sources instannées: 0 Débit total: 1.7 E+00 g/s</p> <p>Objets récepteurs Nombre de points: 0 Nombre de lignes: 0 Nombre de surfaces: 3</p> <p>Type de simulation Maxima moyens sur 24 h</p>	<p>Modélisation Modèle de surélévation: EPA Modèle de dispersion: Gaussien Réflexion au sol: oui Réflexion au plafond: oui</p>
--	--	---

Figure 78787878 : Répartition de la concentration max sur 24 heures en Fluor (Période hivernale) – Skhira TIFERT + Skhira GCT (Effet cumulé)



Projet	Objets émetteurs	Modélisation
Fichier: Skhira TIFERT+GCT cumulé Fluor	Nombre de points: 3	Modèle de surélévation: EPA
Environnement	Nombre de lignes: 0	Modèle de dispersion: Gaussien
Fichier: skhira+mer_google2.bmp	Nombre de surfaces: 0	Réflexion au sol: oui
Milieu récepteur: rural	Nombre de sources instannées: 0	Réflexion au plafond: oui
Données météorologiques	Débit total: 1.7 E+00 g/s	
Fichier: Gab9905.met	Objets récepteurs	
Nombre de données: 26088	Nombre de points: 0	
Composé à l'étude	Nombre de lignes: 0	
Nom: Fluo	Nombre de surfaces: 3	
Considéré comme une odeur: non	Type de simulation	
Vitesse terminale: 0.0 m/s	Maxima moyens sur 24 h	

8.7.3.7 Points de mesures comparatifs

Afin de mieux identifier la qualité de l'air autour du site, nous avons implanté une série de points et simulé les concentrations en SO₂ et Fluor en provenance de l'usine existante GCT SKHIRA, de la future unité TIFERT et des effets cumulés.

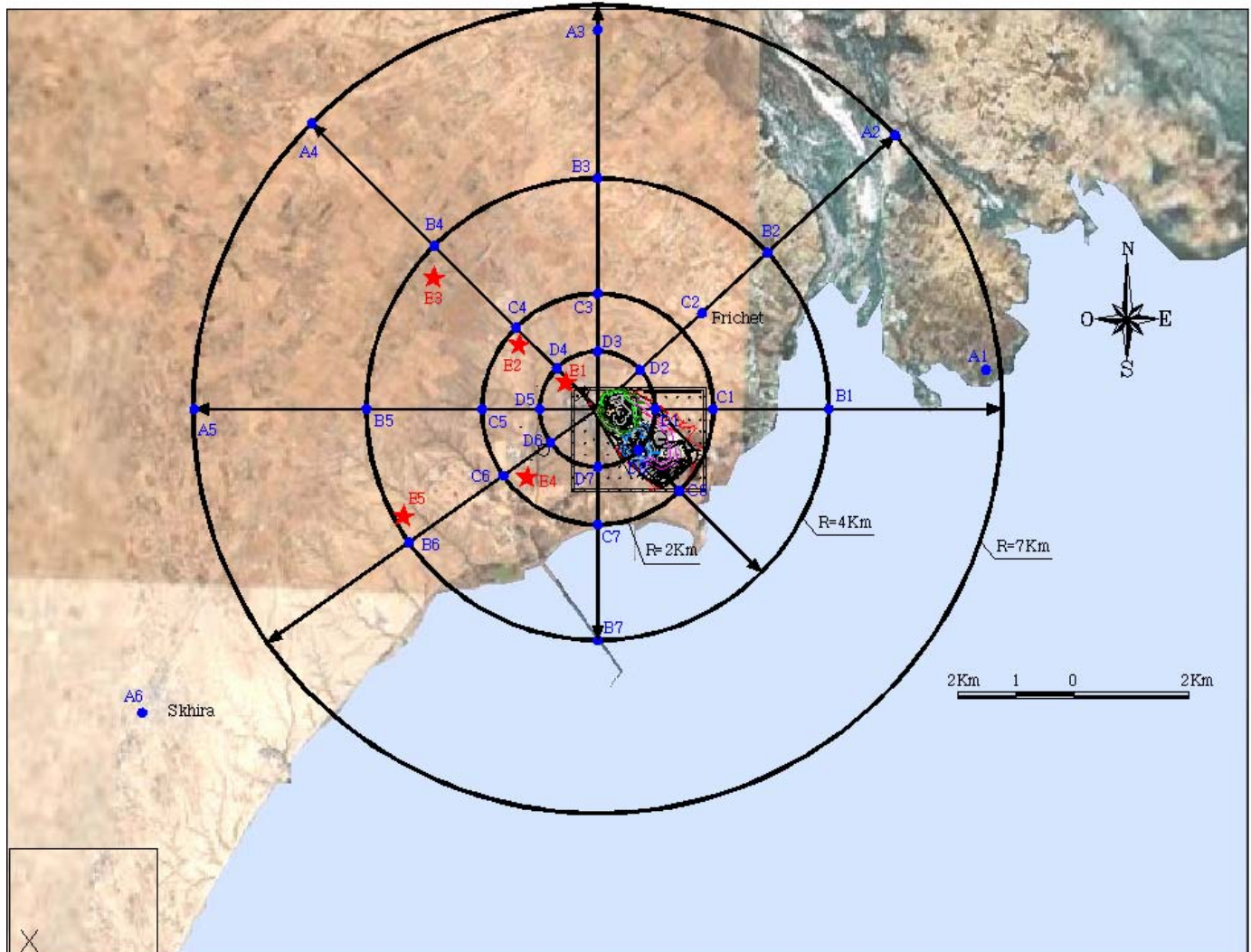


Figure 7979799 : Implantation des points de mesures autour du site

Les résultats des concentrations obtenues sont indiqués dans les tableaux suivants :

Tableau 43434343 : Concentrations horaires en SO₂ (Période Estivale) pour les différents points de mesures (en µg/m³)

Points de mesures	GCT Skhira	TIFERT	Cumulé GCT+TIFERT
A1	583	63,80	633
A2	574	78,40	638
A3	513	62,40	5782
A4	592	84,90	626
A5	629	81,70	696
A6(Skhira)	448	64,50	518
B1	495	85,90	543
B2	441	54,60	491
B3	515	71,20	536
B4	819	96,10	846
B5	689	93,70	756
B6	717	90,00	778
B7	582	65,80	634
C1	1170	115,00	1270
C2(Frichet)	610	103,00	667
C3	975	97,40	1010
C4	1140	147,00	1150
C5	931	126,00	1010
C6	877	111,00	984
C7	849	110,00	883
C8	903	116,00	950
D1	1260	222,00	1300
D2	1050	194,00	1110
D3	1430	126,00	1430
D4	1430	174,00	1440
D5	1810	197,00	1860
D6	1470	212,00	1660
D7	1320	208,00	1330
D8	1170	127,00	1170
		Dépassement	

Tableau 44444444 : Concentration journalière en SO₂ (Période Estivale) pour les différents points de mesures (en µg/m³)

Points de mesures	GCT Skhira	TIFERT	Cumulé GCT+TIFERT
A1	1,76	0,050	1,808
A2	0,35	0,016	0,377
A3	0,12	0,706	0,832
A4	30,19	3,936	31,220
A5	26,31	3,170	28,830
A6 (Skhira)	23,20	3,356	26,460
B1	4,11	0,709	4,718
B2	1,37	0,032	1,438
B3	0,74	0,901	1,694
B4	32,39	4,711	39,930
B5	29,46	3,163	31,750
B6	28,54	3,647	31,790
B7	17,23	3,823	21,050
C1	0,82	0,028	0,866
C2 (Frichet)	1,17	0,003	1,237
C3	0,46	1,164	1,052
C4	12,78	3,187	12,780
C5	33,04	4,817	34,280
C6	33,33	3,757	37,080
C7	30,48	4,136	31,170
C8	15,21	2,405	11,300
D1	1,04	8,076 E-04	1,046
D2	0,66	6,964 E-05	0,710
D3	0,10	0,155	0,166
D4	2,22	1,631	2,225
D5	11,87	1,445	11,870
D6	10,78	2,565	13,350
D7	0,44	1,510	1,516
D8	3,93	0,256	3,952
	<i>Dépassement</i>		

Tableau 45454545 : Concentration horaire en SO₂ (Période Hivernale) pour les différents points de mesures (en µg/m³)

Points de mesures	Skhira GCT	Skhira TIFERT	Cumulé GCT+TIFERT
A1	572	72,50	620
A2	705	87,70	783
A3	558	66,40	597
A4	668	81,40	713
A5	592	92,00	657
A6 (Skhira)	463	67,40	528
B1	711	105,00	778
B2	756	97,90	830
B3	652	80,70	701
B4	698	89,40	773
B5	664	92,40	742
B6	636	80,90	715
B7	663	73,40	708
C1	1030	165,00	1080
C2 (Frichet)	817	133,00	942
C3	926	138,00	949
C4	1040	150,00	1110
C5	1020	118,00	1120
C6	1070	117,00	1180
C7	971	107,00	1010
C8	959	134,00	995
D1	1430	211,00	1460
D2	1080	151,00	1200
D3	972	152,00	1000
D4	1300	178,00	1320
D5	1660	194,00	1680
D6	1510	187,00	1670
D7	1140	198,00	1230
D8	1350	118,00	1360
	<i>Dépassement</i>		

Tableau 46464646 : Concentration journalière en SO₂ (Période Hivernale) pour les différents points de mesures (en µg/m³)

Points de mesures	GCT Skhira	TIFERT	Cumulé GCT+TIFERT
A1	21,63	3,519	24,74
A2	35,45	4,694	39,94
A3	0,019	0,230	0,22
A4	33,08	3,378	36,32
A5	24,35	4,434	28,20
A6 (Skhira)	12,62	1,834	14,44
B1	26,51	3,495	29,69
B2	30,47	3,717	33,92
B3	0,20	1,358	1,47
B4	19,18	2,482	20,41
B5	40,61	6,030	46,64
B6	29,22	3,616	32,61
B7	24,85	2,902	26,74
C1	29,09	1,678	30,24
C2 (Frichet)	20,11	1,042	20,78
C3	0,56	0,924	0,95
C4	4,57	4,021	4,58
C5	55,38	7,178	62,56
C6	31,59	4,122	35,07
C7	24,11	3,291	24,21
C8	23,78	0,006	24,40
D1	17,51	0,730	18,24
D2	11,41	0,123	11,49
D3	0,29	0,410	0,41
D4	1,19	2,500	2,50
D5	15,17	2,212	15,34
D6	8,60	2,073	10,67
D7	0,93	0,502	0,96
D8	40,22	0,280	40,22
	<i>Dépassement</i>		

Tableau 47474747 : Concentration journalière en Fluor (Période estivale) pour les différents points de mesures ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Points de mesures	GCT Skhira	TIFERT	Cumulé GCT+TIFERT
A1	7,23E-9	4,13 E-08	4,91E-08
A2	0,094	4,64E-05	0,096
A3	0,16	9,33E-03	0,169
A4	0,15	0,028	0,159
A5	0,13	0,025	0,164
A6 (Skhira)	0,12	0,024	0,144
B1	0,0016	0,004	0,006
B2	0,08	2,52E-06	0,085
B3	0,11	0,008	0,13
B4	0,22	0,03	0,23
B5	0,19	0,02	0,20
B6	0,14	0,027	0,17
B7	0,11	4,54E-05	0,15
C1	0,006	0,008	0,015
C2 (Frichet)	0,05	1,96E-06	0,051
C3	0,05	0,013	0,052
C4	0,20	0,03	0,21
C5	0,32	0,03	0,34
C6	0,16	0,02	0,18
C7	0,01	0,01	0,017
C8	0,09	0,01	0,091
D1	9,30E-07	9,15E-07	9,38E-07
D2	0,008	1,73E-09	0,008
D3	0,02	9,16E-04	0,02
D4	0,13	0,02	0,13
D5	0,20	0,02	0,20
D6	0,21	0,03	0,23
D7	0,03	0,01	0,04
D8	0,03	5,1E-04	0,035
	<i>Dépassement</i>		

8.7.3.8 Commentaires et conclusions

Il ressort des résultats de la modélisation que :

- les rejets de l'usine projetée TIFERT sont largement en dessous des valeurs de la norme NT 106-04 pour le SO₂ et le Fluor
- les rejets de l'usine existante GCT SKHIRA dépassent les valeurs de la norme NT 106-04 pour le SO₂ horaire, alors que les rejets de Fluor sont acceptables
- les rejets cumulés de l'usine existante GCT SKHIRA et de l'usine projetée TIFERT dépassent la norme les valeurs de la norme NT 106-04 pour le SO₂, alors que les rejets de Fluor sont acceptables

Les mesures prévues par l'usine projetée TIFERT (Double absorption, élimination du Fluor, double lavage au niveau des filtres) assurent des rejets conformes à la norme.

Les rejets de SO₂ de l'usine existante GCT SKHIRA dépassent la norme en certains endroits, et des mesures doivent être prises pour y remédier. Le GCT est conscient de cette situation, et une étude va bientôt être lancée « Etude de caractérisation environnementale des sites du GCT ». L'objectif de cette étude est d'identifier et de caractériser la situation environnementale des différents sites du GCT, y compris le site de la SKHIRA, dans les différents milieux (air, mer et sol) et de proposer des solutions pour remédier aux situations irrégulières.

8.8 Impact des mercaptans

C'est une famille de composés organiques soufrés, incolores, dégagant une forte odeur désagréable qui persiste même dans le cas d'une faible concentration dans l'air.

On les retrouve dans les industries de transformation du phosphate, le soufre étant toujours présents dans ce minerai.

Ils sont également dégagés dans les stations d'épuration des eaux usées, les papeteries, la pétrochimie, etc.

Ce sont des polluants olfactifs d'abord (odeurs nauséabonde), mais qui deviennent des poisons à forte concentration.

Ils présentent, là où ils sont dégagés, des gênes auprès de la population.

Les solutions actuellement d'éliminations adoptées dans l'industrie se rangent dans les catégories suivantes :

L'incinération des gaz polluants

La combustion de mercaptans ou d' H₂S ne permet pas toujours de très bons résultats. Des applications, tant en Papeteries, avec le procédé de chaudière de régénération de la liqueur noire "basse odeur", qu'en Pétrochimie dans la combustion par torchère qui nécessite un système de neutralisation par précipitation au chélate de fer, n'ont pas été satisfaisantes. Par ailleurs, cette solution présente de nombreux inconvénients:

- a - Production de gaz sulfureux.
- b - Coût énergétique très élevé.

L'adsorption des mercaptans ou de l' H₂S

L'opération consiste à transférer le composé à éliminer de la phase gazeuse vers une phase solide. Le matériau le plus couramment utilisé est le charbon actif qui se présente sous différentes formes: grains, tissus... etc. Afin d'accroître les performances, le charbon est parfois imprégné d'aldéhyde notamment.

Dans le traitement des odeurs de mercaptans ou d' H₂S ce procédé est assez coûteux (le charbon saturé est remplacé par du neuf) et s'avère dangereux (forts échauffements et risques d'incendie) lors de l'adsorption.

La biodésodorisation

La bio-épuration de gaz tels mercaptans et H₂S implique la mise en relation biomasse/substrat. On peut réaliser ce contact de plusieurs manières qui conduiront soit à un bio-lavage soit à une bio-filtration.

Dans le cas du bio-lavage, les composés sont extraits avec de l'eau qui les transporte jusqu'aux microorganismes épurateurs. Les micro-organismes peuvent aussi être présents dans l'eau de lavage.

Dans le cas de la bio-filtration, les micro-organismes sont présents sur le matériau qui est traversé par le gaz à épurer.

Dans ces procédés, l'épuration conduit à des co-produits de métabolisation voire à une production de biomasse.

Les installations de bio-épuration occupent une place au sol considérable sur le site d'utilisation et il faut souligner une maintenance complexe.

Il faut rappeler la méthode de "masquage des odeurs" qui est une méthode ancienne et inefficace à quelque distance du lieu d'émission.

Une autre méthode consiste en une complexation de dérivés soufrés par des composés aminés notamment des amino-alcools mais nécessite par la suite la relibération des dérivés soufrés piégés.

Le lavage des gaz polluants

La méthode générale utilise le lavage du flux gazeux par une solution aqueuse par transfert des composés à éliminer de la phase gazeuse vers la phase liquide. Cette technique s'accompagne souvent d'une réaction chimique

- Si le composé transféré ne subit aucune modification, seule l'absorption physique intervient.
- Si en phase liquide, pour améliorer la "solubilité apparente" du produit à éliminer, on joue sur le pH pour favoriser sa dissociation, le procédé est un transfert de masse accompagné d'une réaction chimique instantanée.

Le terme de lavage acido-basique désigne cette opération. L'emploi d'un oxydant est susceptible à son tour d'augmenter l'efficacité d'un lavage aqueux. La destruction par oxydation améliore le transfert.

L'oxydation se superpose ou suit le lavage acido-basique. L'opération est alors soit un lavage oxydant, soit un lavage acido-basique suivi d'une oxydation.

Le captage des gaz à épurer est couramment effectué sur des tours de lavages simples ou en série. Le transfert de masse avec réaction chimique, suivant l'importance de l'effluent, est effectué sur des colonnes à garnissage, à bulles ou à plateaux; voire en cuves agitées.

L'adjonction d'un oxydant dans la solution aqueuse de lavage (chlore, eau oxygénée, ozone) ou l'oxydation de cette dernière après le lavage ont un double objectif :

- Eliminer le polluant en accélérant le transfert de masse notamment pour les mercaptans peu dissociés au pH de travail.
- Oxyder le produit absorbé afin de régénérer en continu la solution de lavage.

En fait, à ce jour, aucune technique ne s'est avérée vraiment efficace et les recherches se poursuivent dans le monde.

Projet de la SIAPE

Le GCT est en train d'expérimenter un procédé dans son usine de TSP de Sfax, selon la technique de lavage de gaz.

Le projet consiste à réaliser une unité de lavage de gaz en trois étapes :

- ◆ 1^{er} lavage des gaz dans l'acide sulfurique à 28%, afin d'enlever les poussières, une partie du fluor et récupérer de la chaleur.
- ◆ 2^{ème} lavage dans de l'eau douce, qui va permettre d'enlever le fluor restant (à 90%)
- ◆ 3^{ème} lavage dans une solution basique, pour enlever les H₂S et autres composés sulfoniques (mercaptans).

La réalisation devrait débuter avant la fin de l'année, et le délai de réalisation est d'une année. Près de 6,5 MDT d'investissement ont été prévu par le GCT pour cette réalisation, mais il semblerait que les couts de réalisations soient plus importants.

L'élimination des mercaptans est une opération non encore dominés par les industriels, et il faudrait attendre les résultats du projet du GCT à Sfax pour éventuellement décider des mesures futures à adopter.

8.9 Evaluation de l'impact

Il est à signaler que le projet comportera deux phases dont la relation est directe avec l'environnement. Il s'agit de la phase de construction et de la phase de fonctionnement.

Pour la phase de construction, les impacts sont relativement limités dans la mesure où l'impact des travaux de construction sur l'environnement ne peut être que limité. Pour l'essentiel, ces travaux seront réalisés à l'intérieur des espaces même du GCT. La pollution qui résulte de ces travaux serait plutôt imputée à la poussière, dont l'effet est plutôt physique et transitoire puisqu'il disparaît dès les premières précipitations. A l'extérieur du site, l'impact des travaux de construction se limite à une perturbation notamment de la faune et la flore. Le milieu humain est perturbée avec un moindre degré, et seuls les habitations qui se localisent à proximité du site sont touchés par les travaux de construction.

En ce qui concerne l'impact lié au fonctionnement, il s'agit du résultat direct de l'installation de l'usine. Ce résultat apparaît au niveau de toutes les composantes des écosystèmes naturels et cultivés. Ainsi, la vulnérabilité vis-à-vis de la pollution d'un écosystème donné ou bien de l'une de ses composantes lors du fonctionnement, dépend de plusieurs paramètres.

L'essentiel se résume à :

- nature des polluants,
- degré de biodégradabilité des polluants
- quantité de polluants émis dans l'atmosphère
- durée de l'exposition à la pollution,
- nature du récepteur (sol, animal, végétal, etc...)
- localisation par rapport à la source d'émission,
- direction du vent dominant
- caractéristiques climatiques du site récepteur (pluviométrie, humidité, température,

Nature de l'effet

La nature des effets est spécifique pour chaque action et polluant (suivant ces caractéristiques quantitatives et qualitatives) et pour chaque élément naturel (suivant la durée d'exposition, la distance à la source de pollution, la réponse à l'exposition, etc.).

Le tableau suivant résume l'importance de la nature de l'effet pour chaque couple polluant – élément naturel.

	Construction	Occupation des sols	Bruit	Rejets liquides	Rejets solides	Rejets gazeux
Milieu humain	Nuisance limité dans le temps	Aucun	Négligeable	Négligeable	Nuisance visuel	Négligeable (odeurs nuisances)
Agriculture	Négligeable	Négligeable	Aucun	Aucun	Négligeable	Légère perturbation de la productivité
Faune	Négligeable	Négligeable	Aucun	Aucun	Perturbation	Légère perturbation
Flore	Négligeable	Négligeable	Aucun	Aucun	Perturbation	Négligeable
Milieu marin	Nuisance limitée dans le temps	Aucun	Aucun	Négligeable	Aucun	Négligeable
Paysage	Nuisance limité dans le temps	Négligeable	Aucun	Négligeable	Formation d'autre relief	Négligeable (panache)
Socio économie	Création d'emploi et intérêt économique	Négligeable	Aucun	Aucun	Négligeable	Aucun

Réversibilité

Plusieurs agents polluants (en particulier chimiques et nucléaires) peuvent être considérés comme ayant un effet irréversible sur l'environnement. En effet, la contamination du sol et de la nappe constitue un processus irréversible ou du moins, difficilement réversible. Un élément de pollution quelconque accumulé dans le sol, ou bien dans l'organisme d'un animal ou même dans une plante, n'est dans la majorité des cas pas dégradé et ne sera pas transformé par le métabolisme de cet organisme. A juste titre, le fluor est un élément polluant où l'accumulation est le plus fréquemment irréversible.

Il serait donc nécessaire de prendre des mesures qui empêchent son accumulation et son abondance au niveau d'une composante donnée du milieu. Un gaz comme le CO₂ est généralement réversible sous l'effet de la photosynthèse. Par contre, un élément comme la poussière est facilement irréversible en raison de sa dissolution par lavage pluvial.

En ce qui concerne la nouvelle unité projetée, l'évolution des polluants rejetés serait la suivante :

Polluants liés à la construction :

* Le principal polluant lié à la construction est le dégagement de la poussière. Ce dégagement serait lié aux travaux divers des gros œuvres ainsi qu'au déplacement des engins. La poussière émanant de l'activité de construction, et qui sera déposée au niveau de l'environnement sera rapidement éliminée par lavage. Son effet est donc conjoncturel : **elle est donc réversible**

* Les déchets et reste des matériaux de constructions : il s'agit de polluants provisoirement présents lors des travaux de construction. A la fin des travaux, ces produits seront évacués ou même utilisés dans les travaux de terrassement. Ils seront donc réutilisés ou éliminés : **Ils sont donc réversibles**

Polluants liés au fonctionnement :

* Le phosphogypse émanant du traitement du phosphate est un élément polluant de l'environnement et de la nappe. Sachant que cet élément ne sera pas rejeté en milieu marin et sera plutôt stocké dans le dépôt actuel, son impact sur l'environnement sera tout juste limité au site de stockage. C'est donc **un élément réversible**.

* Le fluor : il s'agit du polluant le plus redoutable au niveau de l'industrie chimique des engrais. Ce polluant s'accumule facilement au niveau de l'environnement et ses différentes composantes. A grande quantité, le fluor devient très nuisible pour la faune, la flore et le sol. Sa dégradation est très lente et son action sur le métabolisme est très néfaste. **Il est donc irréversible**.

* Le SO₂, c'est un gaz toxique en milieu fermé et son odeur est suffocante. Il agit directement sur le système nerveux central. Un fois dégagé dans l'atmosphère, il peut précipiter avec d'autres constituants pour former des acides, nuisibles à l'environnement. En revanche, il s'agit d'un élément à **effet réversible**.

* Les déchets solides, sont également liés au fonctionnement de l'usine (pièces de rechanges, emballages divers, pneumatiques usées, etc.., ne constituent pas un danger potentiel pour l'environnement. Ils seront collectés dans un dépôt spécifique et recyclés ou détruits. **Ils sont donc réversibles**.

9 MESURES ENVISAGEES POUR SUPPRIMER, REDUIRE ET COMPENSER LES CONSEQUENCES DOMMAGEABLES A L'ENVIRONNEMENT

9.1 Mesure d'atténuation des nuisances de la phase chantier

Les incidences peuvent être limitées dans une large mesure, ou supprimées en respectant les normes réglementaires en vigueur et en privilégiant certaines techniques de chantier.

En effet:

- La limitation de la durée des travaux, constitue une bonne action pour limiter les impacts de la phase chantier à l'environnement humain.
- Réduire le bruit par l'emploi d'engins insonorisés (compresseur, groupes électrogènes, marteaux piqueurs,...).
- Réduire les poussières produites surtout en période estivale par l'arrosage des pistes et aires non goudronnées.
- Assurer l'entretien des chaussées dégradées par les engins de chantier, les véhicules de transport et d'approvisionnement, pour éviter toute nuisance aux usagers.
- Vérifier régulièrement le bon fonctionnement de tous les engins du chantier en vue d'éviter toute consommation excessive de carburants ou émissions intolérables de gaz et générant de bruit.
- Veiller à un stockage des matériaux du chantier et des hydrocarbures à l'abri des intempéries (pluies et vents) et des eaux de ruissellement.
- Prévoir une fosse septique permettant la collecte des eaux sanitaires produites par les ouvriers, dans le but d'éviter toutes nuisances de ces rejets à l'environnement humain et naturel proche (sol, nappe, oued,...).
- Les ordures ménagères produites par les ouvriers doivent être ramassées, entreposées dans des récipients adaptés que l'on placera à un point correctement aménagé à cet effet, en vue d'éviter la dispersion des déchets (soit par les agents naturels, soit par les animaux errants). Ces déchets seront acheminés régulièrement à la décharge publique.
- Remettre dans les conditions initiales le domaine touché par le chantier.

9.2 Mesure d'atténuation des nuisances de la phase exploitation

Nous avons vu dans le chapitre précédent que les principaux impacts potentiels sont relatifs à :

- La qualité de l'air ambiant et les impacts de l'unité existante GCT SKHIRA
- La pollution des eaux usées sanitaires
- Les impacts provenant du terril de phosphogypse : pollution des eaux de surface, des eaux souterraines et de la mer par les écoulements des eaux (eaux de ruissellement et lixiviat) provenant de la Tabia de phosphogypse
- La pollution de la mer par le rejet des eaux de refroidissement de l'unité existante GCT SKHIRA
- La pollution des déchets solides de process (déchets de filtration du soufre, Fluosilicate de sodium, Pentoxyde de Vanadium, etc.)
- La pollution due aux déchets solides (ménagers, industriels et d'emballage)
- Les accidents de production

9.2.1 La pollution de l'air ambiant

Les résultats de la modélisation des rejets atmosphériques de la future unité TIFERT montre une concentration en SO₂ et en fluor inférieure aux exigences des normes tunisienne (NT 106-04) ou internationales (UE, OMS) ;

Les nouveaux procédés de production adoptés par l'usine TIFERT, tels :

- Adoption du procédé double absorption au lieu du procédé simple absorption pour l'unité de production d'acide sulfurique.
- Double lavage des gaz du réacteur phosphorique et recyclage des eaux de lavage vers le process.
- Récupération du Fluor dégagé au niveau des lignes de concentration de l'acide phosphorique sous la forme d'acide fluosilicique et sa neutralisation.
- Mise en boucle fermée de l'eau de refroidissement des lignes de concentration et recyclage des purges vers le process.

Ont permis d'avoir des valeurs au niveau de l'air ambiant inférieures aux exigences de la norme tunisienne 106-04, pour le SO₂, et des valeurs inférieures à la valeur guide et recommandée par l'UE et l'OMS pour le Fluor.

Les mesures prévues par le process de l'usine TIFERT sont donc satisfaisantes et répondent aux exigences de la norme sur la qualité de l'air.

.Il est également prévu d'assurer un contrôle régulier des rejets atmosphériques, par l'installation d'analyseurs en ligne, permettant d'intervenir rapidement en cas de dépassements.

Par contre, la modélisation des rejets atmosphériques de l'unité existante GCT SKHIRA, ainsi que la modélisation des rejets cumulés (GCT SKHIRA+TIFERT) montrent une concentration en SO₂ supérieure à la norme, dans un rayon d'environ de 1000 m autour du site.

Cette situation découle des procédés simple absorption de production d'acide sulfurique adopté par l'unité GCT SKHIRA.

La situation ne pourra s'améliorer que par la mise à niveau du procédé de production de l'acide sulfurique, par l'adoption des Meilleures Technologies Disponibles (MTD), telles celles adoptées par l'unité TIFERT.

Le GCT est conscient de cette situation et un programme est en cours d'élaboration pour y remédier.

9.2.2 La pollution des eaux usées – Réalisation d'une station d'épuration

Une station d'épuration sera réalisée pour traiter les eaux usées sanitaires de l'ensemble du complexe industriel.

Une étude de station d'épuration a été réalisée par TIFERT. Cette étude (insérée en annexe) préconise :

La station projetée est destinée à traiter les eaux usées purement domestiques du personnel de l'usine GCT et de la nouvelle usine TIFERT. Ce personnel est estimé à 1500 personnes dont près de 1000 ouvriers sur 3 postes, un personnel administratif de 400 personnes. Une réserve pour 100 personnes supplémentaires (visiteurs) est adoptée. La station est située à proximité du terri de phosphogypse (Cf plan de situation ci joint)

Les capacités hydraulique et biologique de la station sont de $135 \text{ m}^3/\text{j} - 45 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$.

C'est le procédé des boues activées à faible charge qui est adopté. La station comprend les ouvrages suivants (Cf tracé en plan ci joint):

- Un ouvrage de prétraitement comportant un dégrilleur et un dessableur
- Un bassin anox muni d'un agitateur
- Un bassin d'aération carré (6,75m x 6, 75m) muni d'un aérateur de surface et d'un agitateur

- Un clarificateur non raclé de 3 m de diamètre
- Une station de pompage des boues et une station de pompage des eaux troubles
- Une station de pompage des eaux épurées pour l'irrigation des espaces verts
- 40 lits de séchage
- 2 étangs de régulation et de maturation d'une capacité de 1000 m³, avec un temps de séjour de 7 jours, permettant de réduire la concentration en coliformes du surplus des eaux non utilisés pour l'irrigation des espaces verts et qui doivent être rejetés en mer.

Les eaux épurées produites seront utilisées pour l'irrigation des espaces verts autour de la station et de l'usine. Le rejet des eaux épurées vers la mer sera exceptionnel notamment lors des périodes de pluie. Les boues produites (1 m³/j) seront utilisées pour la fertilisation de ces espaces. Le surplus sera envoyé vers la décharge de phosphogypse. Les sables (2 m³/mois) et refus de dégrillage (1 m³/mois) produits seront évacués vers cette décharge.

L'emprise nécessaire à la station est proche de 5000 m² (85 m x 60 m)

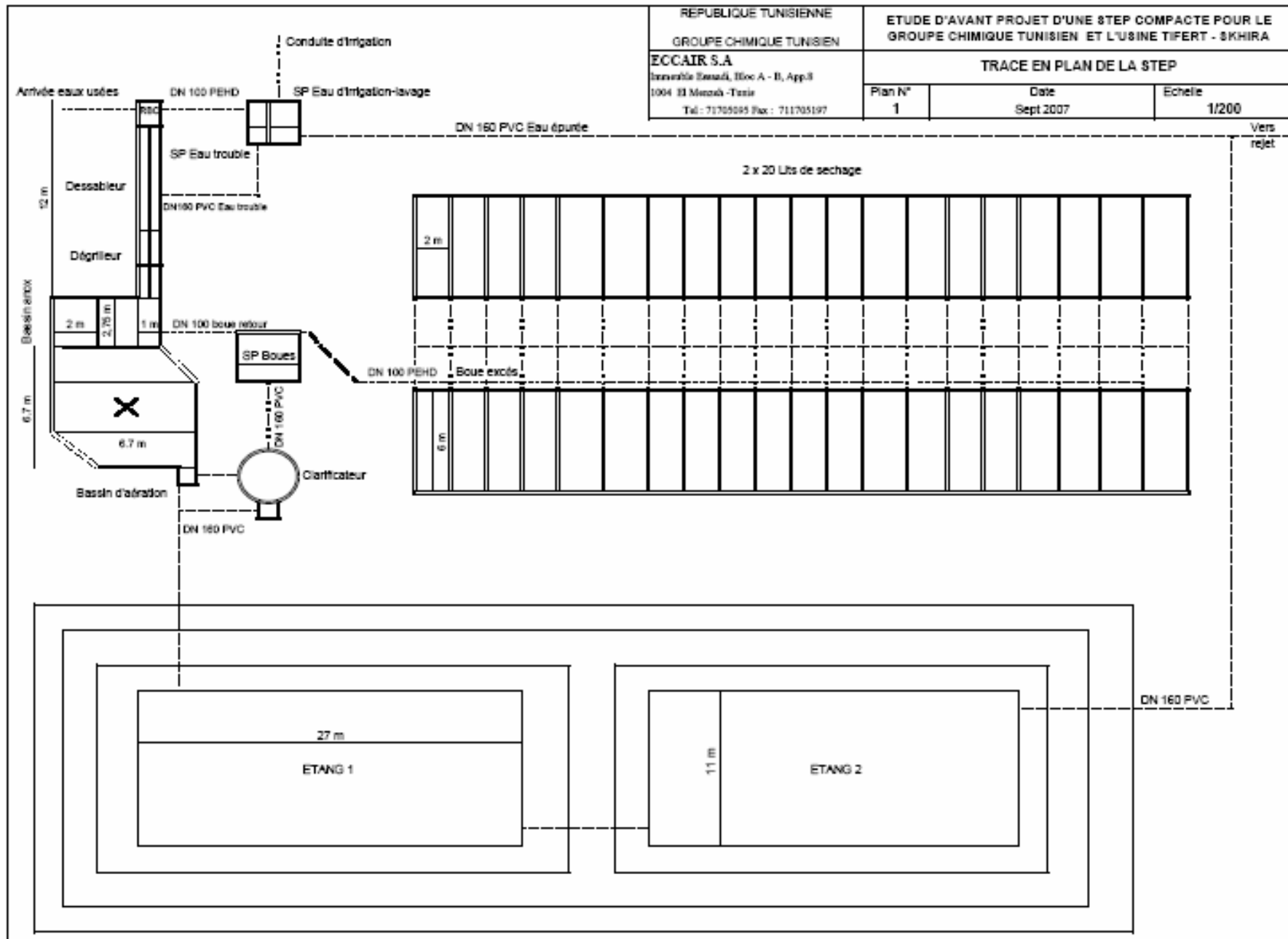
Le personnel d'exploitation à prévoir comprend :

- Un ouvrier à plein temps dont les tâches consistent à : vidanger les sables une fois par jour, nettoyer le dé grilleur deux fois par jour, transférer chaque jour les boues séchées (près de 1 m³/j) vers une zone de stockage limitrophe des lits de séchage.
- Un technicien supérieur à mi temps pour contrôler le fonctionnement de la station, évacuer les boues en excès vers les lits de séchage, assurer le suivi de l'ouvrier et pour procéder aux entretiens courants (vidange périodique des aérateurs, réparations courantes, etc.)

Cette station, telle que conçue, permet d'obtenir une qualité de traitement conforme à la norme NT 106-03 pour l'irrigation des espaces verts, ou à la norme NT 106-02 en cas de rejet des eaux épurées en mer.

Néanmoins, des améliorations pourraient être apportées, notamment :

- L'aération des bassins d'oxydation par un système immergé de diffuseurs d'air, plus efficace et plus économique que les aérateurs flottants
- Une déshydratation mécanique des boues (filtre-presse), au lieu des lits de séchage



REPUBLIQUE TUNISIENNE		ETUDE D'AVANT PROJET D'UNE STEP COMPACTE POUR LE	
GROUPE CHIMIQUE TUNISIEN		GROUPE CHIMIQUE TUNISIEN ET L'USINE TIFERT - SKHIRA	
ECCAIR S.A.		TRACE EN PLAN DE LA STEP	
Immeuble Ennahd, Bloc A - II, App.3		Plan N°	Date
1004 El Menzah - Tunis		1	Sept 2007
Tel: 71705095 Fax: 711705197		Echelle	1/200

9.2.3 L'aménagement d'une décharge de phosphogypse

L'étude hydrogéologique de la zone de la décharge de phosphogypse (CF para 7.3.2 : Données géologiques, hydrogéologiques et géochimiques de l'aire de décharge de phosphogypse) a montré qu'il n'y a pas d'infiltration souterraine du lixiviat formé dans le terri, donc pas de risques de pollutions des nappes souterraines.

Pour empêcher les écoulements superficiels des eaux de ruissellement, et par là éviter les impacts et risques de pollution des eaux de surface, des eaux souterraines et de la mer par les écoulements des eaux (eaux de ruissellement et lixiviat) provenant de la tabia de phosphogypse, une étude d'aménagement de la zone du terri de phosphogypse a été réalisée (jointe en annexe).

Les aménagements prévus sont décrits dans les extraits suivants de cette étude :

I BASSINS VERSANTS

La délimitation des bassins versants dominant la zone du projet, réalisée sur fond de carte d'état major 1/50 000, montre que les bassins versants se limitent à la zone du projet, et aucun bassin extérieur ne contribue à l'apport d'eaux de ruissellement vers le site du projet. La délimitation des bassins versants est donnée par la figure n° 6 en annexe.

2 - ETUDE HYDROLOGIQUE

2.1 .IBilan hydrique global

Partant des bilans globaux des précipitations et évaporations, il est clair que la zone souffre d'un déficit hydrique permanent. Donc globalement, même si on néglige l'infiltration (impermeabilisation totale du site) il suffit de prévoir un volume de stockage adéquat pour assurer l'évaporation de tous les apports de pluie sans avoir besoin de faire des pompages et traitement.

L'apport mensuel maximal moyen est d'environ 40 mm, enregistré au mois d'octobre. C'est un apport mensuel qui proche de l'apport de la pluie millénaire de durée 1.5 heure.

2.2- Analyse fréquentielle des pluies - Courbes IDF

A partir de l'analyse fréquentielle des pluies à Sfax (selon courbes IDF réalisées par CORMARY), on peut conclure par régression que la pluie de fréquence millénaire peut être évaluée par la formule suivante :

$$I(\text{mm/h})=63*(t(\text{h}))^{(-0.6)}$$

Et la pluie dix millénaire par :

$$I(\text{mm/h})=104*(t(\text{h}))^{(-0.6)}$$

Le plus grand des bassins versants propres de la décharge a un temps de concentration d'environ 1.5 heure.

La pluie millénaire qui en résulte aura une intensité d'environ 50 mm/h.

La fréquence de protection exigée par les termes de références est la fréquence millénaire.

L'apport de la pluie millénaire des bassins versants du site est donné au tableau suivant.

ZONE	S(Km2)	Pente (cm/m)	tc (mn)	I1000 (mm/h)	Q1000 (m3/s)	Vtot (m3)
<i>Extension 1</i>	0.682	1.14	59	50	9.478	51 183
<i>Extension 2</i>	0.890	0.72	84	50	12.361	66 750
<i>Extension 3</i>	0.876	1.00	71	50	12.165	65 692
<i>Existante</i>	1.350	1.00	88	50	18.750	101 250

Le débit (en m3/s donné par le tableau) de chaque zone doit être véhiculé par les canaux de drainage. Le volume total (en m3 donné par le tableau) correspond à la capacité de stockage à prévoir pour faire face à l'apport de la pluie de projet de fréquence millénaire. La capacité de pompage pour traitement ou réutilisation reste tributaire des besoins de production et de la capacité de traitement à installer.

3 - APPORTS D'EAUX POLLUEES DU PHOSPHOGYPSE

*La production potentielle future en phosphogypse déshydraté est évaluée à 3 744 000 t/an. Avec une humidité de 30% en poids, la décharge recevra environ 5 350 000 t/an de matière humide. Comme l'eau liée au gypse est d'environ 22%, l'eau libre pouvant couler annuellement est d'environ 781 000 m3/an. Une fraction de ces eaux estimée à environ 40% s'évapore directement à partir des terrils alors que le reste percole à travers le corps de phosphogypse pour atteindre le fond étanche basé sur une couche imperméable. Le débit récupéré est d'environ **1 420 m3/j** pour 330 j/an (**59 m3/h** sur 24 h/j) d'exploitation effective, répartis sur la superficie en exploitation seulement (front de décharge).*

4 - AMENAGEMENT DE LA DECHARGE

Le site de la décharge est subdivisé en 3 zones d'extensions successives. Chaque zone correspondant à un bassin versant propre.

Tous les micro-bassins versants sont drainés individuellement vers la mer. L'exploitation des extensions va se faire zone après zone progressivement à partir de la décharge actuelle. Pour cette raison l'exploitation dans la zone n°1 n'entraîne pas de pollution des eaux de ruissellement dans les zones n°2 et 3. Le schéma d'avancement de l'occupation de la décharge est donné par la figure n°7 donnée en annexe.

En premier, une digue étanche à noyau d'argiles séparera l'espace de la décharge du domaine public maritime. Elle permettra d'éviter toute intrusion d'eau polluée dans le littoral et les eaux de mer.

Chaque micro-bassin versant entamé pour l'exploitation sera entouré sur ses limites avec les autres zones d'extension d'une digue en terre compactée voir figures 8 et 9). Ces digues assurent en même temps le rôle de barrières physiques limitant et protégeant la zone active de la décharge contre les accès fugitifs de l'extérieur et également contre la dispersion du phosphogypse et des eaux gypseuses vers l'extérieur. Chaque micro-bassin sera subdivisé par des diguettes orthogonales à l'écoulement, construites à partir du phosphogypse lui-même. Leur rôle étant de piéger les eaux de ruissellement et d'augmenter la surface d'évaporation. Une digue externe en terre compactée d'une hauteur 2 m délimitera la décharge des terrains avoisinants (voir figure 10).

Les eaux de surface et les eaux gypseuses seront drainées par des canaux bétonnés longeant les digues externes et un canal en terre longeant la digue de séparation du littoral.

La construction des diverses digues sera entamée successivement en fonction de l'avancement d'occupation et de saturation des zones de stockage.

Une zone verte tampon d'une largeur d'environ 200 m séparera la décharge de la mer. Une autre zone verte d'une largeur de 300 m sera aménagée en face de la nouvelle usine TIFERT, du côté du terril.

5 – COLLECTE, STOCKAGE ET POMPAGE DES EAUX POLLUEES ET DES EAUX DE RUISSELLEMENT

5.1- Collecte et Stockage des Eaux Polluées et des Eaux de Ruissellement

L'analyse des volumes d'apports d'eaux de ruissellement de fréquence millénaire, et des eaux polluées de drainage du phosphogypse, montre que le ruissellement des eaux de pluie est beaucoup plus important que les eaux polluées, mais le mélange entre les deux sources donne un apport totalement pollué.

Le mode d'exploitation avec avancement de front de stockage fait qu'il ne peut être envisagé un schéma de drainage par canalisation fixe. Les eaux pluviales vont ruisseler à la surface des terrils et à la surface des sols nus pour aboutir en première étape d'occupation des bassins, vers les talwegs naturels, puis le long de ces derniers jusqu'au point bas de chaque bassin. Quand le stockage de phosphogypse passera au delà des talwegs, le ruissellement se fera le long du bas du talus des terrils jusqu'à rejoindre le point bas des bassins versants. Cette progression est illustrée par le schéma de la figure n°11.

Comme les apports pluviaux sont importants nécessitant de très grands bassins de rétention, dont la réalisation et l'exploitation sont également très lourdes, il est recommandé de réaliser des travaux d'aménagement de protection à l'amont (du type CES) en aménageant au haut des terrils de petites diguettes (hauteur 1 m) de bords pour piéger les eaux tombant sur le toit des terrils, et des digues à partir de phosphogypse, transversalement à travers chaque zone entamée pour le stockage (voir figures n°11 et 12). Les eaux de pluie tombant ainsi sur le site en exploitation seront retenues en majorité par ces digues et seront par la suite évaporées minimisant ainsi le risque de ruissellement vers la mer et limitant considérablement le besoin de volumes de stockage. Toute fois un canal de drainage reste à réaliser tout le long des digues externes, y compris la digue du côté mer et aboutissant à un bassin de rétention à excaver dans le sol imperméable au niveau de chaque zone. Ces canaux servent à collecter et drainer les eaux de ruissellement issu des talus externes des terrils de phosphogypse.

L'apport de la pluie millénaire des talus externes des terrils de phosphogypse, calculé selon la formule rationnelle, ainsi que les volumes utiles des bassins nécessaires pour stocker ces ruissellements (majorés de 20% par rapport à l'apport millénaire), sont donnés au tableau suivant :

ZONE	Surface à drainer(Km2)	Débit ruisselé (m3/s)	Volume ruisselé (m3)	Volume eau polluée(m3)	Volume à stocker(m3)	Volume utile bassin	Hauteur utile (m)	Revanche (m)
Extension 1	0.2	2.778	15 000	1420	16 420	20000	1	1
Extension 2	0.2	2.778	15 000	1420	16 420	20000	1	1
Extension 3	0.905	12.569	67 875	1420	69 295	84000	1	1
Existante	0.93	12.917	69 750	1420	71 170	86000	1	1

Les canaux de collecte des eaux de ruissellement sont dimensionnés selon la formule de Manning-Strickler largement applicable pour les collecteurs à écoulements en surface libre.

Les sections, la nature et les pentes des canaux sont choisis de sorte à :

- limiter les dimensions transversales des canaux pour occuper le moindre espace possible de la décharge,
- limiter le coût de réalisation,
- limiter les risques de dépôts dans les canaux,

- limiter les risques d'érosion du fond et des talus des canaux

Les canaux à réaliser au niveau de chaque zone sont décrits au tableau suivant.

CANAL/ZONE	(Unité)	EXIST.	1	2	3
Débit de dimensionnement	m ³ /s	12,9	2,8	2,8	12,5
Type		trapézoïdal	trapézoïdal	trapézoïdal	trapézoïdal
Nature		bétonné	en terre	en terre	en terre
largeur fond	m	1,4	2	2	4
Pente	m/m	0,002	0,001	0,001	0,002
profondeur	m	2	1,6	1,6	2
Talus	-	1/1	1/1	1/1	1/1

Les eaux collectées seront stockées dans des bassins en terre étanches aux fonds. L'excès éventuel qui n'est pas réutilisé à l'intérieur de l'usine et qui ne s'évapore pas sera pompé en haut du terril (plus grande surface que les bassins de rétention) pour y être évaporé.

Toutefois, la station de pompage actuelle de réutilisation des eaux du phosphogypse, d'une capacité de 35 m³/h, permet d'assurer la réutilisation de 277 200 m³/an, volume largement supérieur à l'apport de la pluie millénaire et des eaux polluées qui atteint les bassins de stockage, et qui sont évalués à un total d'environ 173 300 m³ sans tenir compte bien sûr de l'effet de l'évaporation à partir de la surface de ces bassins.

L'évaporation évaluée à plus que 2 000 mm/an, correspond à une hauteur d'un plan d'eau de plus que 2 mètres. Nos bassins de stockage ont une profondeur utile de stockage de 1 mètre, donc ils seront asséchés annuellement sous le simple effet de l'évaporation.

La superficie des bassins de rétention est d'environ 0,21 km², soit environ 9,4% de la superficie à drainer par le ruissellement des talus externes, qui est évaluée à environ 2,2 km². Ce rapport correspond bien au rapport nécessaire pour l'évaporation totale de l'apport pluvial moyen annuel (200 mm de pluie contre 2 100 mm d'évaporation). Donc dans toutes les conditions d'exploitations il n'y aura pas d'excès d'eau qui nécessite un traitement ou un déchargement vers le milieu naturel.

L'implantation des différents aménagements est donnée par le plan d'aménagement de la décharge.

Les détails des digues et canaux et disposition de rétention des eaux en surface sont donnés par les schémas en annexe.

5.2- Pompage et Réutilisation des Eaux Polluées et des Eaux de Ruissellement

Les eaux de pluie ne sont disponibles que durant une courte période de l'année. La quantité d'eau récupérable à partir de la décharge journalière de phosphogypse est évaluée à environ 60 m³/h à partir de la production des deux usines. Elle sera collectée par phase d'exploitation de la décharge au niveau de l'un des bassins de rétention projetés.

La réutilisation de ces eaux en usine est possible par pompage. Il sera projeté une station de pompage, à chaque échéance, au niveau du bassin de la zone 1, puis au niveau des bassins des zones 2 et 3 qui sont limitrophes l'un de l'autre. Chacune de ces stations de pompage aura une capacité de 80 m³/h et sera équipée de 3 pompes (dont une de secours) chacune d'une capacité de 40 m³/h. Le pompage se fera vers la station de pompage existante qui à son tour refoulera ces eaux vers les deux usines de production.

Comme mesure sécuritaire pour améliorer les conditions d'exploitation de la station de pompage existante, celle-ci sera à renforcer par un bac de stockage métallique de diamètre 20 m et de hauteur 10 m.

Outre ces aménagements, une zone de sécurité de 500 m autour de la décharge sera établit. Cette zone de sécurité, qui sera aménagée en espaces verts, permettra d'éviter toutes éventuelles constructions d'habitations au voisinage de la décharge (voir plan ci-après).



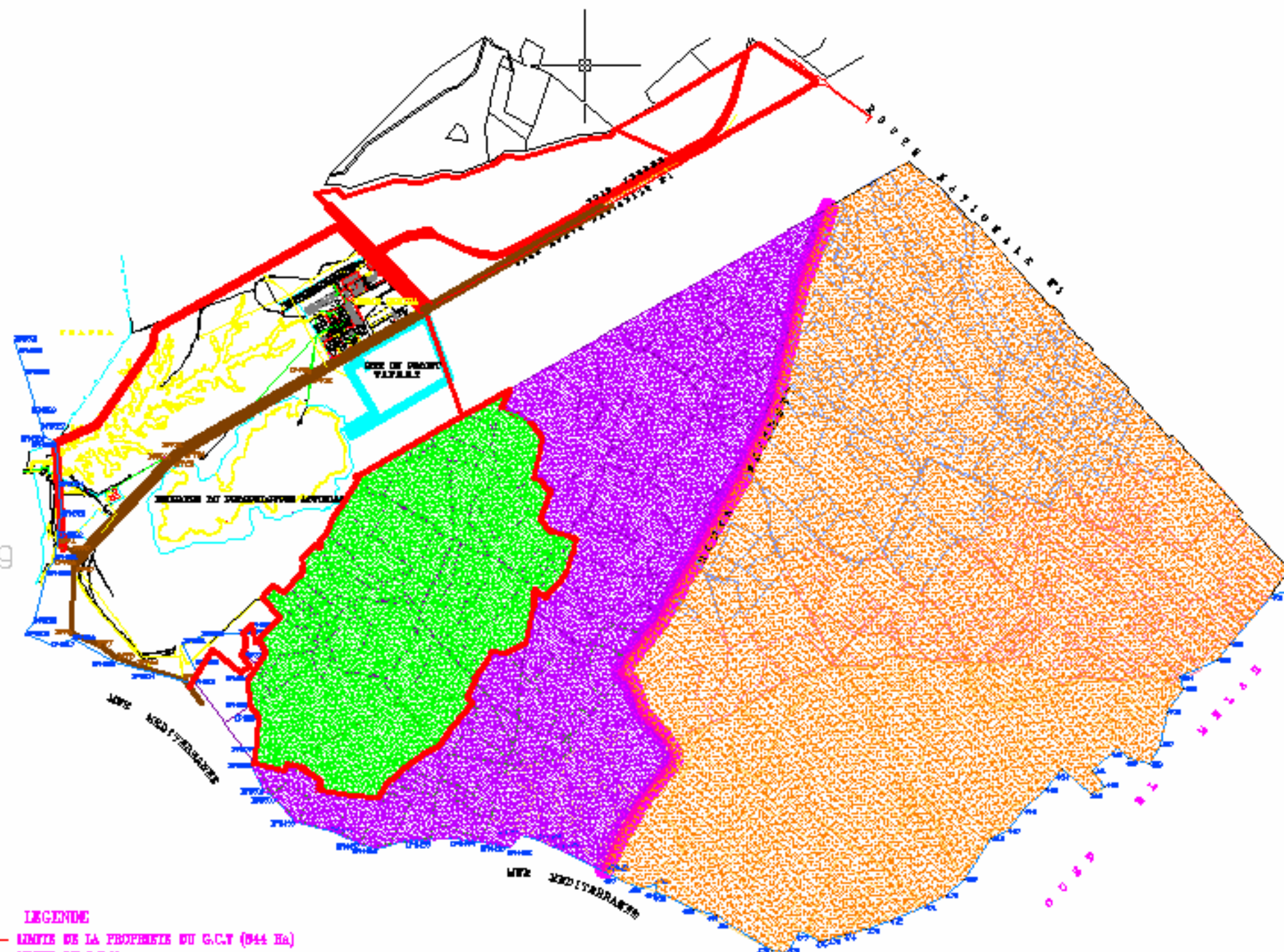
المجمع الكيميائي التونسي
GROUPE CHIMIQUE TUNISIEN

"G.C.T et T.I.F.E.R.T SHKIRA "

PLAN D'ETUDE DES ZONES D'EXTENSION
DE DECHARGE DE PHOSPHOGYPSE
G.C.T ET T.I.F.E.R.T SHKIRA



BUREAU D'ETUDES TOPOGRAPHIQUES
ABDOU MOHAMMED
P. 1, Rue 30e Mars 20644 7800 Sfax
Tel 74 337 731 Fax 74 387 810



LEGENDE

- LIMITE DE LA PROPRIETE DU G.C.T (844 Ha)
- LIMITE DU D.P.M
- LIMITE DU D.P.P
- ZONE D'EXTENSION DE DECHARGE DE PHOSPHOGYPSE (1ere EXTENSION-300 Ha - 40 ANS D'EXPLOITATION)
- ZONE RESERVEE POUR LA 2eme EXTENSION DE DECHARGE DE PHOSPHOGYPSE (460 Ha)
- ZONE RESERVEE POUR LA 3eme EXTENSION DE DECHARGE DE PHOSPHOGYPSE ET POUR LA SECURITE AVEC ESPACE VERT (1110 Ha)

9.2.4 La pollution de la mer par le rejet des eaux de refroidissement

L'analyse de l'état initial du littoral a démontré une agression de ce milieu, notamment par les rejets hydriques des eaux de mer de refroidissement de l'usine GCT-SKHIRA.

Les eaux de mer de refroidissement de l'usine TIFERT seront prélevées et restituées dans le circuit des eaux de mer de refroidissement de l'usine GCT-SKHIRA.

Ces eaux présentent des dépassements dans certains paramètres (pH, P₂O₅, T°, etc) par rapport à la norme NT 106-02

Ces eaux feront l'objet, dans le cadre de « l'étude de caractérisation environnementale des unités du GCT », d'étude spécifique afin de les rendre acceptable et sans impact sur le milieu marin

9.2.5 La pollution des déchets solides de process (Phosphogypse, déchets de filtration du soufre, Pentoxyde de Vanadium, fluosilicate de Sodium=

Le Phosphogypse

La quantité de phosphogypse générée par jour est de 6110 T. Ils sont déposés dans la future décharge qui sera aménagée en extension de décharge de l'usine actuelle SKHIRA GCT.

Le produit (sulfate de calcium CaSO₄) est assez stable et les impuretés qu'il contient, tel le cadmium, sont liés fortement, de façon qu'un écoulement de ce produit avec l'eau est impossible.

L'aménagement de la nouvelle décharge de phosphogypse permettra :

- d'assurer une gestion rationnelle de l'espace avec une capacité de stockage de la production de phosphogypse pour 40 années
- d'assurer une gestion écologique de ces dépôts, tenant compte du drainage des eaux de pluies et des lixiviats

Déchets découlant de la neutralisation de l'Acide Fluosilicique H₂S₁F₆ (Fluosilicate de Sodium)

Ces déchets sont formés de 13 420 T/an de fluosilicate de Sodium (humidité 30%)

Nous avons vu dans le para. 4.10.1.1. que ce déchets devait avoir une gestion spécifique.

Afin d'éviter tout risque de séchage et d'émanation de poussière, il sera manipulé constamment sous forme humidifié.

Il sera collecté et transporté dans une benne spécifique (sur camion), et déchargé dans la tabia de phosphogypse.

Dans la tabia, il sera enseveli et recouvert journalièrement par du phosphogypse.

Ce procédé permet d'éviter la mise à l'air libre du fluosilicate de sodium ;

Ce produit est inerte, et insoluble dans l'acide phosphorique ou dans l'eau. Donc il n'y a pas de risque de lixiviation de ce déchets recouvert par du phosphogypse.

Lors de sa

Déchets générés par la filtration de Soufre :

Les déchets générés par cette opération sont les suivants :

- 0,97 T/j de CaSO₃ (sulfate de Calcium)

- 0,36 T/j de terre diatomée
- 1,2 T/j de cendre 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 2,78 T/j de déchets solides, sous forme de boues sèches, soit 653,3 T/an

Ces déchets sont rejetés dans la décharge de phosphogypse.

Pentoxyde de Vanadium

On a vu dans le para que le Pentoxyde de Vanadium était considéré comme un déchet dangereux, et des précautions seront prises dans sa manipulation.

La vidange et le tamisage de la masse catalytique se feront automatiquement, sans intervention humaine et sans contact avec l'air. L'intervention humaine n'est nécessaire que lors de la recharge des lits en masse catalytique dépoussiérée.

Des précautions de manipulation (masque, gants, tenue de sécurité) sont observés 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 dangereux, jusqu'à l'ouverture de la décharge industrielle de Jradou, où ils seront évacués.

9.2.6 La pollution due aux déchets solides (ménagers, industriels et d'emballage)

Nous avons identifié dans le paragraphe 7.5 les types et quantités de déchets solides produits.

Les emballages plastiques

Il s'agit de déchets volumineux (surtout fûts PEHD), et la quantité de ces déchets est d'environ 40 Tonnes/an. Pour diminuer le coût de leur transport, une presse à balles sera acquise et installée.

Elle permettra de réduire le volume de ces déchets (de plus de 80%), et les mettre en balle, permettant un stockage approprié, et leur écoulement auprès des recycleurs de plastiques

Les déchets ménagers ou assimilés

Les déchets s ménagers et assimilés (déchet de bureaux et des employés) sont estimés à 450 Kg/j.

Ces déchets sont collectés dans des bennes et évacués journalièrement vers la décharge de la ville de Skhira.

Huile de vidange

Les huiles de vidange, provenant des opérations d'entretien des machines, engins, voitures et camions seront collectées séparément dans des bacs prévus à cet effets, et revendus à la société SOTULUB.

Les déchets électromécaniques

Une zone de stockage sera aménagée et compartimentée.

Elle recevra les piles et batteries, les lampes (néon), les emballages de peinture, les emballages de produits chimiques dangereux.

Ces déchets seront gérés selon la réglementation en vigueur, puis soit recyclés, soit stockés sur les lieux, en attendant l'ouverture de la future décharge industrielle de Jradou.

9.2.7 Mesures de réduction des accidents et risques au cours de la production

Vu que les produits utilisés dans ce procédé (acide phosphorique, la soude, le solvant organique) sont potentiellement dangereux pour l'environnement, les responsables du groupe chimique et leur personnel sont censés appliquer un règlement général de sécurité qui a pour but d'édicter les consignes générales en vigueur dans l'usine.

Ce règlement prévoit les consignes suivantes:

Des consignes générales incendies

- Interdiction de fumer en tout endroit de l'usine.
- Permis de feu : Tout travail à réaliser dans l'enceinte de l'usine pouvant présenter un risque d'incendie, d'explosion ou d'asphyxie, doit être autorisé au préalable par un permis de feu (à l'exception des travaux à réaliser dans les ateliers d'entretien).
- Permis de "travaux dangereux" : C'est un permis obligatoire pour les travaux dangereux présentant un caractère particulier et inhabituel (nécessitant des moyens de protection et des mesures de sécurité spéciales).

Des consignes en cas d'accidents

Tout accident de trajet ou de travail doit être déclaré immédiatement au service de sécurité de l'usine. Pour les accidents graves, seul le personnel titulaire du brevet national de secourisme est autorisé à intervenir comme secouriste.

Des consignes générales de sécurité

- Le port de la tenue de travail est obligatoire (veste, chemise, pantalon et chaussures de sécurités).
- Utilisation des équipements de protection individuelle en fonction des travaux à effectuer (casque, lunettes, protège-face ou cagoule, gants, anti-bruit, vêtements anti-acide, ceinture de sécurité, masque anti-gaz à caoutchouc, appareils respiratoires isolants, etc).

Des consignes communes à différents services

- L'acide phosphorique doit être stocké dans des citernes, conçues avec un matériau antiacide et entouré d'un espace de sécurité pouvant recevoir les fuites éventuelles et d'un puisard muni de pompes de récupération.
- Pour toute intervention sur les circuits d'acide, de gaz ou de vapeur et d'ammoniac, on doit utiliser un matériel approprié de protection individuelle. Une faible pression ou une présence du liquide est toujours à craindre.
- Au cours de l'approvisionnement en solvant il est impératif d'opérer avec vigilance pour éviter les déversements des quantités du solvant par terre; ce qui à long terme, entraînerait une pollution du sol.
- En cas de fuite importante d'ammoniac, on doit l'arroser abondamment à l'eau sous jet pulvérisé.
- On ne doit jamais accumuler le nitrate en un point quelconque de l'atelier.
- Faire disparaître rapidement des flaques d'acide en épongeant avec du sable, du gravier, du carbonate de soude.
- Pendant le remplissage des véhicules citernes, l'apport des équipements de protection individuelle est indispensable.

9.2.8 Système de surveillance et de suivi

Le contrôle des rejets hydriques et atmosphériques doit être assuré par suivi interne et par suivi externe.

9.2.8.1 Rejets atmosphériques

Les rejets atmosphériques seront dégagés directement dans l'atmosphère par deux cheminées
Les analyses de suivi suivantes seront effectuées:

Tableau 48484848 : Analyse et suivi mensuel des émissions atmosphériques des cheminées

Paramètres	Fréquence d'analyse
Température	Continue
Fluor	Continue
SO _x	Continue
PM10	Continue

Pour la réalisation de ces analyses en continue, il est recommandé l'installation d'un analyseur en ligne dans la cheminée d'acide sulfurique pour le contrôle des rejets de SO₂ ainsi qu'un analyseur en ligne pour le contrôle des rejets de fluor dans la cheminée d'acide phosphorique.

9.2.8.2 Suivi externe

Une convention devrait être signée avec un organisme externe pour la réalisation d'une campagne annuelle d'évaluation globale des performances environnementales de l'unité afin de vérifier la conformité de ses rejets aux normes Tunisiennes concernant les paramètres suivants :

- Rejet en mer : Température, pH, P₂O₅, Fluor, Sulfates COT
- Air à l'émission : Température, débit, vitesse, concentration en Fluor et SO₂

10 PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL

A – MESURES D'ATTENUATION

Dans le tableau suivant figure les impacts environnementaux et les mesures d'atténuation envisagées pour prévenir, minimiser et compenser les effets dommageables de l'usine TIFERT sur l'environnement.

Activité du projet	Impact environnemental potentiel	Mesure d'atténuation proposée	Responsabilités institutionnelles	Coûts estimatifs (mDT)
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 et la nappe.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Respecter les règles de stockage des produits 2. Respecter les règles de bonne gestion du chantier et de ses équipements 	L'entreprise des travaux	
	Emissions de gaz et de poussières	Ils sont quantitativement et temporairement limités. <ol style="list-style-type: none"> 1. arrosage des voies d'accès des engins 2. contrôle de la combustion des engins. 	L'entreprise des travaux	
	Bruit et vibrations	Aucune mesure spécifique, les habitations les plus proches sont à 2000 m. <ol style="list-style-type: none"> 1. respect des règles relatives aux émissions sonores. 	L'entreprise des travaux	
	Pollution par les ordures ménagères et les rebuts de chantier.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Les ordures ménagères seront acheminées directement vers la décharge publique. 2. Les rebuts de chantier seront évacués au fur et à mesure de leur génération 	L'entreprise des travaux	
	Un chantier mal organisé et où les mesures de sécurités ne sont pas respectées, constitue une menace à la sécurité publique et à celle des ouvriers.	Respect des règles relatives à : <ol style="list-style-type: none"> 1. l'interdiction de l'accès du public au chantier, 2. la circulation des véhicules à l'intérieur du chantier 3. port de casques, masques, gants et chaussures de sécurité par les ouvriers. 	L'entreprise des travaux	

Activité du projet	Impact environnemental potentiel	Mesure d'atténuation proposée	Responsabilités institutionnelles	Coûts estimatifs (millier DT)
Phase d'exploitation	Pollution de l'air ambiant	1. Procédé de double absorption dans l'unité d'acide sulfurique	TIFERT	15 000
		2. Double lavage des gaz du réacteur d'acide phosphorique et recyclage des eaux de lavage vers le process.		8 000
	Pollution par les rejets hydriques	1. Arrêt du rejet hydrique fluoré dans la mer	TIFERT	6 000
		a) passage par l'étape acide 40%		8 000
		b) filtration des boues		9 300
		c) installations de 5 boucles de récupération du fluor au niveau des unités de concentration de l'acide phosphorique		1 000
		d) neutralisation de l'acide fluosilicique récupéré		
2. Installation d'un circuit de collecte de toutes les eaux industrielles de l'usine.	TIFERT	5 000		
3. Recyclage des eaux industrielles collectées vers le process.	TIFERT	2 400		
4. l'eau de mer, utilisée pour le refroidissement des produits et équipement de production dans des échangeurs de chaleur, est ramenée à sa température par l'intermédiaire de tours de réfrigération.	TIFERT	4 000		
5. Installation d'une station d'épuration des eaux sanitaires et utilisation de l'eau épurée pour l'irrigation des plantations d'arbres (espace vert)	GCT	500		

Activité du projet	Impact environnemental potentiel		Mesure d'atténuation proposée	Responsabilités institutionnelles	Coûts estimatifs (millier DT)
Phase d'exploitation	Pollution par les déchets solides de process	Phosphogypse	<ol style="list-style-type: none"> décharge par voie sèche sur un terrain aménagé de façon à protéger le littoral et les nappes. Installation des bassins de récupération de lixiviat. Réalisation de digues de protection et de caniveaux d'eaux de ruissellement autour de la Tabia et autour des bassins de récupération de lixiviat. recyclage des eaux de lixiviat dans le process 	GCT	<ol style="list-style-type: none"> 5 000 500 300 2 500
		Catalyseur à base de V ₂ O ₅	collecte et stockage sur site, en attendant l'ouverture de la décharge des déchets dangereux de Jradou	TIFERT	20mDT/an
		Crasses de la filtration du soufre	Stockage sécurisé des crasses de la filtration dans la décharge de phosphogypse	TIFERT	
	Déchets divers	<ul style="list-style-type: none"> Electroménager Electrique batteries usées 	Stockage approprié et recyclage (local aménagé)	TIFERT	100
		<ul style="list-style-type: none"> Mécanique Ferraille Caoutchouc boiserie 	Stockage sélectif et valorisation (local aménagé)		
	Pollution due aux déchets solides ménagers ou assimilés		Collecte et évacuation des déchets vers la décharge municipale de la Skhira	TIFERT	
	Pollution par les déchets d'emballage		<ol 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 municipale contrôlée de la Skhira 	TIFERT	20
	Bruit		<ol style="list-style-type: none"> Equipements à installer seront de niveau sonore limité à 80 dCB max Turbosoufflantes et turboalternateurs sont logés sous abri. 	TIFERT	

Activité du projet	Impact environnemental potentiel	Mesure d'atténuation proposée	Responsabilités institutionnelles	Coûts estimatifs (mDT)
Phase d'exploitation	Huile de vidange	<ol style="list-style-type: none"> 1. Respecter les règles de collecte et de stockage 2. Evacuation vers un collecteur agréé (SOTULUB) pour recyclage 	TIFERT	5
	Sécurité	manuel de sécurité et PDI	TIFERT	
	Epuisement des ressources naturelles en eau.	Dessalement de l'eau de mer pour assurer les besoins de l'usine en eau de procédé et préserver les ressources en eau. De la nappe profonde existante	TIFERT	10 000

B – MESURES DE SUIVI

L'objectif de ce plan, qui sera mis en place par le GCT / TIFERT, consiste à l'établissement d'un programme de suivi environnemental du milieu des rejets liquides, des rejets solides et des rejets gazeux ainsi que le suivi de la qualité de l'air ambiant.

Activité du projet	Milieu récepteur	Paramètres de suivi	Endroit	Type de contrôle	Fréquence & mesures	Norme applicable	Responsabilité (révision et reportage)	Coûts estimatifs (mDT/an)
Phase de construction	Qualité de l'air	Poussière	Air ambiant	Prélèvement et analyses des poussières (PM10)	Mensuel	NT 106.02	Entreprise	1
	Bruit	Bruit	Les différentes sources de bruit	Sonomètre	Trimestriel	NT 48.252 (1989) ENR Eqv CEI 651-1979	Entreprise	0,5
	Déchets	Déchets ménagers ou de chantier (DIB, huiles usagers, hydrocarbures, etc.)	Site du chantier	Visuel	Hebdomadaire	NT 106.02	Entreprise	0,4

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 d'exploitation	Qualité de l'air	SO2	Cheminée de l'unité d'acide sulfurique	Analyseur de SO2	Analyseur en continu (en ligne)	380 ppm* (* EFMA/BAT)	TIFERT	60 000
		Fluorures	Cheminée de l'unité d'acide phosphorique	Analyseur fluorures	En continu	5 mg/Nm ³ (* EFMA/BAT)	TIFERT	50 000
	Bruit	Bruit	Les différentes sources de bruit	Sonomètre	Trimestriel		TIFERT	5 000
	Mer	T° et pH	Bassin d'eau de mer Sortie usine	Instruments en lignes	Analyse on line	NT – 106.02	TIFERT	3 200
	Nappe	PH, P2O5, F, Cd et SO4	Piézomètres autour de la Tabia	Prélèvement et analyses des eaux de la nappe au laboratoire	Hebdomadaire	NT – 106.02	TIFERT	13 000
	Déchets dangereux (huiles de vidange, catalyseur, batteries,...)	Quantité évacuée	Zone de stockage	Bordereau de suivi des déchets dangereux	Mensuel	Diverses réglementations tunisienne-	TIFERT	

C- Phase de fermeture

Activité du projet	Description	Mesures proposées	Responsabilités institutionnelles	Coûts estimatifs (millier DT)
Phase de fermeture	Fermeture de l'usine TIFERT	<ol style="list-style-type: none"> 5. Démontage des équipements de production, suivi d'un stockage adéquat et mise en vente des équipements valorisables 6. Démantèlement des charpentes et éléments en chaudronnerie et mise en vente de la ferraille. 7. Démolition du Génie Civil et des bâtiments et évacuation des déblais et gravats non contaminés vers la décharge de phosphogypse. 8. Nettoyage du terrain 	TIFERT	10 000
	Réhabilitation du dépôt de phosphogypse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Assèchement des bassins de rétention des eaux de ruissellement 2. Assèchement des bassins de rétention du lixiviat 3. Couverture du dépôt par de la terre végétale (3 million de m³ de terre végétale) 	GCT-TIFERT	15 000

11 CONCLUSION

Le projet de réalisation de l'usine de production d'acide phosphorique de capacité 360 000 tonnes/an de P₂O₅ est très important, pour l'industrie chimique du pays, mais également pour ses différents avantages socio-économiques.

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 TIFERT 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 (3600 t de H₂SO₄ par jour).
La première absorption permet d'absorber 90% du SO₃
La deuxième absorption permet d'arriver à une absorption de 99,7% de SO₃
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
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 mer 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 (SO₂ 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 mer de refroidissement (2800 m³/j) 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 près de la décharge de phosphogypse de l'unité existante GCT-SKHIRA, ayant une capacité de 40 ans de production. Cet aménagement tient compte des aspects hydrauliques et hydrologiques : Dignes de protection contre les eaux pluviales et contre les exfiltrations vers la mer, bassins de stockage du lixiviat
- Prévoir une ceinture de protection de 500 m autour de cette décharge, pour éviter les éventuels constructions ou habitations à proximité de la future décharge.
- Le déchargement du fluosilicate de Sodium dans la tabia de phosphogypse et son recouvrement journalier par du phosphogypse afin d'éviter son contact avec l'air libre.
- Le rejet des eaux de mer du circuit de refroidissement dans le circuit de l'usine GCT SKHIRA existante, 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, jusqu'à l'ouverture de la décharge pour 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 est en cours d'élaboration, conformément à la réglementation en vigueur sur les établissements classés
- 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 mer 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 due aux rejets de SO₂, et la pollution hydrique, de ses eaux de mer de refroidissement, rejetés actuellement en mer.

En Adoptant ces mesures, le projet de réalisation de l'usine de production d'acide phosphorique dans le site de la Skhira TIFERT n'aura pas d'impacts significatifs sur l'environnement.

Le GCT est conscient de cette situation et s'est engagé d'adopter des mesures pour y remédier. Une étude « Etude de caractérisation environnementale des sites du GCT » sera bientôt lancée. L'objectif de cette étude est d'identifier et de caractériser la situation environnementale des différents sites du GCT, y compris le site de la SKHIRA, dans les différents milieux (air, mer et sol) et de proposer des solutions pour remédier aux situations irrégulières.

12 ANNEXES

12.1 ANNEXE 1 : Modèle Gaussien

Le modèle gaussien est l'un des plus utilisés dans le monde pour étudier les phénomènes de dispersion. Ce modèle estime les concentrations de polluants en tout point dans l'espace en tenant compte de différents facteurs : les caractéristiques des émissions, le milieu récepteur et les conditions météorologiques.

Dans le modèle, l'expression de la concentration d'un polluant pour un triplet (x, y, z) fixe se définit comme suit.

$$(1) \quad C(x, y, z) = \frac{Qn}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right]$$

Où : C : concentration de l'agent polluant [g/m³] ;

Q : débit de la source polluante [g/s] ;

U_s : vitesse du vent à la hauteur de l'émission [m/s] ;

σ_y : coefficients de dispersion latérale [m] ;

σ_z : coefficients de dispersion verticale [m] ;

y : distance latérale d'un point récepteur par rapport au centre du panache [m] ;

n : terme vertical tenant compte de la réflexion (déplacement des polluants selon l'axe des z).

Algorithme de simulation

Afin d'avoir une vision globale de la procédure qu'utilise POLAIR pour la réalisation des simulations, un organigramme des opérations exécutées lors des simulations est présenté à la figure suivantes :

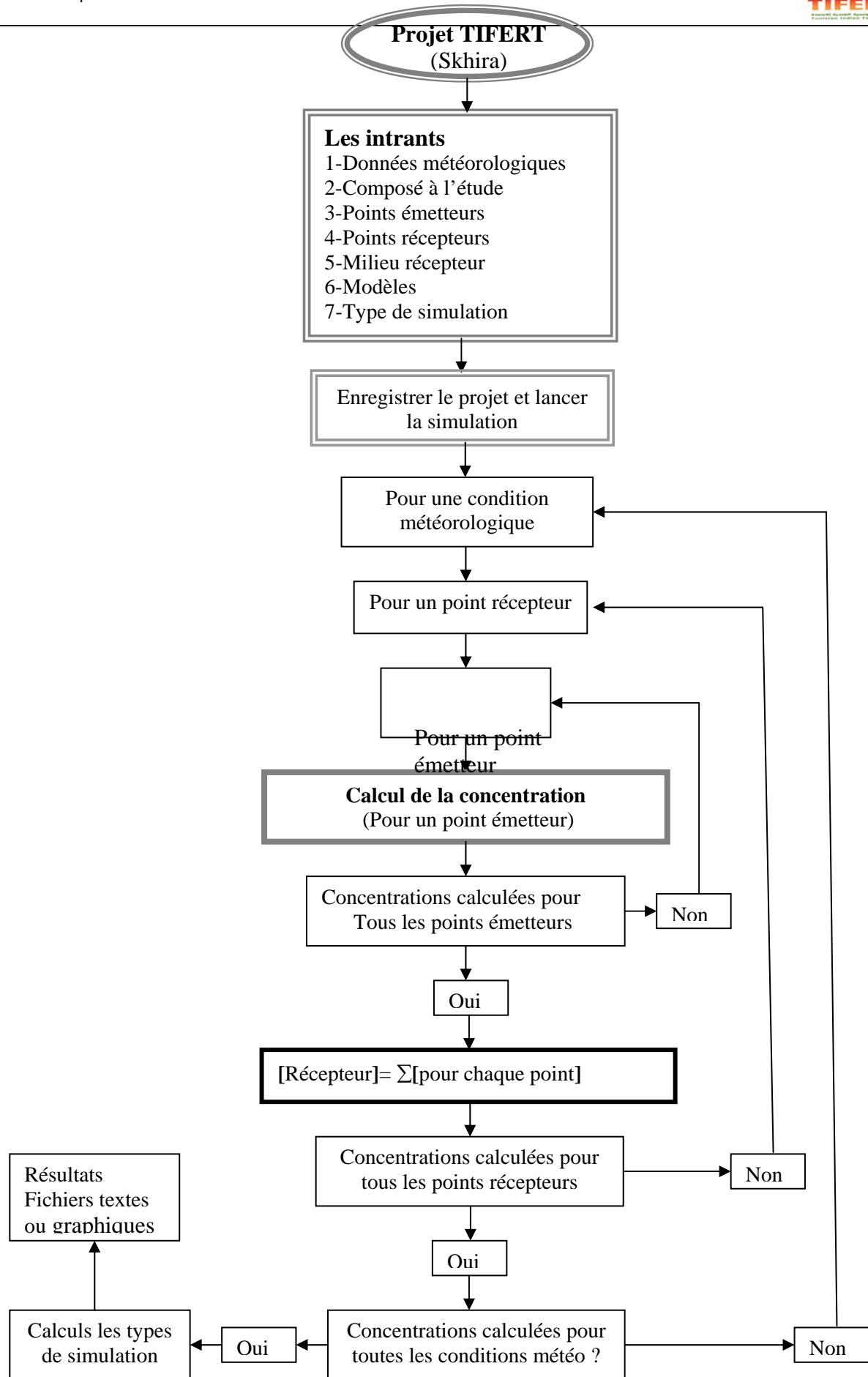


Figure 63 : :Algorithme qui présente les opérations exécutées lors des simulations

12.2 ANNEXE 2 : NORME NT 106-002

Normes Tunisienne pour les rejets en mer et dans les différents types d'eau de surface (domaine public maritime et hydraulique) et dans le réseau d'égout (Canalisation publique) (INNORPI, 1989a).

Paramètres (expression)	DPM		
	5maritime)	DPH	Réseau d'égout
Température (°C)	35	25	35
pH	6.6 - 8.5	6.5 – 8.5	6.5 – 9
Matière en suspension MES (mg/l)	30	30	400
Matières décantables (mg/l)	0.3	0.3	-
Demande chimique en oxygène DCO (mg O ₂ /l)	90 moyen de 24 h	90 moyen de 24 h	1000
Demande biologique en oxygène DBO ₅ (mg O ₂ /l)	30	30	400
Chlorures Cl (mg/l)	sans exigence	600	700
Chlore actif Cl ₂ (mg/l)	0.05	0.05	1
Bioxyde de chlore ClO ₂ (mg/l)	0.05	0.05	0.5
Sulfate SO ₄ (mg/l)	1000	600	400
Magnésium Mg (mg/l)	2000	200	300
Potassium K (mg/l)	1000	50	50
Sodium Na (mg/l)	sans exigence	300	1000
Calcium Ca (mg/l)	sans exigence	500	fixer selon le cas
Aluminium Al (mg/l)	5	5	10
Couleur Echelle au platine cobalt	100	70	fixer selon le cas
Sulfure S (mg/l)	2	0.1	3
Fluorures dissous F (mg/l)	5	3	3
Nitrates NO ₃ (mg/l)	90	50	90
Nitrites NO ₂ (mg/l)	5	0.5	10
Azote organique et ammoniacal (mg/l)	30	1	100
Phosphore PO ₄ ou P-total (mg/l)	0.1	0.05	10
Phénol, compose phénologique (mg/l)	0.05	0.002	1
Graisses et huiles saponifiables (mg/l)	20	10	30
Hydrocarbures aliphatiques total (mg/l)	10	2	10
Solvants chlorés (mg/l)	0.05	0	0.1
Détergents anioniques- ABS (mg/l)	2	0.5	5
Bore B (mg/l)	20	2	2
Fer F (mg/l)	1	1	5
Cuivre Cu (mg/l)	1.5	0.5	1
Etain Sn (mg/l)	2	2	2
Manganèse Mn (mg/l)	1	0.5	1
Zinc Zn (mg/l)	10	5	5
Molybdène Mo (mg/l)	5	0.5	5
Cobalt Co (mg/l)	0.5	0.1	0.5
Brome actif Br ₂ (mg/l)	0.1	0.05	1
Baryum Ba (mg/l)	10	0.5	10
Argent Ag (mg/l)	0.1	0.05	0.1
Arsenic As (mg/l)	0.1	0.05	0.1
Béryllium Be (mg/l)	0.05	0.01	0.05
Cadmium Cd (mg/l)	0.005	0.005	0.1
Cyanures CN (mg/l)	0.05	0.05	0.5
Chrome hexavalent Cr ⁶⁺ (mg/l)	0.5	0.01	0.5
Chrome trivalent Cr ³⁺ (mg/l)	2	0.5	2
Antimoine Sb (mg/l)	0.1	0.1	0.2
Nickel Ni (mg/l)	2	0.2	2
Sélécium Si (mg/l)	0.5	0.05	1
Mercure Hg (mg/l)	0.001	0.001	0.01
Plomb Pb (mg/l)	0.5	0.1	1
Titane Ti (mg/l)	0.001	0.001	0.01
Pesticides (mg/l)	0.005	0.001	0.01
Coliformes fécaux (par 100 ml)	2000	2000	-
Streptocoques fécaux (par 100 ml)	1000	1000	-
Salmonelles (par 5000 ml)	absence	absence	-
Vibrions cholériques (par 5000 ml)	absence	absence	-

12.3 ANNEXE 3 : Relevé des analyses des piézomètres de surveillance de la pseudo nappe

Moyenne du pH

	2004	2005	2006	2007
SP1	7.25	7.44	7.42	7.50
SP10	7.35	7.67	7.38	7.60
SP15	7.25	7.62	7.53	7.60
SP5	7.25	7.48	7.38	7.50
SP6	7.35	7.59	7.49	7.40
SP7	7.55	7.47	7.28	7.20
SP8	7.40	7.39	7.34	7.20
SP9	7.50	7.48	7.33	7.50

Moyenne du Cd (ppm)

	2004	2005	2006	2007
SP1	0.00	0.00	0.00	0.00
SP10	0.00	0.00	0.00	0.00
SP15	0.00	0.00	0.00	0.00
SP5	0.00	0.00	0.00	0.00
SP6	0.00	0.00	0.00	0.00
SP7	0.00	0.00	0.00	0.00
SP8	0.00	0.00	0.00	0.00
SP9	0.00	0.00	0.00	0.00

Moyenne de F (ppm)

	2004	2005	2006	2007
SP1	3.00	2.47	2.09	2.00
SP10	1.50	3.15	3.00	2.00
SP15	2.50	3.49	3.55	3.00
SP5	1.50	2.71	3.00	2.00
SP6	3.00	3.43	3.64	3.00
SP7	3.00	3.22	3.09	2.00
SP8	1.00	2.70	2.18	1.00
SP9	1.00	2.93	2.64	2.00

Moyenne de P2O5 (ppm)

	2004	2005	2006	2007
SP1	0.00	0.00	0.00	0.00
SP10	0.00	0.00	0.00	0.00
SP5	0.00	0.00	0.00	0.00
SP6	0.00	0.00	0.00	0.00
SP7	0.00	0.00	0.00	0.00
SP8	0.00	0.00	0.00	0.00
SP9	0.00	0.00	0.00	0.00

Moyenne SO4 (%)

	2004	2005	2006
SP1	4150.00	2491.67	1371.43
SP10	1050.00	1700.00	2850.00
SP15	1550.00	2525.00	1828.57
SP5	1800.00	2058.33	1614.29
SP6	1600.00	3225.00	2228.57
SP7	1700.00	2591.67	2800.00
SP8	950.00	1616.67	1685.71
SP9	600.00	1433.33	957.14

Cl (ppm)

	2004	2005	2006	2007
SP1	1384.50	1966.75	1873.55	1420.00
SP10	1639.00	1154.25	1354.45	1491.00
SP15	1562.00	1688.17	2148.27	2485.00
SP5	1491.00	2956.25	2739.91	2698.00
SP6	1100.50	1695.42	1680.91	1633.00
SP7	7662.50	6957.67	7822.27	8094.00
SP8	1598.50	2486.08	2566.64	2769.00
SP9	1568.00	1901.25	2064.27	1988.00

Niveau hydrostatique

	2004	2005	2006	2007
SP1	4.25	3.99	4.03	3.37
SP10	7.70	7.89	7.72	7.48
SP15	8.12	6.86	8.63	8.25
SP5	5.96	6.01	5.84	5.52
SP6	6.00	5.84	5.78	5.59
SP7	4.31	4.22	4.11	3.67
SP8	8.80	7.54	8.39	7.81
SP9	7.88	7.31	7.65	7.42

12.4 ANNEXE 4 : Etude d'avant-projet d'une station d'épuration des eaux usées sanitaires des usines GCT SKHIRA et TIFERT

12.5 ANNEXE 5 : Etude sommaire d'aménagement, réhabilitation et extension de la plateforme de mise en terril du Phosphogypse à la SKHIRA