



Rapport d'actualisation

Mars 26, 2007



27, rue de Vannes-92772 Boulogne Billancourt
Cedex -France-
Tél : 33 (0) 1 46 10 25 40
Fax : 33 (0) 1 46 10 25 49
E-mail : dg@burgeap.fr



23 avenue Chellah apt 9 et 10
Rabat -Maroc-
Tél : 037 20 80 90
Fax : 037 72 91 11
E-mail : phenixa@phenixa.com



27, rue de Vannes-92772 Boulogne Billancourt
Cedex -France-
Tél : 33 (0) 1 46 10 25 40
Fax : 33 (0) 1 46 10 25 49
E-mail : dg@burgeap.fr



23 avenue Chellah apt 9 et 10
Rabat -Maroc-
Tél : 037 20 80 90
Fax : 037 72 91 11
E-mail : phenixa@phenixa.com

**ACTUALISATION DE L'ETUDE D'IMPACT SUR
L'ENVIRONNEMENT DE LA CENTRALE THERMO-
SOLAIRE DE AIN BENI MATHAR**

PREAMBULE

L'étude d'impact du projet de la centrale thermo solaire de Ain Beni Mathar a été réalisée en 2005 et le rapport final de cette étude a été présenté à l'ONE en avril 2006. L'objectif de ce rapport est d'actualiser l'Etude d'Impact Environnemental déjà réalisée suite à la décision de l'ONE d'augmenter la capacité de la centrale à 472 MW au lieu de 250 MW dans le projet initial.

SOMMAIRE

PREAMBULE	
1 INTRODUCTION	6
2 DESCRIPTION DU PROJET	7
2.1 Description technique succincte du projet	7
2.2 Description des principales composantes caractéristiques et étapes de réalisation du projet	7
2.2.1 Description sommaire	7
2.2.2 Principaux ouvrages de génie civil de préparation et de fondations	8
2.2.3 Description sommaire des équipements liés au fluide caloporteur	8
2.2.4 Evaluation des besoins en eau de la centrale	8
2.2.5 Collecte des effluents liquides et système d'évacuation et de traitement	9
2.2.6 Collecte des déchets solides et système d'évacuation et de traitement	9
2.2.6.1 Types de déchets produits en période de construction et mode de traitement envisageable	9
2.2.6.2 Types de déchets solides produits en période d'exploitation et mode de traitement envisageable	9
2.2.7 Rejets gazeux	10
3 CADRE INSTITUTIONNEL ET REGLEMENTAIRE	10
4 DESCRIPTION DE L'ÉTAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT	11
4.1 Définition de l'aire d'étude	11
4.2 Milieu Physique	11
4.2.1 Description générale de l'hydrogéologie locale	11
4.2.2 Bilan hydrogéologique local	11
4.2.3 Exploitation actuelle	12
4.2.4 Qualité des eaux	13
4.2.5 Hydrographie	13
5 IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT	15
5.1 Impacts en période de travaux	15
5.2 Impacts en période d'exploitation	15
5.2.1 Impacts sur la ressource en eau et la qualité de l'eau	15
5.2.1.1 Rejets liquides et solides	17
5.2.2 Impacts sur la qualité de l'air, l'atmosphère environnante, les économies d'énergies et l'effet de serre	17
5.2.2.1 Caractérisation des rejets à l'atmosphère de la centrale	17
5.2.2.2 Les normes à l'émission	19
5.2.2.3 Modélisation de la dispersion atmosphérique	20
5.2.2.4 Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique	21
5.2.2.5 Prise en compte du bruit de fond	23
5.2.2.6 Incertitudes	24
5.2.2.7 Conclusion	25
5.2.3 Impacts sur l'environnement sonore	26
5.2.4 Synthèse des impacts pour la centrale	27

6	MESURES D'ATTENUATION	28
6.1	Mesures spécifiques à prendre en compte lors de la phase de préparation du projet	28
6.1.1	Mesures concernant les problématiques éoliennes et de pollution de l'air	28
6.1.2	Mesures concernant l'intégration des contraintes acoustiques	28
6.2	Mesures spécifiques à prendre en compte lors de la phase d'exploitation	29
6.2.1	Mesures préventives	29
6.2.2	Mesures pour la protection de la santé humaine	29
6.2.3	Mesures compensatoires concernant la gestion et la protection des ressources en eau	29
6.2.4	Surveillance de la qualité de l'air	29
6.2.5	Synthèse des mesures compensatoires et d'atténuation pour la centrale	31
7	PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL (PGE)	32
8	ANNEXES	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Débit spécifique en fonction de l'aquifère capté	12
Tableau 2 : Paramètres hydrodynamiques	12
Tableau 3 : Débit ponctuel des sources captées.....	12
Tableau 4 : Rabattement de la nappe.....	16
Tableau 5 : Facteur d'émission utilisé	17
Tableau 6 : Emissions annuelles de la centrale d'Ain Béni Mathar.....	18
Tableau 7 : Caractéristiques du rejet	18
Tableau 8 : Normes requises à l'émission.....	20
Tableau 9 : Concentrations maximales modélisées et objectifs de qualité de l'air en moyennes annuelles	22
Tableau 10 : Concentration mesurée et modélisée en NO₂ au niveau des capteurs de mesure	23
Tableau 11 : Participation des émissions de la centrale au bruit de fond	24
Tableau 12 : Synthèse des impacts pour la centrale	27
Tableau 13 : Limites pour le rejet dans l'air	28
Tableau 14 : Mesures de réduction du niveau acoustique	29
Tableau 15 : Résumé de mesures d'atténuation ou de compensation pour la centrale.....	31
Tableau 16 : Liste des mesures à intégrer dans le PGE	32

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Rose des vents de la station météorologique d'Ain Béni Mathar	21
Figure 2 : Carte de concentration en moyenne annuelle de NO₂.....	22
Figure 3 : emplacement des capteurs passifs de NO₂.....	23

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Cartes des concentrations modélisées

Annexe 2 : Cartes des concentrations modélisées (même échelle que celles faites lors du projet initial)

Annexe 3 : Plan de gestion environnemental actualisé pour l'ensemble du projet

Introduction

Le projet vise à diversifier les sources d'énergie et à sécuriser l'approvisionnement en énergie électrique du pays de façon à satisfaire la demande croissante d'énergie électrique, d'environ 6% annuellement jusqu'à 2010. Il permettra d'augmenter la capacité de production de l'ONE en fournissant au système interconnecté 3538 GWh par an dont une part d'origine solaire. La contribution de la centrale représentera ainsi près de 10% de la consommation électrique annuelle attendue en 2010.

Le projet présente un intérêt économique certain car il permet à l'ONE de réaliser des économies sur le coût du combustible pour la production d'électricité. Une subvention de 43,2 MUSD du Fonds pour l'Environnement Mondial compense en partie l'investissement de la composante solaire.

Le projet présente ainsi un intérêt direct sur le plan environnemental car il contribue à l'accroissement de la part des énergies renouvelables dans le bilan énergétique du pays, et à la réduction relative du taux d'émission de gaz à effet de serre par kWh produit.

L'énergie produite par la centrale ne sera pas utilisée spécifiquement pour l'alimentation en énergie électrique de la zone du projet, mais sera injectée dans le système interconnecté de l'ONE.

Dans le cas où les 3538 GWh/an d'électricité seraient produits par d'autres centrales (au charbon par exemple), il y aurait au moins 2 millions tonnes d'émissions de CO2 de plus pendant la durée de vie de 20 ans.

Description du projet

Description technique succincte du projet

Le projet consiste en une centrale thermique conventionnelle à cycle combiné et à champ solaire intégré. Elle fonctionnera au gaz naturel tiré du gazoduc Maghreb-Europe (GME), transporté sur 13 km. Le projet prévoit également des lignes haute tension pour l'évacuation de l'électricité produite.

L'augmentation de puissance se fera avec l'augmentation de la consommation de gaz naturel. La partie solaire reste quasiment identique.

La puissance totale maximale nette de la centrale est de 472 MW dont 20 MW est d'origine solaire. Elle fonctionnera par collection d'énergie thermique solaire au moyen des collecteurs solaires d'une superficie de 183 000 m² et d'un fluide caloporteur sous haute pression et haute température.

Le site d'implantation de la centrale qui s'étendra sur une superficie de près de 160 ha reste inchangée.

Description des principales composantes caractéristiques et étapes de réalisation du projet

Description sommaire

La centrale consistera en différentes sections :

- Système de collection d'énergie thermique solaire
Champ solaire d'une superficie totale de 183 000 m²
Système du fluide caloporteur
Réservoir thermique

Cette partie reste inchangée par rapport au projet initial.

- bloc usine :

La description du projet précise que l'îlot à cycle combiné est composé de :

- 2 turbines à gaz
- 2 chaudières de récupération de chaleur
- 1 Turbine à vapeur et
- 1 aéro condensateur

L'aérocondensateur permettra un refroidissement sec contrairement à la tour de refroidissement humide prévue dans le projet initial. Ce nouveau système permettra d'économiser la quantité d'eau de refroidissement qui constituait de loin la plus grosse partie de consommation d'eau dans le projet initial.

- reste des équipements de la centrale :
 - Secteur traitement des eaux usées
 - Secteur pompage de l'eau de refroidissement
 - Secteur compresseur à air et générateur diesel
 - Secteur traitement des effluents
 - Secteur station de gaz
 - Poste d'évacuation d'énergie
 - Secteur de déminéralisation d'eau

Les nouveaux besoins en eau déminéralisée de la centrale seraient de 200 m³/an. Cette consommation est notamment basée sur le système d'appoint eau/vapeur. Des réservoirs d'acide et d'alcali seront prévus pour la régénération des échangeurs d'ion (capacité équivalente à la quantité nécessaire pour un mois). Les eaux de rinçage de l'installation de déminéralisation seront neutralisées avant d'être évacués dans un réservoir commun au moyen d'une pompe.

Le système de déminéralisation d'eau nécessitera une analyse constante de la qualité des différents types d'eau afin d'assurer la sécurité, l'opération et la maintenance optimale de la centrale. A cet effet, une station d'analyse d'eau est prévue.

- autres bâtiments : Administration, Cafétéria, Récréation, Sécurité, Ateliers
- équipements auxiliaires

Principaux ouvrages de génie civil de préparation et de fondations

A priori les ouvrages de génie civil de préparation des fondations restent inchangés dans leur consistance.

Description sommaire des équipements liés au fluide caloporteur

Le fluide caloporteur est lié à l'îlot solaire dont les composantes sont légèrement réduites (passage de 220 000 m² à 183 000 m²). Ces éléments restent donc inchangés.

Evaluation des besoins en eau de la centrale

Les besoins en eau pour le projet initial étaient de 3,1 millions m³/an. L'ONE a donc obtenu une autorisation de prélèvement de ces 3,1 millions délivrée par l'Agence du Bassin Hydraulique de la Moulouya. L'utilisation principale étant pour le système de refroidissement.

Pour respecter ses engagements en terme de consommation d'eau dans le nouveau projet à grande puissance, l'ONE équipera la nouvelle centrale par un système de refroidissement sec au lieu d'un refroidissement humide prévu dans le projet initial. Le refroidissement sec sera assuré par un aérocondensateur.

Avec ce nouveau système, les besoins totaux en eau de la centrale seront de 1,5 millions m³/an.

Ces besoins seront tirés de la nappe profonde de Ain Béni Mathar dans le secteur du projet.

Au vu des débits obtenus par les forages voisins, ce projet de captage devrait permettre de fournir en débit ponctuel 150 à 200 l/s.

Les 1,5 millions m³/an recherchés pourront donc être obtenus par une exploitation de 6 à 8 heures par jour alors qu'une exploitation de 200l/s pendant 12h/j était prévue dans le projet initial.

Collecte des effluents liquides et système d'évacuation et de traitement

Le système de collecte et de traitement des effluents liquides sont pris en compte dans le projet de centrale remis au bureau d'études.

Collecte des déchets solides et système d'évacuation et de traitement

Types de déchets produits en période de construction et mode de traitement envisageable

L'augmentation de la puissance de la centrale ne modifie pas le type de déchets produits. Il peut éventuellement modifier les quantités.

Types de déchets solides produits en période d'exploitation et mode de traitement envisageable

Les déchets domestiques solides

Il n'y a pas de changement pour la production des déchets domestiques solides.

Les déchets de la centrale

Les déchets de la centrale liés au processus de fabrication seront les mêmes qualitativement. Leur quantité peut augmenter avec le doublement de la capacité. Exception faite pour le gasoil qui ne sera plus le combustible de secours. Cette option a été écartée dans le nouveau projet et le gaz naturel sera le combustible unique. L'unique utilisation du gasoil serait l'alimentation du groupe électrogène de secours. Ainsi, les éventuelles fuites d'hydrocarbures, provenant de la zone d'alimentation en fuel ou des chaudières, abordées dans le rapport initial de l'EIE sont sans objet dans le nouveau projet.

La diminution de la quantité d'eau utilisée réduira également la quantité de dépôt des métaux lourds contenus dans l'eau dans les installations. Ces dépôts sont souvent constatés dans les systèmes de refroidissement. La quantité des rejets issus de ces dépôts vont donc diminuer.

Nous rappelons ci après les autres déchets :

Métaux lourds

Selon les informations dont nous disposons, la centrale en régime de fonctionnement normal ne rejettera pas de métaux lourds dans ses effluents liquides.

Cependant d'éventuels métaux lourds peuvent provenir des phénomènes d'usure des pièces métalliques (joints spéciaux, aubes de la turbine vapeur, ils pourraient être rejetés lors des opérations de purge des « Boilers »)

Les résidus de produits chimiques

Ils proviennent des traitements chimiques, nettoyage de pièces de la centrale ainsi que du laboratoire prévu sur le site pour les contrôles de qualité. Ces produits essentiellement des réactifs chimiques seront rassemblés dans de petits conteneurs plastiques répertoriés qui seront collectés pour neutralisation et élimination à l'extérieur de la centrale.

Les emballages et autres déchets divers

Ils sont produits lors des différentes activités liées à l'exploitation de la centrale. Ce sont entre autres les différents emballages (plastiques, papier, verre), les chiffons, etc. Ces déchets seront collectés séparément, stockés en un endroit prévu et transportés à l'extérieur de l'usine pour élimination soit par incinération, recyclage ou à défaut par enfouissement.

Pièces métalliques

Il s'agit de pièces défectueuses ou usées qui doivent être remplacées notamment lors des services prévus pour la centrale.

Les boues de décantation

Elles proviennent

- des bassins d'homogénéisation et d'évaporation,

La quantité de déchets solides de la centrale n'est pas très élevée. La principale source de ces déchets est le bassin d'évaporation. Ils seront transportés hors site pour une mise en décharge ou envoyés en cimenterie pour incinération.

Mais aussi,

- du bassin prévu pour le traitement de surface du système eau-vapeur avant mise en service (traitement à la chaux et charbon actif). Il s'agit là d'une opération spéciale qui se produit une seule fois. Les boues résultantes seront mises en décharge contrôlée ou incinérée (cimenterie).

Rejets gazeux

Les rejets gazeux proviendront de la combustion du gaz (CO, CO2, Nox, SO2 ...) et en vapeur d'eau. L'augmentation de puissance va augmenter le flux des effluents gazeux.

Cadre institutionnel et réglementaire

Le cadre institutionnel et réglementaire de cette étude reste inchangé par rapport aux documents établis en septembre 2006.

Description de l'état initial de l'environnement

Définition de l'aire d'étude

L'occupation de l'espace par le projet de la centrale de 472 MW, la route d'accès, la bretelle d'aménée du gaz et les lignes électriques restent inchangés par rapport au projet initial.

L'aire de l'étude reste donc identique.

L'aire de l'étude étant identique, l'inventaire des éléments du milieu restent également identique.

Milieu Physique

Tous les éléments du milieu physique restent inchangés par rapport aux documents établis en septembre 2006. Nous rappelons ci-après les aspects hydrogéologiques et hydrographiques. Ces aspects nous aideront plus loin à définir l'impact de la consommation d'eau sur l'aquifère et les eaux superficielles.

Description générale de l'hydrogéologie locale

Le principal aquifère de la région est contenu dans la série calcaro-dolomitique qui s'est déposée au Lias et au Dogger.

L'épaisseur totale estimée est de l'ordre de 500 m, mais dans certains secteurs, on ne trouve que le Lias sans le Dogger, ce qui conduit à une épaisseur aquifère plus faible.

Il s'agit donc d'un réservoir aquifère de type fissuré plus ou moins karstifié.

Cette nappe puissante qui couvre plusieurs milliers de km² a été découverte à Ain Béni Mathar, Les sources de Ras El Ain sont issues des niveaux calcaires enfouis à seulement 30 m de profondeur sous des terrains de couverture récents peu perméables.

La nappe profonde de Ain Beni Mathar possède un autre exutoire avec les sources de Guefaït au Nord. Celles-ci sont situées au niveau de la faille qui limite l'effondrement dit de l'Oued El Hai.

Ces 2 exutoires constituent le débit permanent de l'Oued EL Hai/ ZA qui se jette dans la Moulouya juste en amont du barrage de Mohamed V.

En dehors de ces 2 points les terrains aquifères n'affleurent pas, ils sont recouverts par les terrains peu perméables du Mio-pliocène qui rendent la nappe captive.

Dans un secteur situé immédiatement au Nord Ouest de Ain Béni Matahr, l'aquifère est même artésien avec des pressions au sol qui peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres.

L'aquifère paraît alimenté à partir de l'ensemble des reliefs qui l'entourent. Le Dogger serait alimenté par ascensuim à partir du Lias.

Toutefois, la détermination d'une carte piézométrique apparaît très difficile en raison de l'artésianisme des forages et d'un écoulement plutôt ascendant du nord au sud. Ainsi les quelques indications obtenues donnent un niveau piézométrique assez plat pour cet aquifère. Les niveaux piézométriques mesurés varient entre 920 et 935 m.

Bilan hydrogéologique local

En dehors des 2 sources précitées, l'aquifère profond de Ain Beni Mathar est exploité par de nombreux forages.

Les forages les moins profonds atteignent seulement les sables miocènes qui recouvrent les calcaires et sont alimentés par eux. Ils présentent des débits assez faibles.

La plupart des forages atteignent le Dogger et même le Lias. Leur profondeur varie entre 250 et 500 m.

La productivité des forages varie suivant les secteurs.

Les débits spécifiques moyens suivant les niveaux d'aquifères captés sont :

Tableau 1 : Débit spécifique en fonction de l'aquifère capté

Aquifère capté	Débit spécifique
Sable miocène	0,1 l/s/m
Dogger	10 à 25 l/s/m
Lias	2 à 5 l/s/m
Lias + Dogger	20 à 40 l/s/m

Les paramètres hydrodynamiques trouvés lors des essais de pompage sont résumés ci-après.

Tableau 2 : Paramètres hydrodynamiques

Perméabilité	$10^{-3} - 10^{-5}$ m/s
Transmissivité	$10^{-1} - 10^{-3}$ m ² /s
Coefficient d'emmagasinement	$10^{-3} - 10^{-4}$

Réf : Ressources en eau du Maroc

Les débits fournis par les forages varient de 20 l/s à plus de 100 l/s. Ils semblent maxima dans le secteur autour de Ain Beni Mathar et Ain Tabouda.

Les bilans établis pour l'ensemble des exutoires connus de cette nappe (sources et forages) donnent un débit de l'ordre de 2 m³/s.

Les premiers forages d'exploitation ont été réalisés avant 1950. On ne dispose pas de jaugeages du débit naturel des sources avant le début de l'exploitation par forages.

Vers les années 1970, alors qu'il existait déjà plus d'une cinquantaine de forages dans la nappe profonde de Ain Béni Mathar des jaugeages ont donné un débit pour les 2 sources de 960 l/s :

Tableau 3 : Débit ponctuel des sources captées

Groupe de sources	Débit ponctuel
Ras El Ain	210 l/s
Guéfait	750 l/s

Il semble donc qu'à cette époque, les sorties de l'aquifère s'effectuent pour une moitié encore naturelle par les 2 sources principales et pour une autre moitié par des forages.

Les quelques mesures de piézométries dont on dispose semble montrer une bonne stabilité des niveaux piézométriques. Quelques forages semblent avoir accusés une baisse à peine significative de 1 m entre 1950 et 1970.

Exploitation actuelle

Les eaux de l'aquifère profond de Ain Béni Mathar sont exploitées pour l'alimentation humaine, l'irrigation et l'industrie.

Les principaux points d'exploitation sont :

- ③ Périmètre irrigué de Ain Béni Mathar (environ 1000 ha)
 - Sources et groupe de 5 forages qui fourniraient un débit de 800 l/s
- ③ Périmètre irrigué de Sehb El Ghar
 - 1 forage (environ 20 l/s)
 - Forage de Mrabo
- ③ Usine thermique de Jerada
 - 2 forages en service fournissant un débit de 200 l/s (secteur de Ain Tabouda)
- ③ Ville de Jérada
 - 2 forages fournissant un débit de 70 l/s

En dehors de ces points principaux d'exploitation, il existe d'autres forages particuliers ou pastoraux qui représentent un débit global de l'ordre de 100 l/s.

La répartition actuelle des sorties de l'aquifère est donc

Total Forages : 1190 l/s

Total source : 810 l/s

Total sortie : 2000 l/s

Le périmètre irrigué de Zawyat si Tayb est alimenté par un barrage sur Oued El Hay situé au nord de Ain Béni Mathar.

La plupart des forages précités sont situés entre 1 et 3 km au Nord du site de projet de la centrale.

Qualité des eaux

Les eaux de la nappe profonde de Ain Beni Mathar ne sont pas beaucoup minéralisées. Les résidus secs varient de 800 mg/l à 2000 mg/l. Dans la zone du projet, ils sont de l'ordre de 1000 mg/l. Le faciès de l'eau sans dominante majeure est chloruré, puis sulfaté pour les cations, sodique puis magnésien pour les anions.

Ces eaux sont conformes pour tous les usages classiques (alimentation en eau potable et irrigation sans restriction).

Hydrographie

Le principal Oued dans la zone d'étude est l'oued Charef, c'est un oued qui prend plusieurs noms d'amont en aval.

En amont, à partir de la source Ras El Ain existante dans la ville de ABM d'où il prend naissance, il s'appelle Oued Echaref, puis oued El Hay en aval de la ville de Ain Béni Mathar et Oued Za à partir de Gafait où il est réalimenté par la source Gafait. Il débouche enfin dans l'oued Moulouya. L'oued Charef est intermittent, alors que Oued El Hay est permanent.

Le débit moyen de oued Echaref enregistré entre la période de 1959-1969 est de 6,5 m³/s lors des hautes eaux de juin et de 0,8 m³/s lors des étiages de août.

Son débit de crue, tel que enregistré sur la station météo de Ain Béni Mathar par l'ABHM pour une période de 10 ans et de 100 ans est respectivement de 750 m³/s et 2000 m³/s.

Un barrage collinaire a été construit sur cet oued par les habitants du douar Zaouiat Si Tayeb à environ 2 Km en amont du douar Zwayd. L'eau est acheminée par une seguia vers le périmètre irrigué du douar Zaouiat si Tayeb.

L'oued Tbouda est un petit oued non pérenne, appelé Oued Rbat en amont. Un barrage collinaire (Barrage Sidi Ali) a été construit au voisinage de la route S 330 reliant Ain BM à Lamrija. L'eau du barrage alimente les populations riveraines et sert à l'abreuvement du cheptel des nomades passant par la zone. En aval L'oued Tbouda débouche dans Oued El Hay au niveau de douar Zwayd.

Les mesures des débits de crues au niveau du barrage Sidi Ali sont de 200 m³/s pour période de 10 ans et de 400 m³/s pour 100 ans.

On note l'existence d'un autre oued, Oued Mesakhsakha qui prend naissance en Algérie et borde la ville de ABM du côté sud-ouest pour finir dans un bassin qui accumule les eaux de l'oued et celles de la source de Ras El Ain. Le bassin sert à l'irrigation des terrains agricoles de ABM. Cet Oued ne débite que deux ou trois jours par an lors de très fortes pluies. Ses crues sont très brutales et provoquent des inondations au niveau de la ville de ABM.

On note la pollution des eaux de oued Mesakhsakha par les rejets liquides de la ville et par les déchets solides acheminés de la décharge publique de la ville par des affluents de cet oued.

Le régime des écoulements au niveau des oueds est très fortement lié au climat et plus particulièrement au régime des précipitations. Les précipitations se caractérisent par une grande irrégularité temporelle et peuvent être très brutales. D'autres petits oueds et ravines s'inscrivent dans la zone d'étude témoignant d'importants écoulements de surface.

Impacts sur l'environnement

La modification des impacts sur l'environnement liés à l'augmentation de la capacité est liée à la modification éventuelle des sources d'impact. Les sources d'impact modifiées sont les suivantes :

- utilisation de la ressource en eau,
- émission sonore,
- émission atmosphérique.

Ne sont présentés par la suite que la modification de ces impacts.

Impacts en période de travaux

Les impacts liés à la phase travaux restent inchangés.

Impacts en période d'exploitation

Les impacts positifs restent inchangés et pour rappel sont les suivants :

- La clientèle de l'ONE qui pourra bénéficier d'une plus grande disponibilité d'énergie électrique pour satisfaire ses besoins ;
- L'ONE qui pourra faire face à la demande croissante d'énergie électrique du Royaume en renforçant ses moyens de production par l'utilisation du gaz naturel et de l'énergie solaire à travers une technologie efficiente ;
- L'Etat marocain qui pourra réduire sa facture pétrolière suite à la réduction de la consommation de combustible fossile pour la production d'électricité et ainsi améliorer sa balance de paiement ;
- L'environnement suite à la réduction d'émissions des gaz à effet de serre ;
- Les entreprises nationales et internationales qui bénéficieront des contrats de fourniture et des travaux pour la réalisation des ouvrages de différentes composantes du projet ;
- Les populations de la zone du projet par la création d'emplois lors des travaux de construction des ouvrages du projet ;
- L'ONE, les universités et instituts de recherche nationaux et internationaux qui pourront développer des programmes de recherche sur l'utilisation à plus grande échelle de l'énergie solaire.

Impacts sur la ressource en eau et la qualité de l'eau

La consommation d'eau pour le nouveau projet est de 1,5 million m³, c'est-à-dire un prélèvement régulier de 50l/s. Par conséquent les impacts sur la ressource seront atténués par rapport au projet d'une capacité de 250 MW où nous avons considéré un prélèvement régulier de 100l/s.

- Les impacts sur l'équilibre global de l'aquifère :

Le débit de prélèvement envisagé par la centrale est donc 50l/s et ne constituera donc que 1/40 du débit global de l'aquifère au lieu de 1/20 initialement prévu. Ce prélèvement n'est pas considéré comme un indice de surexploitation. En effet, Les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère (notamment la transmissivité) étant excellentes, l'impact des pompages se répercutent sur très grande partie de l'aquifère de sorte que le rabattement dû à ces pompages apparaît, là où il est mesurable, très faible. En plus, avec un aquifère de cette taille, avec des eaux qui ont des temps de

transit très longs, on ne peut pas savoir si le débit de sortie actuel est en équilibre avec la capacité de recharge actuelle.

Ce pompage conduira certes aux diminutions du débit naturel des sources Ain Beni Mathar et Guefaït. En l'absence d'un gradient d'écoulement net pour les eaux souterraines, on ne peut pas prévoir sur quel système de sources (Ras El Ain ou Guefaït) cette baisse de débit va se faire le plus sentir. On peut seulement prévoir qu'en raison du caractère captif de l'aquifère qui permet une transmission des pressions, la répercussion de la baisse sera quasi instantanée. Et en raison de la piézométrie plane de la nappe, Le débit prélevé par le projet sur l'aquifère 50 l/s viendra en déduction des débits des sources à priori pour moitié sur chacune d'elles. Le nouveau bilan sera donc :

- Sortie forages 1340 l/s
- Sortie sources 660 l/s
- Total 2000 l/s

- Impact sur les forages situés à proximité

L'incidence du prélèvement de 50 l/s sur les forages existants ne pourra être déterminée que lorsque les ouvrages de captage seront réalisés. Néanmoins, on peut les estimer à partir d'un calcul théorique.

S'agissant d'un aquifère captif, on doit obtenir un rabattement pseudo stabilisé assez rapidement (en quelques jours voire même quelques heures). A titre indicatif, le tableau suivant donne le rabattement théorique calculé par la formule de Jacob pour un pompage de 50 l/s sur un seul forage au bout de 10 jours pour des distances de 1000 m, 2000 m et 3000 m. Les hypothèses concernant l'aquifère sont celles du forage ONE voisin (n° IRH 64/18).

Tableau 4 : Rabattement de la nappe

Distance	Rabattement
1000 m	0,49 m
2000 m	0,33 m
3000 m	0,23 m

L'incidence est donc faible (inférieure à 0,5m), le risque de perte de l'artésianisme dans les forages existants est donc minime.

Sur les forages de l'ONEP, l'incidence devrait être inférieure à 0,2m compte tenu d'une exploitation en 3 points au lieu d'un seul comme dans l'estimation ci-dessus.

Impact sur le débit des périmètres irrigués

Les eaux souterraines sont utilisées pour l'irrigation du périmètre de Sehb El Ghar à partir d'un forage situé au nord à 1 km du projet. L'exploitation de 50 l/s va entraîner une baisse de débit sur ce forage actuellement exploité par artésianisme (20 l/s).

Le périmètre irrigué de Ain Beni Mathar est alimenté à partir de forages qui complètent le débit naturel de la source Ras el Ain. On a estimé dans l'analyse de l'impact sur le bilan global de l'aquifère que la réduction de débit pouvait porter pour moitié sur la source du Ras el Ain au sud et pour moitié sur les sources de Guefaït au nord. Le débit naturel de la source de Ras el Ain, estimé à 210 l/s, pourrait donc diminuer de 25 l/s.

Le périmètre irrigué de Zawyat Si Tayab est alimenté à partir d'un barrage sur l'oued El Hai. Les eaux proviennent d'une part du débit naturel de la source Ras el Ghar non utilisé et d'autre part des crues de cet oued lors des épisodes pluvieux importants. Le projet provoque une diminution du débit de la source Ras el Ghar qui constitue le débit permanent de l'oued. Cette diminution peut entraîner une baisse de l'alimentation du barrage qui ne peut pas être chiffrée.

- Impact sur le débit de l'Oued El Hai/za

Le débit permanent de l'oued EL Hai / Za est constitué par le débit des sources Ras El Ain et GueFait qui n'est pas utilisé. Comme il est difficile de rapporter la baisse de débit à l'une ou l'autre des 2 sources principales, on peut à titre indicatif rapporter le débit prélevé pour moitié à chaque source.

Rejets liquides et solides

Les rejets liquides et solides liés au processus de fabrication seront les mêmes qualitativement par rapport au projet initial. Leur quantité pourrait augmenter avec le doublement de la capacité. L'augmentation par exemple de la quantité d'eau à déminéraliser n'engendre pas des impacts significatifs supplémentaires.

A noter également que le gasoil ne sera plus utilisé dans le nouveau projet comme carburant de secours, les éventuelles fuites du gasoil sont donc sans objet dans le nouveau projet. La quantité des dépôts des métaux lourds contenus dans les eaux de refroidissement dans les installations sera inférieure à celle initialement prévue du fait de l'utilisation de l'aérocondensateur.

Impacts sur la qualité de l'air, l'atmosphère environnante, les économies d'énergies et l'effet de serre

Caractérisation des rejets à l'atmosphère de la centrale

Afin de modéliser les émissions de la future centrale thermo-solaire d'Ain Béni Mathar, le constructeur nous a fourni les valeurs limites à l'émissions pour les particules, les oxydes d'azotes et le monoxyde de carbone. Cependant, celle pour le dioxyde de soufre n'étant pas disponible, nous avons utilisé les données disponibles sur la centrale thermique au gaz naturel de Tahaddart, de 384 MW, considérée comme ayant les mêmes caractéristiques de rejets à l'émission. Les différentes valeurs d'émissions sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Facteur d'émission utilisé

Polluants	Facteur d'émission (g/GJ) (centrale de Tahaddart)	Concentration des rejets (données constructeur)
NO _x	-	40 ppmvd
CO	-	60 ppmvd
Poussières	-	9 mg/Nm ³
SO ₂	0,1	-

Il est à noter que le facteur d'émission du SO₂ indiqué (0,1 g/GJ) a été pris de la littérature dans le cadre de l'EIE de la centrale à cycle combiné de TAHADDART.

La puissance de la centrale thermique est de 452 MW auxquels il faut rajouter les 20MW de puissance issue du champ solaire. L'estimation du nouveau débit d'air sec en sortie des cheminées de la centrale d'Ain Béni Mathar a été réalisée à partir de sa puissance calorifique maximale (donnée par le constructeur) et son débit maximum de gaz naturel.

Pour ces calculs, plusieurs hypothèses ont été prises :

- Pouvoir calorifique moyen du gaz naturel = 36 MJ/m³,
- Débit des gaz « sortie cheminée » (air sec, 15% O₂) = 31,5 Nm³/m³ de gaz naturel.

On en déduit un débit de gaz sec à 15% d'O₂ de 756 Nm³/s.

La centrale est prévue pour un fonctionnement à 100% pour un facteur d'utilisation de 75% ; de ce fait, les émissions annuelles de polluants à l'atmosphère sont :

Tableau 6 : Emissions annuelles de la centrale d'Ain Béni Mathar

Polluants	Concentration (mg/Nm ³ sec)	Emissions annuelles (g/s)	Emissions annuelles (T/an)
NO _x	68,1	38,6	1 217
CO	62,1	35,2	1 111
Poussières	9,9	5,62	177
SO ₂	0,11	0,065	2,04

D'autres polluants tels que le CO₂, CH₄ et les COVNM (COV non méthaniques) sont présents en sortie de cheminée. Cependant, il n'existe pas d'objectif de qualité de l'air les concernant.

Les caractéristiques des deux cheminées proposées par le constructeur sont les suivantes :

- hauteur : 53 m
- diamètre interne : 7.16 m

Nous avons modélisé les sources d'émissions par une source équivalente unique. Le diamètre équivalent de la cheminée a été déduit à partir du débit de gaz sec, du pourcentage d'humidité sur gaz humide pris à 9,13% (données de la centrale de Tahaddart) et de la vitesse d'éjection des sources seules. On en déduit un diamètre équivalent de 10,13 mètres.

Cette approche est tout à fait réaliste du fait de l'éloignement des riverains et de la taille du domaine d'étude. En effet, les deux panaches réels se confondent en un seul bien avant d'atteindre les riverains, une source unique au départ ne changera en rien les concentrations au niveau des riverains, et des récepteurs.

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des caractéristiques du rejet :

Tableau 7 : Caractéristiques du rejet

Gaz à l'émission	Valeur	Unité
Température à la sortie de la cheminée	98	°C

Vitesse du rejet correspondante	16	m/s
Diamètre du rejet	10,13	m
Hauteur	53	m
Débit sec, 15% O ₂	756	Nm ³ /s
Débit humide, 15% O ₂	832	Nm ³ /s

Les normes à l'émission

Les normes ou recommandations requises pour une centrale thermo-solaire de 450 MW au gaz naturel sont les suivantes :

Tableau 8 : Normes requises à l'émission

Polluants	Projet de législation marocaine	Banque Mondiale
NO ₂	100 mg/Nm ³	125 mg/Nm ³
Poussières	25 mg/Nm ³	50 mg/Nm ³
SO ₂	100 mg/Nm ³	1021 mg/Nm ³ (1)

Les concentrations maximales données ci-dessus se rapportent à une concentration en oxygène de 15%.

Aucune recommandation concernant le CO, CO₂, CH₄ et les COVNM n'a été trouvée dans la littérature.

Modélisation de la dispersion atmosphérique

Le modèle utilisé pour cette étude est ADMS 3, un modèle de dispersion des polluants dans l'atmosphère de type « gaussien nouvelle génération ». Sa particularité est qu'il recalcule les champs de vent en 3D sur le domaine d'étude. Le logiciel FLOWSTAR, inclus dans ADMS 3, est en effet un modèle 3D de reconstitution de champ de vent basé sur un code fluide simplifié (simplification des équations de la dynamique des fluides en régime stationnaire).

ADMS 3 permet de travailler à long terme sur des émissions atmosphériques d'une installation industrielle. Le logiciel intègre, pour le long terme, une chronique météorologique réelle sur une année et représentative du site, permettant ainsi l'expression des résultats sous la forme de moyenne annuelle.

ADMS 3 permet également de prendre en compte l'influence des bâtiments susceptibles de perturber fortement la dispersion (rabattement de panache, zones de re-circulation...).

L'étude de la dispersion atmosphérique s'est faite sur un domaine d'étude centré sur l'installation de 25 km², soit un carré de 5 km de côté. Ce domaine est divisé en mailles de 50 m x 50 m soit 10 000 noeuds.

Le bâtiment pris en compte pour la modélisation a les caractéristiques suivantes : Longueur = 400 mètres, largeur = 120 mètres et Hauteur = 30 mètres. On considèrera que la cheminée se situe au centre du bâtiment.

Les données météorologiques utilisées pour le long terme sont les données de la station d'Ain Béni Mathar sur l'année 2002. La rose des vents résultante est présentée sur la figure suivante :

¹ 0,2 T/jour/MW

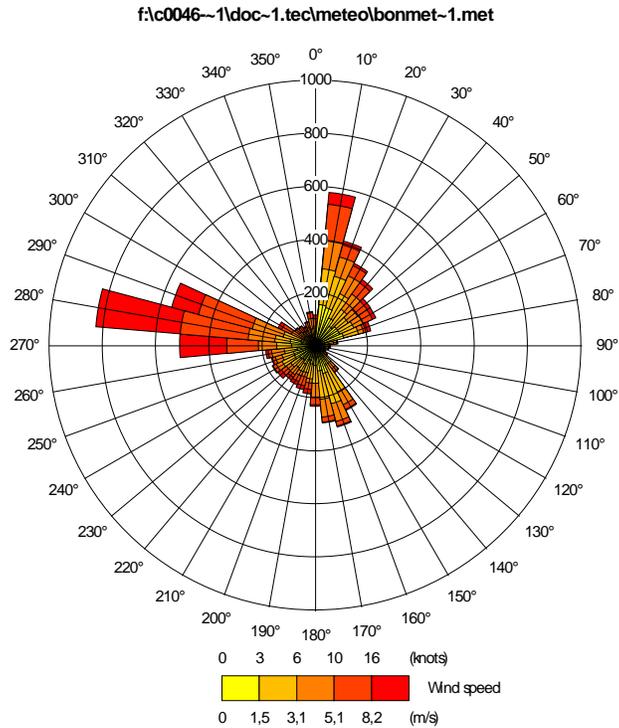


Figure 1 : Rose des vents de la station météorologique d'Ain Béni Mathar

Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique

La modélisation a permis de calculer des concentrations en moyenne annuelle au niveau de chaque nœud du domaine et pour chaque polluant.

A titre d'exemple, la carte de concentration modélisée pour le dioxyde d'azote est présentée ci-dessous. Les autres cartes sont présentées en annexe (4a, 4b et 4c).

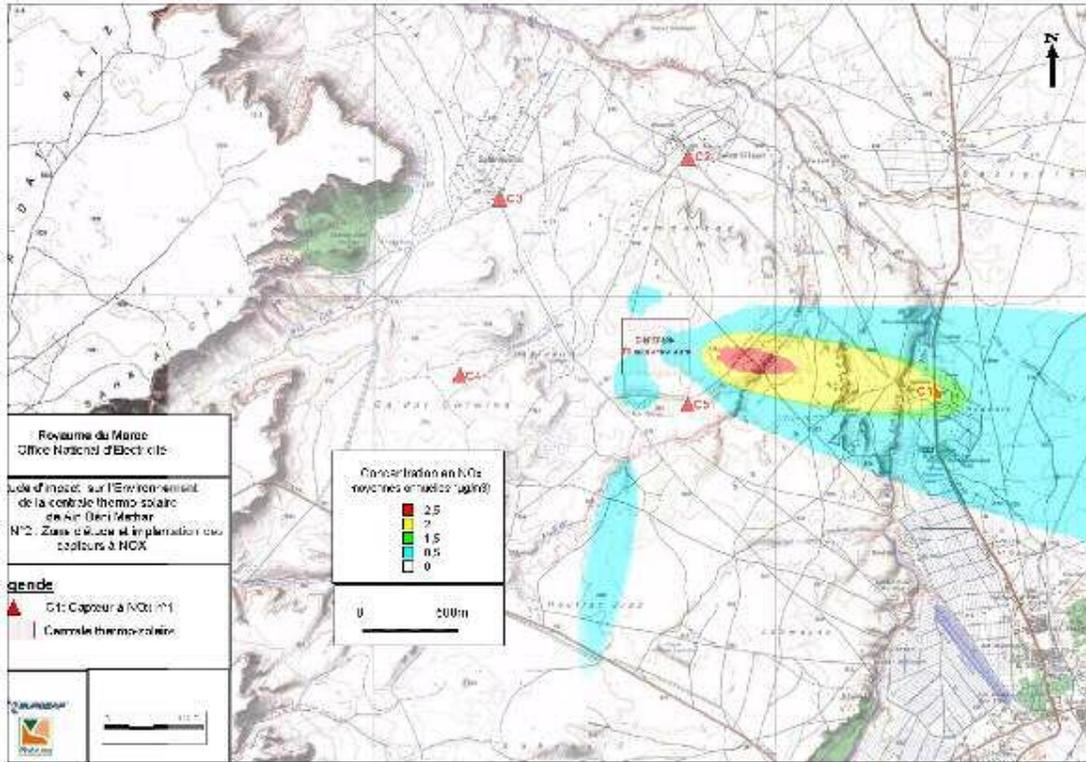


Figure 2 : Carte de concentration en moyenne annuelle de NO₂

On remarque que l'impact maximal se situe à l'est du site, dans la direction prédominante des vents.

Le maximum de concentration se trouve à 325 mètres de la centrale.

Tous les polluants sont émis de la même cheminée et subissent les mêmes conditions météorologiques. Leur dispersion est donc strictement identique à celle des oxydes d'azote et les cartes de concentrations obtenues sont semblables, à la différence près de l'échelle.

Les maximums de concentration, toujours retrouvés au même point sur le domaine d'étude, sont présentés dans le tableau suivant. On peut les comparer aux normes de la qualité de l'air ainsi qu'au projet de norme du Maroc.

Il est à noter que les valeurs guides proposées par l'OMS sont des valeurs construites de façon à protéger la santé des populations.

Tableau 9 : Concentrations maximales modélisées et objectifs de qualité de l'air en moyennes annuelles

Polluants	Concentration maximale (µg/m ³)	Objectif de la qualité de l'air – OMS (µg/m ³)	Projet de législation marocaine (µg/m ³)
NO ₂	3,57	50	100
SO ₂	0,0059	40	100
PM	0,52	-	200

CO	3,26	-	10 000
----	------	---	--------

Les concentrations en NO₂ et SO₂ sont nettement inférieures aux objectifs de qualité de l'air de l'OMS ou du Maroc.

Pour les poussières, la concentration maximale relevée est très inférieure à la norme marocaine. A titre indicatif, la norme européenne impose une concentration en moyenne annuelle de 40 µg/m³ nettement supérieure à la concentration modélisée.

Pour le monoxyde de carbone, la concentration modélisée est très nettement inférieure à l'objectif de qualité de l'air du Maroc. Aucune autre valeur de comparaison n'a été trouvée dans la littérature.

Prise en compte du bruit de fond

Afin d'évaluer le bruit de fond en dioxyde d'azote autour du site, 5 capteurs passifs ont été placés autour du site. Leur emplacement est indiqué sur la carte ci-dessous.

Le capteur n°5 a montré, lors de son analyse, que le tube était sale ce qui rend ses mesures peu fiables. On préférera écarter ce capteur pour la suite de l'étude.

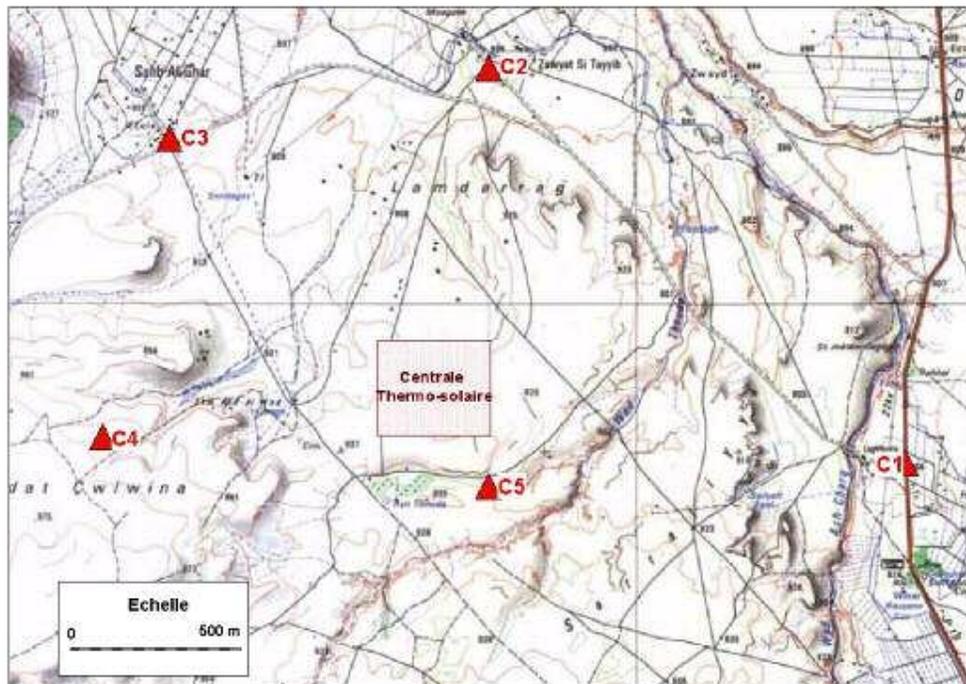


Figure 3 : emplacement des capteurs passifs de NO₂

La mesure du dioxyde d'azote s'est faite par échantillonneur passif sur une période de 13 jours en juin 2005.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10 : Concentration mesurée et modélisée en NO₂ au niveau des capteurs de mesure

Capteurs	Bruit de fond mesuré (NO ₂)	Concentration modélisée (NO ₂)	Concentration totale (NO ₂)	Norme OMS (NO ₂)	Participation du site à C _{totale}
C1	6,7 µg/m ³	1,60 µg/m ³	8,3 µg/m ³	50 µg/m ³	19,3%
C2	5,2 µg/m ³	0,24 µg/m ³	5,4 µg/m ³		4,4%
C3	4,2 µg/m ³	0,10 µg/m ³	4,3 µg/m ³		2,3%
C4	2,4 µg/m ³	0,09 µg/m ³	2,5 µg/m ³		3,6%

On remarque que même en présence du bruit de fond, la concentration totale en NO₂ dans l'environnement est inférieure à la norme OMS de 50 µg/m³ et au projet de norme marocaine de 100 µg/m³.

Le bruit de fond est en moyenne de 6,62 µg/m³. La concentration maximale engendrée par la centrale thermo-solaire est de 3,57 µg/m³, soit une concentration dans l'environnement de l'ordre de 10,19 µg/m³, inférieure aux objectifs de qualité de l'air.

Tableau 11 : Participation des émissions de la centrale au bruit de fond

Polluant	Valeur de bruit de fond moyennée (µg/m ³)	Concentration modélisée maximale due à la centrale thermique (µg/m ³)	Concentration maximale attendue dans l'environnement (µg/m ³)	Participation du site à la concentration environnementale
Dioxyde d'azote	6,62	3,57	10,19	35%

La centrale thermo-solaire d'Ain béni Mathar participera au bruit de fond de l'environnement à la hauteur maximum de 35%.

Incertitudes

Il faut rappeler que ces modélisations sont entourées d'incertitudes, à savoir :

- Le terme source,

Certaines des données nécessaires à la modélisation ont été recueillies auprès du constructeur. Celles pour lesquelles nous n'avons aucune information ont été extrapolées à partir des données de la centrale de Tahhadart. L'incertitude qui découle de ce calcul est difficilement quantifiable.

Nous avons retenus le scénario présentant le débit de combustible maximum avec une température des gaz en sortie de cheminée de 98 °C. Ces conditions correspondent au scénario maximum lorsque la centrale thermique fonctionne à son maximum.

La vitesse maximale de rejet donnée est de 25m/s, la prise en compte d'une vitesse élevée est une hypothèse minorante puisque la dispersion sera surévaluée. Nous avons pris la vitesse correspondante aux débits donnés et aux diamètres des cheminées, cette vitesse est d'environ 16 m/s. Cette méthode minore la dispersion des polluants et par conséquent majore les concentrations modélisées dans l'environnement.

- la représentativité de la station météo,

La station d'Ain Béni Mathar nous a fourni les paramètres nécessaires à la modélisation des rejets de la future centrale thermo-solaire. La représentativité de ces paramètres par rapport au site étudié, nous paraît satisfaisante, compte tenu de la proximité de la station et de l'absence de relief. Elle constitue néanmoins une incertitude.

- La modélisation de phénomènes physiques et chimiques.

En effet, la modélisation de la dispersion atmosphérique est basée sur des équations mathématiques qui doivent rendre compte des phénomènes physiques et chimiques comme nous pouvons les observer dans la réalité. Il y a donc une incertitude entourant les résultats de modélisation.

- Les incertitudes intrinsèques au modèle

Plusieurs campagnes de mesures très documentées, effectuées sur des sites industriels durant les

50 dernières années, ont été référencées et leurs données intégrées à des bases de données destinées à évaluer a posteriori les modèles de dispersion atmosphérique. Parmi ces bases de données, on peut citer l'outil européen d'évaluation MVK (Model Validation Kit).

Plusieurs articles internationaux² rapportent les résultats de campagnes de comparaisons entre le modèle ADMS et les mesures sur site.

Nous pouvons citer la campagne de mesures « Prairie Grass » qui a été réalisée sur terrain plat et herbeux. Les rejets étaient situés à 0,5 mètre au-dessus du sol, avec des conditions météorologiques pour la moitié instables (convection) et pour l'autre moitié stables. Les mesures ont été effectuées sur des arcs situés à différentes distances de la source. Les simulations effectuées avec ADMS ont montré que les concentrations étaient proches des mesures dans le cas de conditions météorologiques instables, et qu'elles avaient tendance à être légèrement sous-estimées dans l'autre cas. Le biais fractionnel (caractérisant l'erreur systématique) est de 19%. Notons que ces tests ont montré qu'ADMS donnent des résultats tout à fait satisfaisants en champ proche (50 mètres de la source).

Nous pouvons citer également l'exercice « OPTEX Matrix » réalisé sur une raffinerie. Les rejets provenaient de plusieurs sources ponctuelles. ADMS surestime les concentrations moyennes d'environ 10%, et la concentration maximale d'un facteur 3.

La plupart de ces résultats ont été repris et validés par l'Ecole Centrale de Lyon, dans le cadre d'une étude demandée par l'association RECORD en 2005³.

Conclusion

D'après cette modélisation, on peut conclure que pour une hauteur de cheminée de 53 mètres :

- les concentrations de NO₂ et de SO₂ obtenues dans l'environnement sont nettement inférieures aux objectifs de qualité de l'air de l'OMS et du projet de législation marocaine,

² Hanna S.R., Egan B.A., Purdum J. and Wagler J. (1999), *Evaluation of ISC3, AERMOD, and ADMS Dispersion Models with Observations from Five Field Sites*. HC Report P020, API, 1220 LSt. NW, Washington, DC 20005-4070, 1999.

ADMS3 validation Summary, CERC, 2001.

³ Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique, Ecole Centrale de Lyon, Modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques d'un site industriel – Vers un guide de l'utilisateur – 2ème partie : évaluation des modèles, 2005.

- les concentrations de CO et PM sont très inférieures aux objectifs de qualité de l'air du projet de législation marocaine.

Pour le dioxyde d'azote, la pollution de fond a pu être mesurée et montre que même en la prenant en compte, les concentrations dans l'environnement restent inférieures aux objectifs de qualité de l'air.

Le projet permettra de réduire les dégagements de gaz à effet de serre d'environ 1500 tonnes de CO₂/an par rapport à une centrale entièrement au gaz naturel.

L'intégration de l'énergie solaire au projet permettra de réduire l'émission de gaz à effet de serre et l'incidence des maladies respiratoires sur la santé des populations.

L'ONE pourra directement réaliser des économies de combustible fossile et réduire les émissions de gaz à effet de serre. La centrale thermique à cycle combiné au gaz émettant au moins 2 fois moins de CO₂ par kWh produit (0,43 kCO₂/kWh) qu'une centrale à charbon comme celles en service actuellement (0,96 kCO₂/kWh). De plus la combustion du gaz ne produit pas d'émission de SO₂ et génère une émission très faible de NOx comparé aux autres sources d'énergie fossile. Mais l'augmentation du trafic dans la zone provoquera une émission plus importante de poussière.

Impacts sur l'environnement sonore

Les installations, si leur conception est bien isolée par rapport à l'acoustique, ne devrait pas émettre des ondes sonores préjudiciables à l'environnement naturel et aux habitants de la zone.

Cependant, il faut noter que même les animaux s'adaptent relativement facilement à une modification de l'environnement sonore dans une zone délimitée et qu'elles ne perçoivent pas alors ce changement d'environnement acoustique comme une menace ou un danger. Nous pouvons ainsi considérer que la centrale n'aura pas d'impact négatif sur l'environnement sonore.

Les principales sources sonores sont les salles de machines et notamment les turbines de combustion. Le constructeur garantit que le niveau acoustique du champ rapproché ne dépasserait pas 90dB(A) à 1m de la surface des équipements ou de leur système d'insonorisation. Le constructeur garantit également un niveau de pression acoustique maximum de 70 dB(A) juste après la clôture de la centrale. Cette valeur est conforme à la Norme de la banque mondiale (Thermal Power Guidelines for New Plants).

Aussi l'impact sonore hors des limites de la zone de la centrale est faible.

Synthèse des impacts pour la centrale

Les types d'impact du projet ainsi que leur importance sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 12 : Synthèse des impacts pour la centrale

	Milieu récepteur	Type d'impact	Durée de l'impact	Importance de l'impact		
Période d'exploitation	Eau souterraine Air Faune et humain	Diminution de la ressource en eau Pollution de l'air Bruit	Permanent Permanent Permanent	Moyen Moyen Mineur	Direct Direct Direct	Réversible Réversible Réversible

Mesures d'atténuation

Mesures spécifiques à prendre en compte lors de la phase de préparation du projet

Mesures concernant les problématiques éoliennes et de pollution de l'air

Une étude aérodynamique permettra d'adapter au mieux les formes de la centrale afin de limiter l'influence des ouvrages sur le régime éolien local.

La hauteur de la cheminée devra être suffisante pour permettre aux gaz émis de se diffuser au-delà des zones de turbulences créées par les bâtiments eux-mêmes et pour que la concentration des polluants au niveau du sol soit en adéquation avec les normes régissant la qualité de l'air.

Les installations devront garantir que les rejets gazeux satisferont aux normes nationales de rejet dont les principales sont résumées ci-dessous :

Tableau 13 : Limites pour le rejet dans l'air

Type de polluant	Législation nationale marocaine
Matières particulaires (PM)	25 mg/Nm ³
SO ₂	100 mg/Nm ³
NO _x	100 mg/Nm ³

Mesures concernant l'intégration des contraintes acoustiques

Le projet devra être conçu de façon à ce que le niveau d'émission sonore des installations soit inférieur aux minima requis.

Une étude de simulation acoustique devra être réalisée au niveau de la phase détaillée du projet afin de s'assurer que le niveau sonore en dehors de l'enceinte de la centrale est en dessous du niveau acceptable de 70 db(A), limite de pression acoustique recommandée par la Banque Mondiale pour les zones à caractère industriel.

Afin de limiter les émissions de bruit des équipements, des mesures spécifiques en fonction des sources devront être intégrées dans le projet détaillé. Nous montrons dans le tableau ci-dessous des types de réduction de bruit envisageables en fonction des équipements à isoler.

Tableau 14 : Mesures de réduction du niveau acoustique

Sources de bruit à l'intérieur de la centrale	Mesures de réduction
Pompes	Capot anti bruit
Récupérateur de chaleur	Isolation phonique des bâtiments
Transformateur	Mise en place de paroi (double paroi si nécessaire) de cuve.
Aérocondensateur	Mise en place des silencieux
Station de détente du gaz	Capot anti bruit
Installation d'épuration et de déminéralisation de l'eau	Isolation phonique des bâtiments

Mesures spécifiques à prendre en compte lors de la phase d'exploitation

Mesures préventives

Il n'y a pas de mesures complémentaires préventives à mettre en place.

Mesures pour la protection de la santé humaine

D'après la législation en vigueur en Europe, l'exposition journalière moyenne pour un travailleur ne doit pas dépasser 85 dB(A). Aussi, les personnes travaillant en atmosphère sonore élevée devront être équipés d'équipement adapté afin de les protéger du bruit ambiant.

Mesures compensatoires concernant la gestion et la protection des ressources en eau

Les impacts sur le bilan global de l'aquifère se sont réduits par rapport au projet initial. Ces impacts n'appellent donc pas de mesures compensatoires supplémentaires.

Le projet doit être l'occasion d'améliorer le suivi de la nappe.

Pour cela on peut prévoir les mesures suivantes.

- Mesure en continu de la pression de la nappe sur un forage non utilisé dans le secteur du projet,
- Mesure en continu de la pression de la nappe sur un forage non utilisé dans le secteur sud de la nappe (immédiatement au sud de Aïn Beni Mathar),
- Mesure en continu du débit naturel de la source Ras el Ghar à Aïn Beni Mathar,
- Mesure en continu du débit de l'oued Za en d'aval de Guefait.

Ces mesures doivent permettre préciser l'impact quantitatif du projet sur le débit naturel des sources et suivre les variations éventuelles de la piézométrie de la nappe.

Ce suivi devra être réalisé par l'ABH de la Moulouya qui complètera ainsi les données déjà collectées.

Surveillance de la qualité de l'air

R.52/A.288/C.73	
RIT 05007 – A14015 – CITZ50423	
CL – REO -TG	
Mars 2007	page 29

En période d'exploitation, la centrale d'Ain Beni Mathar devra effectuer une surveillance régulière de la qualité des émissions gazeuses et des émissions de poussières.

Afin de satisfaire aux exigences de la qualité de l'environnement, l'ONE devra s'assurer que le niveau des émissions de gaz émanant des cheminées et mesurées dans la cheminée principale, ne dépassera pas la limite établie par la loi et les réglementations locales pour les émissions en SO_x, NO_x, CO et SPM.

L'ONE devra prévoir un contrôle on-line automatique et permanent des émissions de gaz pour les niveaux de SO_x, NO_x et SPM.

R.52/A.288/C.73	
RIT 05007 – A14015 – CITZ50423	
CL – REO -TG	
Mars 2007	page 30

Synthèse des mesures compensatoires et d'atténuation pour la centrale

Les mesures d'atténuation ou de compensation en liens avec les impacts sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 15 : Résumé de mesures d'atténuation ou de compensation pour la centrale

	Milieu récepteur	Type d'impact	Mesure envisagée de compensation ou d'atténuation
Période de conception	Eau	Consommation de l'eau de la nappe	Le constructeur proposera un système adéquat (système de refroidissement) permettant une consommation globale de la centrale de l'ordre de 1,5 millions m3/an Hauteur de cheminée adéquate Mise en place de matériel d'isolation phonique
	Air Faune et Humain	Pollution de l'air Pollution sonore	
Période d'exploitation	Eau souterraine	Diminution de la ressource en eau	Monitoring des captages et de la nappe
	Air	Pollution atmosphérique	Analyseur en continu des rejets atmosphériques au niveau de la cheminée
	Faune et Humain	Bruit	Réaliser des mesures périodiques de bruit

plan de gestion environnemental (PGE)

Les mesures du tableau suivant ont été introduites dans le plan de gestion environnemental de la centrale. Le PGE actualisé de l'ensemble du projet (y compris les lignes électriques) se trouve en annexe.

Tableau 16 : Liste des mesures à intégrer dans le PGE

<i>Mesures d'atténuation et/ou de compensation</i>				
Phase du projet concernée	Impact visé	Mesure d'atténuation ou de compensation	Mise en œuvre pratique de la mesure	Responsabilité et coût
Phase de conception	Consommation de l'eau de la nappe	Proposer la meilleure technologie disponible permettant la moindre consommation de l'eau de la nappe	Le constructeur proposera un système adéquat (système de refroidissement) permettant une consommation globale de la centrale de l'ordre de 1,5 millions m ³ /an	ONE -idem
	Impact sur la santé humaine par la pollution sonore	Isolation phonique à prendre en compte dans la conception	La conception de l'unité doit tenir compte des dernières techniques disponibles pour limiter les émissions sonores	ONE - idem

R.52/A.288/C.73
RIT 05007 – A14015 – CITZ50423
CL – REO -TG
Mars 2007 page 32

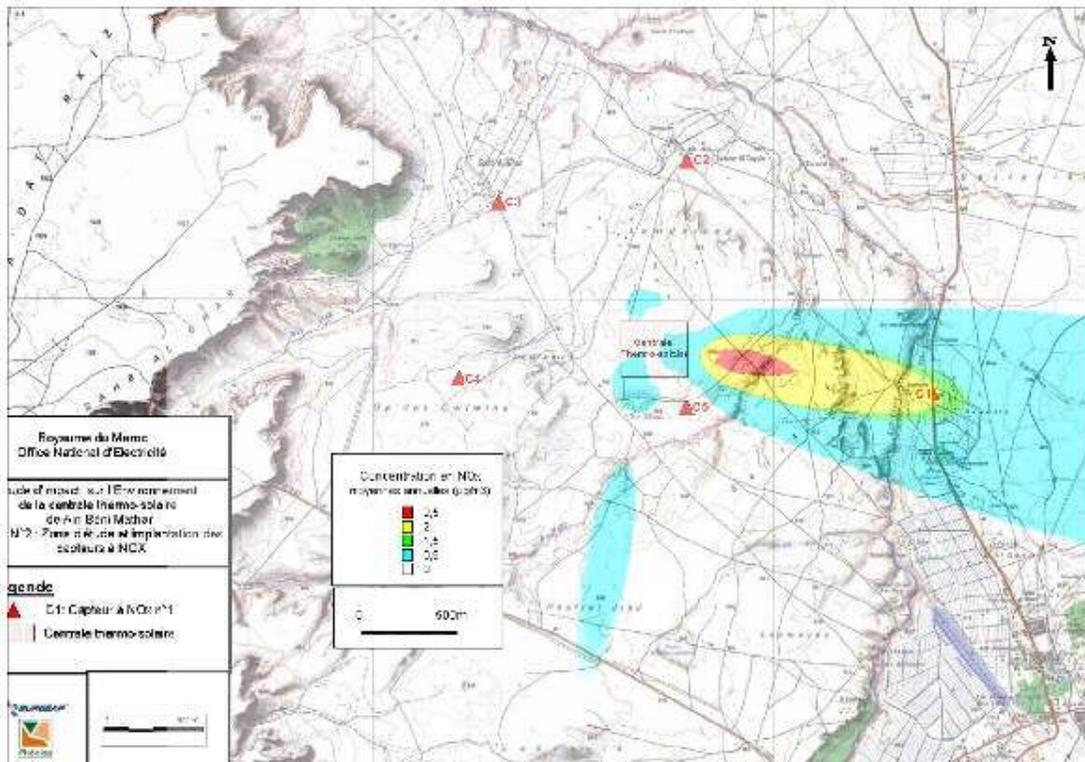
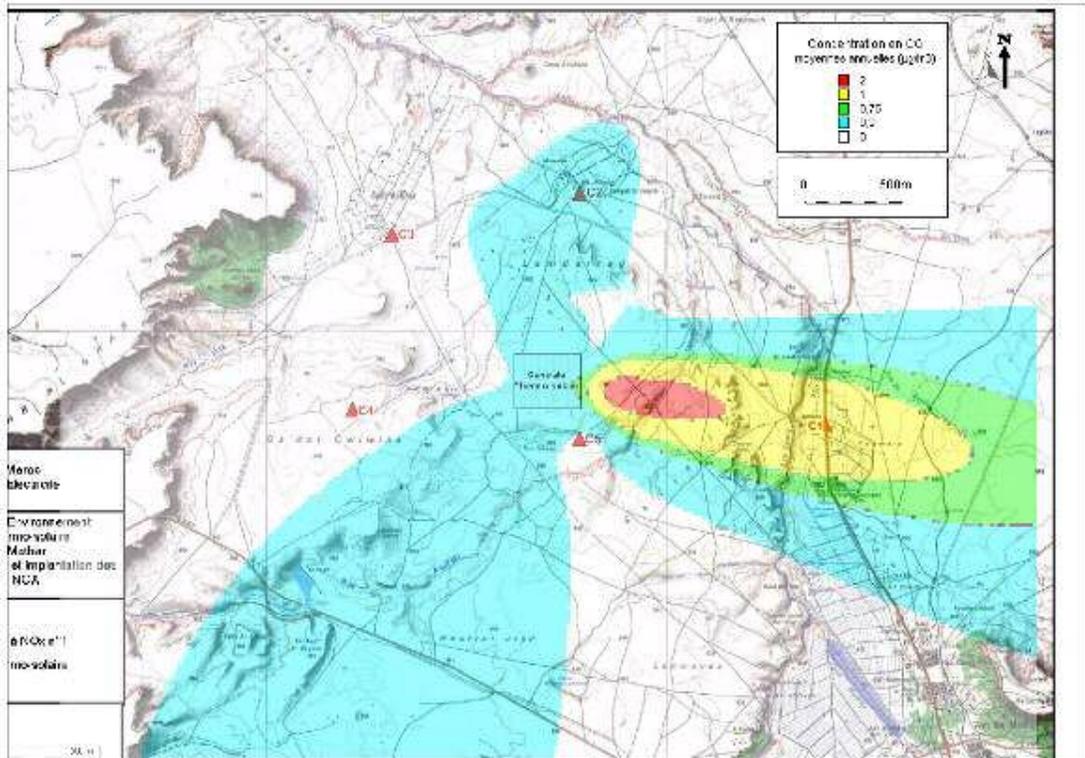
Programme de surveillance et de suivi

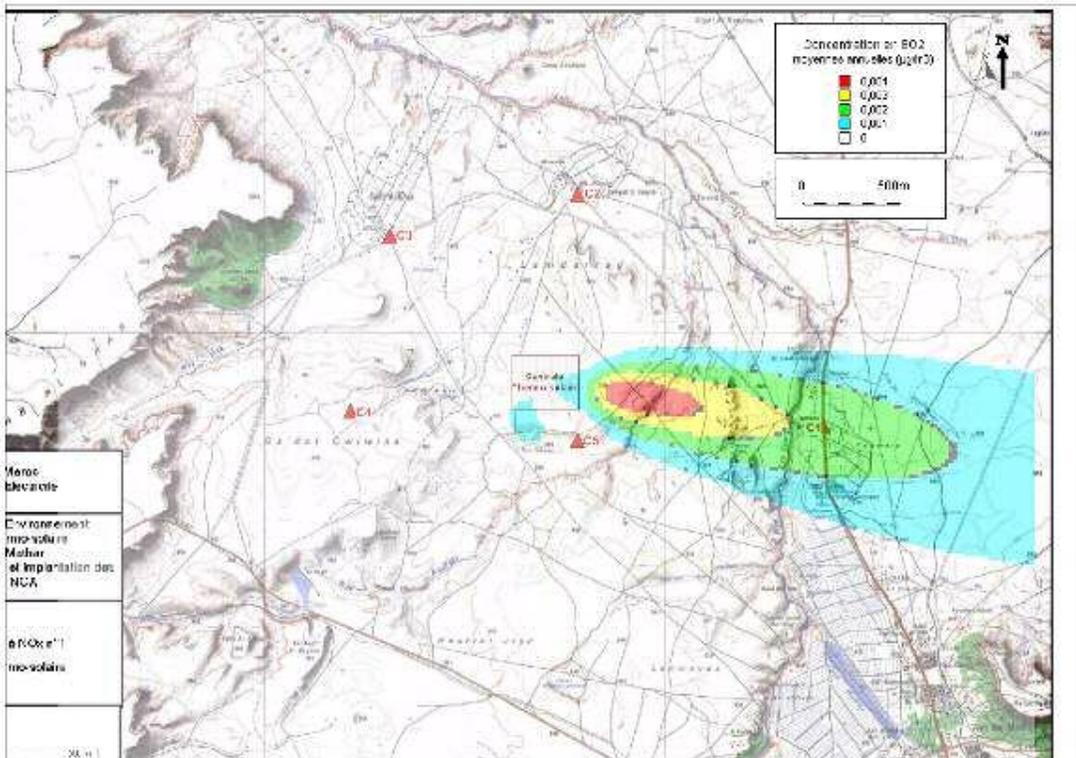
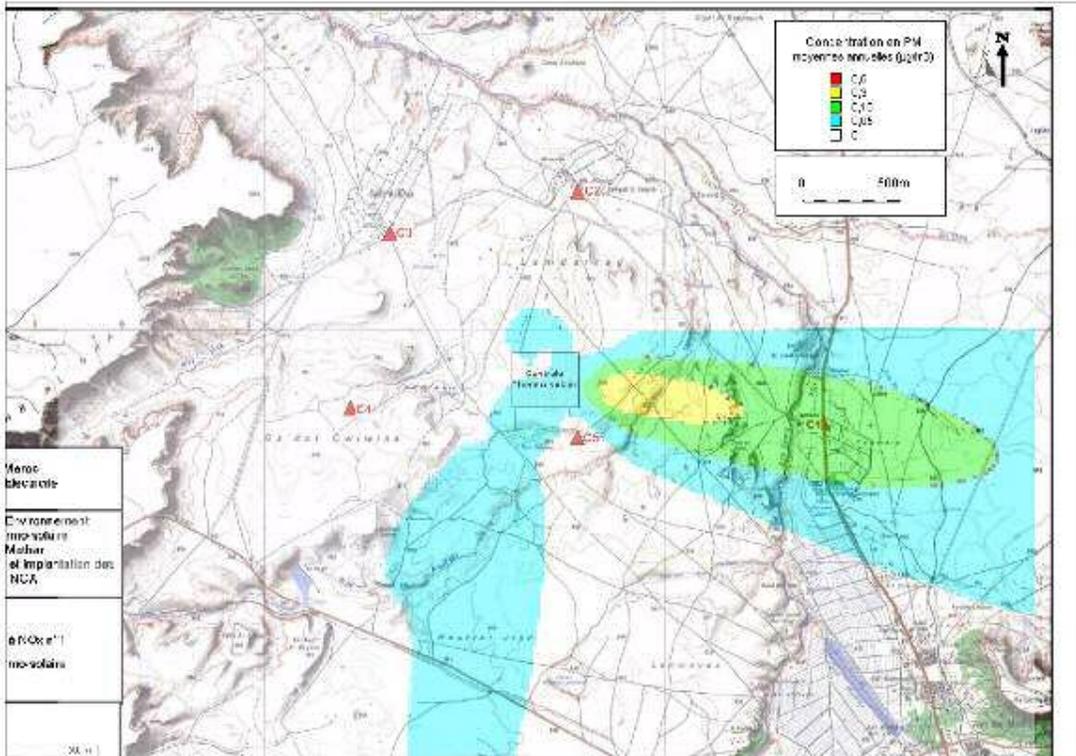
Phase du projet concernée	Programme de surveillance	Responsabilité	Programme de suivi	Responsabilité	Coûts
Phase de conception	Respect des ressources en eau	Constructeur	La conception de l'unité doit proposer une technologie permettant de limiter la consommation d'eau	ONE	Inclus dans coût des travaux
	Respect des normes sonores de la banque mondiale	Constructeur	La conception de l'unité doit tenir compte des techniques disponibles pour limiter les émissions sonores	ONE	Inclus dans le coût travaux
Phase d'exploitation	Contrôle des niveaux de la nappe exploitée	ONE-ABHM	Monitoring des captages et de la nappe	ONE - ABHM	30000 DH/an
	Contrôles des niveaux du bruit émis	Laboratoire ONE	Réaliser des mesures périodiques de bruit	ONE – Ministère de la santé - MATEE	15000 DH/an
	Contrôle de la pollution gazeuse de la combustion (SOx, NOx et SPM)	Laboratoire ONE	Contrôle on-line automatique et permanent des émissions de gaz pour les niveaux de SOx, NOx et SPM.	ONE – Min. Santé – MATEE.	20000 DH/an

R.52/A.288/C.73
RIT 05007 – A14015 – CITZ50423
CL – REO -TG
Mars 2007
page 33

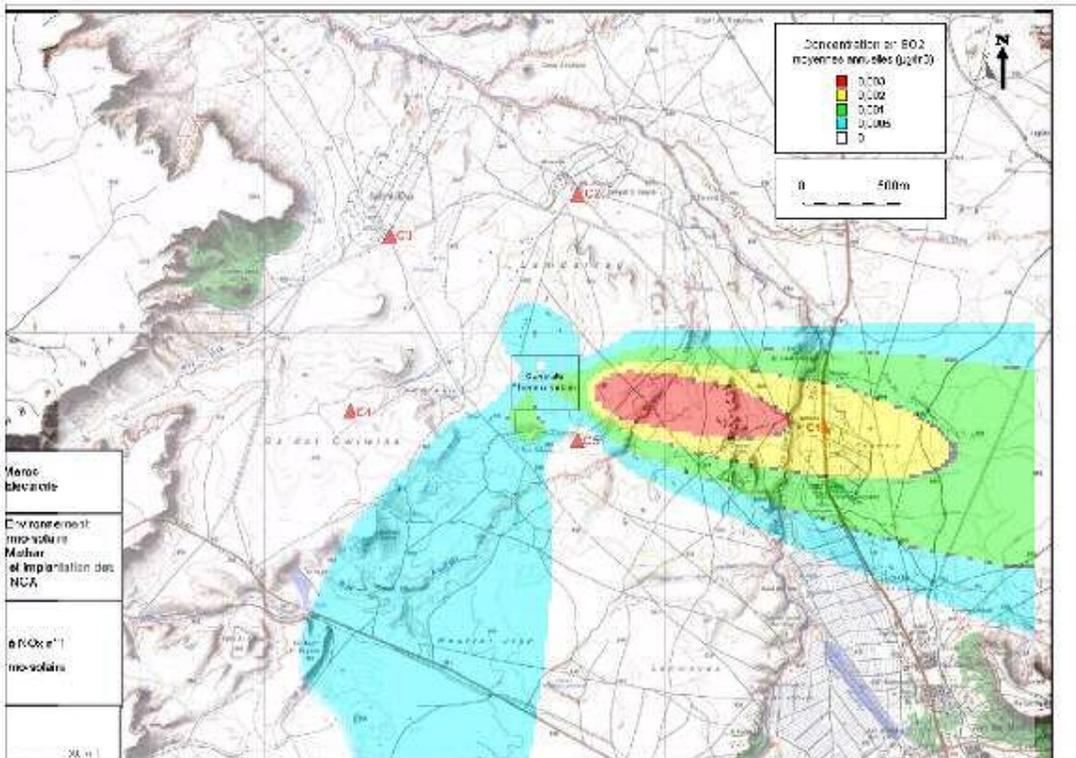
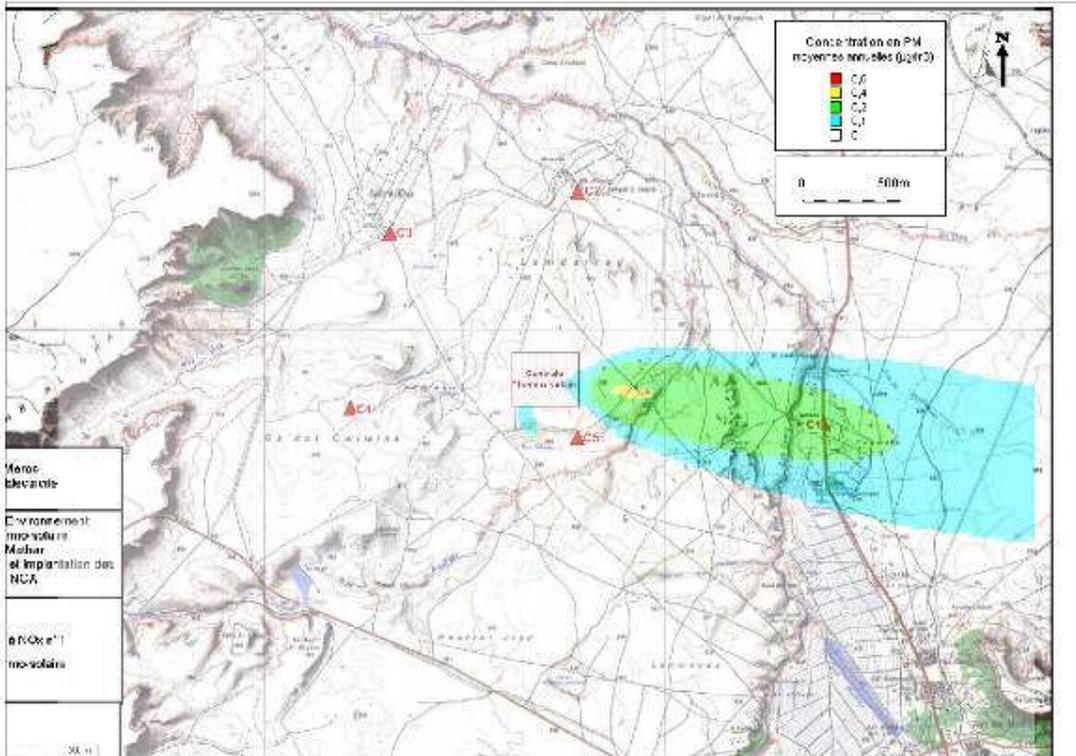
ANNEXES

Annexe 1 : Cartes des concentrations modélisées





Annexe 2 : Cartes des concentrations modélisées (même échelle que celles faites lors du projet initial)



Annexe 3 : Plan de gestion environnemental actualisé pour l'ensemble du projet

PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL POUR L'ENSEMBLE DU PROJET

Pour actualiser le PGE, et pour des raisons de cohérence globale de présentation de l'étude, le plan de gestion environnemental présenté ci-après concerne la centrale, le gazoduc et la route d'accès et les lignes électriques qui serviront à évacuer l'électricité produite.

Introduction

Le présent cahier des charges est élaboré sur la base des impacts potentiels identifiés lors de l'évaluation environnementale et des mesures d'atténuation définies dans le but de les minimiser.

Il a pour but de s'assurer du respect de l'implantation de ces mesures et des exigences découlant des lois et des règlements pertinents. Plus précisément, le PGE décrit les moyens et les mécanismes visant à assurer le respect des exigences légales et environnementales et le bon fonctionnement des travaux, des équipements et des installations.

Il permet de vérifier la justesse des prévisions et des évaluations de certains impacts et l'efficacité de certaines mesures d'atténuation et, le cas échéant, des mesures de compensation.

Le projet ainsi retenu répond aux objectifs définis par les bailleurs de fonds internationaux. En effet, le projet tient compte des facteurs économiques (favorise l'emploi local, permet la poursuite des activités agricoles dans l'emprise), sociale (le tracé évite au maximum les villages) et environnementale (préserve l'intégrité des écosystèmes et des ressources naturelles par la réhabilitation de l'emprise et sa partielle restitution communautaire après les travaux).

Obligations des contractants

L'Entrepreneur doit respecter, dans ses travaux et ses services, les réglementations nationales existantes, entre autres celles relatives à la santé, à la sécurité et à l'environnement. Cela inclut les méthodes de travail selon un savoir-faire reconnu et le respect des exigences techniques contractuelles. Sur le plan contractuel, ceci oblige donc que les contractants, leurs agents et personnels, les sous-contractants ou autres à se conformer- aux règles et exigences environnementales

Les contractants devront présenter :

- un mode de gestion de la circulation qui décrira la stratégie de transport de la main-d'œuvre et des matériaux, avec des mesures visant à limiter le nombre d'accidents, et un calendrier des livraisons par camions poids lourds
- un plan d'urgence en cas de déversements accidentels d'hydrocarbures, du liquide caloporteur (lors du transport et durant les manipulations), avec des informations sur le traitement adéquat des déversements polluants et les procédures à prendre dans le cas d'un tel déversement en milieu urbain, rural ou sur le site de la centrale, le tout assorti de propositions précises pour la formation du personnel.

Avant le début de l'activité, chaque contractant prendra toutes les mesures nécessaires pour s'assurer que son personnel et ses sous-traitants respectent les mesures définies pour la surveillance environnementale et la communication d'informations à l'ONE. Le contractant devra aussi identifier un responsable environnemental du site, agréé par l'ONE, qui sera chargé de la mise en œuvre des mesures définies dans le PGE.

Le PGE sera annexé au contrat de travaux.

Un programme de formation sera organisé pour le personnel chargé du contrôle et de la surveillance du gazoduc, pour celui en charge du suivi des lignes électriques et pour le personnel de la centrale : contrôle des émissions de gaz; conditions de manipulations du liquide caloporteur; conditions de dépollution; connaissance approfondie des risques d'utilisation et des données de sécurité.

L'ONE s'engage à recommander aux entreprises qui participeront à la construction du projet, l'embauche de la main d'œuvre locale.

Contexte législatif

L'ONE s'engage à se conformer aux dispositions législatives et réglementaires prévues par les lois nationales ainsi que celle des conventions internationales auxquelles le Maroc fait partie. Il s'agit notamment :

- des lois :
 - * sur l'eau (1995),
 - * 11-03 relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement,
 - * 12-03 relative à l'étude d'impact,
 - * 13-03 relative à la pollution atmosphérique,
 - * 28-00 relative à la gestion des déchets et leur élimination.
- Dahir relatif à l'exploitation et la préservation des forêts (1917),
- Dahir réglementant le régime de défense et restauration des sols (DRS) (29 Janvier 1969),
- Réglementation relative à la faune et la flore,
- Conventions internationales (BONN, CITES, diversité Biologique etc.),
- Cahier de conditions générales d'occupation temporaire du domaine forestier (1948).

Prévision des moyens

La dotation en moyens qui vont assurer l'exécution du présent programme tel qu'il a été conçu est la suivante:

- Moyens humains: les travaux de suivi seront menés par un technicien en environnement possédant une expérience dans le domaine. Il se dédiera partiellement à ce travail (mi-journée). Le superviseur environnemental devra compter sur la collaboration des consultants en environnement, experts chacun dans son domaine d'intérêt, et ceci pour pouvoir interpréter les données, et résoudre les différents problèmes.
- Moyens matériels: L'équipe de suivi environnemental devra disposer des moyens matériels nécessaires pour l'exécution de son travail.

Rapports

Un résumé des observations effectuées, des résultats obtenus et des conclusions et recommandations émises dans le cadre de ce programme devront être reflétés dans des rapports périodiques. A la fin de chaque étape on prévoira aussi d'établir un rapport final. Ces rapports seront mis à disposition de l'autorité gouvernementale chargée de l'environnement au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Domaine d'application

Les contrôles et les évaluations seront concentrés principalement sur les aspects qui sont indiqués dans le plan de surveillance joint ci-après.

Coûts

Les mesures environnementales à entreprendre dans la cadre du projet et dont l'enveloppe globale s'élève à 21 Millions de DH, sont :

- Indemnisations,
- Etudes,
- Recommandations de l'Etude d'impact,
- Recommandations de l'évaluation sociale,
- Intégration paysagère,
- Renforcement des capacités en terme de formation,
- Divers (imprévus, ...).

Plan de management et de surveillance environnementale

Le plan de management et surveillance environnementale comprend trois parties :

- les mesures de compensation et d'atténuation
- le programme de surveillance et de suivi
- l'identification des besoins en renforcement des capacités.

Dans la mesure du possible, les coûts des différentes actions ont été identifiés.

Centrale, bretelle de gaz et route d'accès

Mesures d'atténuation et/ou de compensation

Phase du projet concernée	Impact visé	Mesure d'atténuation ou de compensation	Mise en œuvre pratique de la mesure	Responsabilité et coût
Projet de la Centrale				
Phase de conception	Pollution des eaux souterraines par les eaux du bassin d'évaporation	Etanchéification des bassins d'évaporation	Etude géotechnique pour identifier le niveau d'imperméabilité des terrains et mise d'une géo-membrane si nécessaire	ONE, intégré dans le coût de réalisation de l'étude
	Consommation de l'eau de la nappe	Proposer la meilleure technologie disponible permettant la moindre consommation de l'eau de la nappe	Le constructeur proposera un système adéquat (système de refroidissement) permettant une consommation globale de la centrale de l'ordre de 1,5 millions m ³ /an	ONE -idem
	Contamination des eaux par le fluide caloporteur	Circuit du fluide caloporteur sécurisé	Adaptation des pompes et mise en place de fosses de rétention	ONE - idem
	Rejets de polluant dans l'air	Adaptation de la hauteur de cheminée	Identification des flux de pollution au moment de la phase de conception et adaptation de la hauteur de la cheminée	ONE - idem

	Impact sur la santé humaine par la pollution sonore	Isolation phonique à prendre en compte dans la conception des bâtiments	Les bâtiments administratifs doivent être isolés du bruit La conception de l'unité doit tenir compte des dernières techniques disponibles pour limiter les émissions sonores	ONE - idem
	Impact sur la santé si contact avec le fluide caloporteur	Circuit du fluide caloporteur sécurisé	Mise en place de douches et d'équipement sanitaire pour les travailleurs	ONE -idem
	Impact de la centrale sur le paysage	Etude d'intégration paysagère	Réflexion à mener sur l'intégration paysagère de la centrale et du champ solaire	ONE - idem
Phase des travaux	Changement de l'affectation du foncier, diminution des superficies des différents propriétaires	Dédommagement des éleveurs, agriculteurs et propriétaires	Mise en place par l'ONE de la procédure d'expropriation publique Minimiser l'emprise au sol au moment des travaux	ONE – en cours de détermination
Délimitation des emprises et des aires de chantier	Risque de développement d'habitat spontané	Plan de surveillance de l'occupation au moment du chantier	Procédures de mise en place du chantier, de ses différents équipements et de procédures de surveillance de chantier	ONE – cahier des charges travaux Coût intégré dans budget travaux
Phase de travaux, terrassement	Pollution de l'air par les poussières au moment des travaux de terrassement, gêne pour la population	Arrosage et humidification	Mise en place d'un système d'arrosage des aires de terrassement en particulier à proximité des habitations pour les terrassements	ONE – cahier des charges travaux Coût intégré dans budget travaux

			provoquant de la poussière Limitation des aires de circulation des engins – définition d'un plan de circulation	
Phase de travaux décapage de la terre de surface	Diminution du couvert floristique	Minimisation des superficies à décaper et revégétalisation.	Mise en place d'une campagne de végétalisation avec des espèces locales adaptées aux conditions arides	ONE – ~100 000 DH
Phase de travaux – terrassement	Gêne de la faune et de la population par des émissions sonores et de poussières	Minimisation des bruits et des poussières	Arrosage des zones de fortes productions de poussières à fort impact Entretien des engins de chantiers pour limiter les émissions sonores Adapter les horaires de travaux aux habitudes locales de la population.	ONE – cahier des charges de travaux Coût intégré dans budget travaux
Phase travaux - chantier	Pollution des eaux par les eaux sanitaires des bases vies	Mise en place de bonnes pratiques environnementales au niveau des chantiers	Système de collecte et de traitement des eaux sur la zone du chantier, en particulier des bases vie.	ONE – cahier des charges de travaux Coût intégré dans budget travaux
	Pollution des eaux par des déversements accidentels d'hydrocarbures des engins présents sur le chantier	Mise en place de bonnes pratiques environnementales au niveau des chantiers	Système de collecte des hydrocarbures sur la zone d'entretien des engins Etablissement de sécurité en cas de déversement accidentel	ONE – cahier des charges de travaux Coût intégré dans budget travaux
	Dépôt de déchets qui impacte sur le paysage	Mise en place de bonnes pratiques environnementales au	Collecte des déchets et entreposage en décharge contrôlée (décharge	ONE – cahier des charges de travaux Coût intégré dans budget

		niveau de la gestion des chantiers	d'Oujda)	travaux
Phase d'exploitation				
	Changement des affectations foncières – risque d'apparition d'habitat spontanée	Surveillance de l'habitat spontané	Surveillance du développement de l'habitat Organiser le transport du personnel même s'il habite loin pour limiter les développements de l'habitat	ONE - Cahier des charges exploitation Commune Beni Mathar et Autorités Locales - surveillance des constructions
	Risques de pollution des sols par les rejets d'eaux	Assurer une bonne gestion du système de récupération et de traitement des eaux	Mise en place d'un plan de suivi et de surveillance de toutes installations de la centrale Mise en place de campagnes régulières d'analyse de rejets L'ONE s'engage à respecter les valeurs limites de rejets liquides d'une centrale thermique	ONE – manuel d'exploitation du site Campagne d'analyses ~50 000 DH/an
	Risques de pollution des eaux par les rejets d'eaux	Assurer une bonne gestion du système de récupération et de traitement des eaux	Mise en place d'un plan de suivi et de surveillance de toutes installations de la centrale Mise en place de campagnes régulières d'analyse de rejets	ONE – manuel d'exploitation du site Campagne d'analyses ~50 000 DH/an
	Impact des forages de l'ONE sur les débits d'exploitation des forages voisins	Compenser les effets dus à un pompage plus profond	L'ONE prend en charge le changement de pompes où les coûts énergétiques supplémentaires	ONE en coordination avec l'ABHM A identifier au moment de la mise en exploitation des forages

	Impact des forages de l'ONE sur le débit des forages des périmètres irrigués d'Aïn Beni Mathar et Sidi El Ghar	Compenser les effets	L'ONE prend en charge des coûts supplémentaires d'équipement	ONE en coordination avec l'ABHM et les agriculteurs des périmètres concernés A identifier au moment de la mise en exploitation des forages
	Modification du paysage par l'implantation de la centrale et du champ solaire	Intégrer l'équipement dans le paysage Valoriser le nouveau paysage	Réalisation d'une étude paysagère au moment de la conception Prévoir des visites de l'installation pour valoriser la modification du paysage	ONE – intégré dans les coûts étude ONE – en phase d'exploitation
	Risque d'explosion	Réalisation d'une étude de danger	Etudes réalisées par l'ONE Sécurisation du circuit du fluide caloporteur	ONE

Programme de surveillance et de suivi

Programme de surveillance	Responsabilité	Programme de suivi	Responsabilité	Coûts
CONCEPTION – ETUDE				
Projet des zones de stockage des matériaux Prévention d'impact sur le paysage irréparable, perte de terres, érosion, pollution de ressources en eau potable	Bureau d'étude	Conception des travaux de terrassement	ONE	Inclus dans coût des travaux
Conception des ouvrages	Bureau d'étude	Prise en compte de l'environnement dans la conception des ponts et routes	ONE	Inclus dans coût des travaux
Spécifications à inclure dans le DAO entreprise	Bureau d'étude	Centrale à enrobes et à bitume	ONE	Sans objet
Conformité avec les buts poursuivis et la législation sur la protection des écosystèmes	Entrepreneurs et leurs Environnementalistes	Choix des sites des chantiers ; Aménagement des accès	ONE	Sans objet
Spécifications à inclure dans le DAO entreprise	Bureau d'étude	Prévention des polluants des sols, de l'eau et de l'air	ONE	Inclus dans coût des travaux
Respect des ressources en eau	Constructeur	La conception de l'unité doit proposer une technologie permettant de limiter la consommation d'eau	ONE	Inclus dans coût des travaux
Respect des normes sonores de la banque mondiale	Constructeur	La conception de l'unité doit tenir compte des techniques disponibles pour limiter les émissions sonores	ONE	Inclus dans le coût travaux
Respect de la législation sur le foncier ; Vérification de la bonne exécution des indemnités	Administration des Wilaya – ONE	Audit foncier ; Acquisition des terrains – identification des ayants droits	ONE	Budget spécifique ONE
Vérification des informations fournies aux ayants droits	Agence d'exécution du projet – ONE	Approche participative ; Participation des parties prenantes et ONG ;	ONE	Sans objet

Programme de surveillance	Responsabilité	Programme de suivi	Responsabilité	Coûts
	Wilaya – ONG locales	publication dans les médias ; registre de réclamations à disposition des populations		
CONSTRUCTION				
Capacités spécifiques de l'entrepreneur pour la mise en place des mesures liées aux contraintes environnementales	Bureau d'étude – Commission d'évaluation des offres	Examen des offres avant attribution des marchés - L'entrepreneur doit fournir sa méthode pour le respect des clauses liées à l'environnement	ONE	Sans objet
Délimitation du tracé de la route, du gazoduc et de l'emprise de leur surplomb, de l'emprise de la centrale thermo-solaire	Topographes et Entrepreneurs et experts suivi environnement	Conformité avec les besoins réels en terrains pour l'organisation des travaux sur l'environnement ; Conformité avec les expropriations réalisées, les dédommagements et les droits de servitudes	ONE	Sans objet
Transport des équipements, matériaux divers et produits toxiques ; conditions de stockage, ouverture de carrières	Entrepreneurs et experts suivi environnement; gendarmerie et police	Circulation et sécurité routière ; Etat des sols et écosystèmes ; respect du plan déterminant les sites de dépôts de matériaux fournis par l'entrepreneur, sauvegarde des terres végétales	ONE, entrepreneurs	Inclus dans coût des travaux
Risques physiques d'accidents sur les routes, les chantiers et aux abords ;	Entrepreneurs ; gendarmerie et police	Respect de la législation sur les travaux et la circulation des engins	ONE	Inclus dans coût des travaux
Travaux de chantier (contrôle de la fabrication du béton ; contrôle émissions de poussières et de gaz, rejets effluents liquides, huileux et solides, protection des végétaux)	Entrepreneurs et experts suivi environnement	Conformité avec législation du travail et des recommandations de l'Evaluation environnementale ; Protection des arbres et arbustes des dommages Arrosage des routes non revêtues près des habitations et utilisation de camions bâchés	ONE	Inclus dans coût des travaux
Excavation, pose conduites Construction des réservoirs et des forages	Entrepreneurs et experts suivi environnement	Conformité avec recommandations de l'Evaluation environnementale ;	ONE	Inclus dans coûts des travaux

Programme de surveillance	Responsabilité	Programme de suivi	Responsabilité	Coûts
Entretien des véhicules et engins de chantier	Entrepreneurs et Concessionnaires	Conforme aux recommandations et normes du constructeur	ONE	Inclus dans coûts des travaux
Mise en place des ouvrages et équipements ; manipulation produits toxiques ou dangereux ;	Entrepreneurs et experts suivi environnement, chimistes	Conforme à l'APD – conforme avec l'évaluation environnementale	ONE	Inclus dans coûts des travaux
Engins roulants, centrale à béton, bétonnière et structures en construction		Contrôle équipement protection phonique et niveau sonore en conformité avec les normes nationales et les spécifications demandées dans le Cahier des charges		Sans objet
Repli des installations	Entrepreneurs et experts suivi environnement	S'assurer de la remise en état des sites après les replis de chantier localisés ou généralisés	ONE	Inclus dans coût des travaux de construction
PHASE D'EXPLOITATION				
Entretien des équipements conforme aux normes du constructeur ;	Gestionnaires des équipements ; ONE	Respect des normes des fabricants	ONE	Budget de fonctionnement
Contrôle de l'élimination de résidus dangereux provenant du circuit caloporteur ; dépollution des sols et équipements ;	Gestionnaire du réseau ; ONE	Respect des normes anti-pollution du milieu naturel (air, eaux, sols) ; Respect des procédures remises par le fabricant du produit caloporteur	ONE – Ministère de la santé – MATEE.	Budget de fonctionnement
Présence des ouvrages : impacts paysagers ; Entretien des conduites, réservoirs, bâtiments	Gestionnaire des réseaux ; ONE	Intégration des ouvrages dans le paysage et entretien – Esthétique des bâtiments ;	ONE – MATEE	Budget de fonctionnement
Contrôle des rejets d'effluents ou déchets provenant du traitement de l'eau ou autres ; aspects bactériens (boues) ;	Gestionnaires des réseaux ; ONE	Respect des normes anti-pollution du milieu naturel	ONE – Ministère de la santé – MATEE	30000 DH/an

Programme de surveillance	Responsabilité	Programme de suivi	Responsabilité	Coûts
Contrôle de la pollution gazeuse de la combustion (CO ₂ , métaux lourds...etc).	Laboratoire antipollution de la centrale ; Environnementalistes ONE	Respect des normes anti-pollution de l'air et de la légionellose ; Bilan du dégagement des gaz à effet de serre ;	ONE – Min. Santé – MATEE.	20000 DH/an
Contrôle de la pollution gazeuse de la combustion (SO _x , NO _x et SPM)	Laboratoire ONE	Contrôle on-line automatique et permanent des émissions de gaz pour les niveaux de SO _x , NO _x et SPM.	ONE – Min. Santé – MATEE.	20000 DH/an
Contrôle des niveaux de la nappe exploitée	ONE-ABHM	Monitoring des captages et de la nappe	ONE - ABHM	30000 DH/an
Contrôles des niveaux du bruit émis	Laboratoire ONE	Réaliser des mesures périodiques de bruit	ONE – Ministère de la santé - MATEE	15000 DH/an
DECONSTRUCTION				
Travaux de chantier (contrôle émissions de poussières et de gaz, rejets effluents liquides, huileux et solides, protection des végétaux)	Entrepreneurs et experts suivi environnement	Conformité avec législation du travail et des recommandations de l'Evaluation environnementale	ONE	Inclus dans coût des travaux de déconstruction
Repli des installations	Entrepreneurs et experts suivi environnement	S'assurer de la remise en état des sites après les replis de chantier localisés ou généralisés	ONE	Inclus dans coût des travaux de déconstruction

Lignes électriques

Mesures d'atténuation et/ou de compensation

Phase du projet concernée	Impact visé	Mesure d'atténuation ou de compensation	Mise en œuvre pratique de la mesure	Responsabilité et coût
Conception : étude de faisabilité détaillée	Impact visuel des pylônes ou des lignes	Optimisation de l'insertion paysagère	Optimisation du choix du tracé et du design des pylônes : <ul style="list-style-type: none"> - choisir des paysages complexes et peu lisibles, suivre les formes du relief, par exemple faire cheminer la ligne le long d'une lisière, contourner les lignes de crêtes, - utiliser les configurations existantes (couloirs électriques) - en milieu semi urbain, aligner les pylônes et utiliser des supports monopodes. 	Entrepreneur adjudicataire du marché Coût inclus dans celui de l'étude de faisabilité détaillée
Conception, travaux	Occupation foncière : expropriation, dommages aux cultures et aux pâturages	Indemniser les propriétaires, les éleveurs et les agriculteurs concernés	<ul style="list-style-type: none"> - publication de l'inventaire des parcelles touchées, négociations, indemnisations (Application de la législation) - autoriser les agriculteurs ou les éleveurs à exploiter certaines portions de terrain qui auraient été expropriés pour les besoins du projet 	ONE
Travaux	Occupation foncière, destruction du couvert végétal, piétinement des sols	Bornage et délimitation des emprises	<ul style="list-style-type: none"> - délimiter physiquement par bornage (piquet, ruban, etc.) les limites de l'emprise à l'intérieur desquelles les travaux devront impérativement être maintenus; prévoir des aires d'entreposage et de manutention spécifique pour les produits pétroliers et pour l'entretien des véhicules de chantier (vidange d'huile, réparation, etc.) - prévoir une signalisation adéquate afin de limiter la perturbation de la circulation routière par les travaux; - mettre en place une signalisation adéquate afin d'éviter les risques d'accidents des populations et des activités pastorales; 	ONE / cahier des charges des travaux Inclus dans le coût des travaux

Phase du projet concernée	Impact visé	Mesure d'atténuation ou de compensation	Mise en œuvre pratique de la mesure	Responsabilité et coût
			<ul style="list-style-type: none"> - interdire le ravitaillement des véhicules et de la machinerie à moins de 30 mètres des cours d'eau et des zones inondables; - sur les terres cultivées, aménager un seul accès provisoire de concert avec les propriétaires et les occupants avant l'ouverture du chantier - Limiter l'usage des engins roulants dans la zone - Utiliser au maximum les pistes existantes 	
Travaux - terrassement	Production de déchets	Collecter et éliminer les déchets produits	<ul style="list-style-type: none"> - Collecte sur la zone de travaux au fur et à mesure de l'avancement du chantier - Elimination par acheminement en décharge ou par enfouissement dans un site non sensible - Collecte, entrepôt et évacuation des huiles et lubrifiants vers des repreneurs potentiels - Remise en état du site du chantier après les travaux 	ONE / cahier des charges des travaux Inclus dans le coût des travaux
Travaux – terrassement , fondation des pylônes	Erosion des sols, destruction du couvert végétal	Stabilisation des sols	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser au maximum les matériaux issus des déblais comme matériaux de remblais, si leurs caractéristiques géotechniques le permettent, ou d'entreposer les matériaux excédentaires suivant un plan de terrassement harmonieux avec le paysage et facilitant au maximum une repousse végétale. - Les déblais et remblais seront stabilisés, drainés et replantés quand requis et possible. - Décaper séparément les matériaux superficiels ayant un intérêt au niveau de leur richesse pédologique, puis procéder à l'excavation en profondeur des autres terres. - Stabilisation des sols immédiatement après la fin des interventions sur le milieu - Remettre en place la terre végétale à l'issue des travaux en matériau superficiel de couverture. - Revégétalisation (avec les graminées propices de la surface) le 	ONE / cahier des charges des travaux Inclus dans le coût des travaux

Phase du projet concernée	Impact visé	Mesure d'atténuation ou de compensation	Mise en œuvre pratique de la mesure	Responsabilité et coût
			<p>plus rapidement possible après la pose du gazoduc afin de réduire les effets de l'érosion sur les sols.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limiter les zones de défrichage de la végétation au strict nécessaire. 	
Travaux – terrassement, fondation des pylônes	Gêne pour les hommes et la faune (poussières bruits paysage)	Minimisation des poussières et du bruit	<ul style="list-style-type: none"> - Minimisation des poussières : minimisation des surfaces à décaper, arrosage près des zones habitées - Limitation du bruit : utilisation de matériel en bon état, agencer les horaires de travail entre 8H et 20H, équiper les travailleurs de protections acoustiques en cas de besoin - Dans la mesure du possible, utiliser des équipements électriques au lieu d'équipements pneumatiques ou hydrauliques - Certains outils à percussion peuvent également être munis de dispositifs antibruit. - Les moteurs à combustion interne des engins de terrassement (buteurs, niveleuses, excavatrices, génératrices, compresseurs à air, grues, etc.) doivent être munis de silencieux. - Réparer dans les plus brefs délais les engins de chantier et les véhicules qui produisent des émissions excessives de gaz d'échappement (en raison d'un mauvais réglage, par exemple). 	ONE / cahier des charges des travaux Inclus dans le coût des travaux
Travaux – fondation des pylônes	Pollution accidentelle (résidus de laitance des bétons ou déversement d'hydrocarbures)	Mise en place de moyens de prévention et élaboration d'un plan d'action en cas de pollution accidentelle	<p>Mesures de préventions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interdiction du stationnement hors période de travail des engins de chantier et de tout véhicule lié aux activités du chantier dans les des périmètres de protection, - entretien des engins (vidange, réparation) en dehors des zones de protection des captages, - Interdire tout entreposage de carburant à moins de 100 mètres d'un cours d'eau. L'Entrepreneur devra faire approuver les emplacements qui peuvent servir aux activités de manutention et de stockage de matières dangereuses 	Entrepreneur adjudicataire du marché Inclus dans le coût des travaux

Phase du projet concernée	Impact visé	Mesure d'atténuation ou de compensation	Mise en œuvre pratique de la mesure	Responsabilité et coût
			<ul style="list-style-type: none"> - Révision préalable des engins au début des activités de chantier de façon à diminuer les risques de défaillance technique, - disposer à titre préventif un film plastique de type « polyane » sur les surfaces de fouille afin d'éviter toute contamination indirecte du milieu récepteur par rejet de laitance lors de la mise en place des massifs de fondation. <p>L'entreprise contractante peut élaborer un plan d'intervention en cas de fuite ou de déversement de polluants : ce dernier sera mis en place en cas de nécessité dans les délais les plus courts possibles.</p> <ul style="list-style-type: none"> - En cas de pollution, la zone souillée devra être immédiatement recouverte de matériaux à très fort taux d'absorption (sciure de bois), - la zone sera ensuite décapée et évacuée vers une décharge adaptée. 	
Exploitation	Diminution du couvert végétal	Revégétalisation et entretien de la végétation	<ul style="list-style-type: none"> - Revégétalisation avec des espèces appropriées. L'ONE donne les hauteurs de plantations compatibles avec l'exploitation de l'ouvrage électrique pour ses réseaux en fonction de la position du câble dans l'espace (hauteur par rapport au sol) - Consigner les dates et résultats des visites périodiques destinées à déterminer les élagages ou abattages, effectuées par les services des Eaux et Forêts, dans un registre mis à disposition du service de contrôle - Lors des travaux d'élagage, d'abattage et de débroussaillage, les rémanents seront démantelés sommairement, rangés sur place et plaqués au sol pour permettre leur pourrissement rapide et l'émergence d'une nouvelle végétation. Pour permettre un bon contact avec le sol, il est souvent conseillé de rouler dessus avec les engins. 	ONE / cahier des charges des travaux, en collaboration avec les services des Eaux et Forêts Inclus dans le coût des travaux

Phase du projet concernée	Impact visé	Mesure d'atténuation ou de compensation	Mise en œuvre pratique de la mesure	Responsabilité et coût
			<ul style="list-style-type: none"> - Aucun rémanent n'est laissé sur place dans les tranchées forestières ; quand le broyage est impossible compte tenu de l'accessibilité du site aux engins de broyage ils seront soit broyés soit transférés ailleurs pour être réutilisés ou détruits, différé en période propice afin d'éviter les risques d'incendie. - Les fossés, mares, ruisseaux pérennes ou temporaires doivent être maintenus propres et dégagés, afin de respecter l'écoulement des eaux et la biodiversité. 	
Exploitation	Gênes pour l'avifaune	Mesures de protection de l'avifaune	<ul style="list-style-type: none"> - L'installation de dispositifs visuels permettant aux oiseaux d'éviter les collisions ne peut être préconisée à ce stade : vu la période de la mission de terrain, aucune avifaune sensible n'a été détectée. Cette installation peut cependant se révéler nécessaire suite aux résultats du suivi préconisé. 	ONE/cahier des charges des travaux, en collaboration avec les services des Eaux et Forêts Inclus dans le coût des travaux
Exploitation	Gêne causée aux propriétés privées ou communautaires	Restreindre le nombre de voies d'accès	<ul style="list-style-type: none"> - Privilégier l'emprunt des voies publiques et des chemins ruraux - Privilégier un accès longitudinal (le long du tracé de la ligne) plutôt que latéral, sauf s'il est trop contraignant eu égard au relief ou à la nature des terrains 	ONE
Exploitation	Risques d'accidents	Informers les riverains sur les mesures de sécurité et les interdictions	<ul style="list-style-type: none"> - Interdiction de s'approcher ou d'approcher des objets manipulés (échelle, outils) à moins de 5 mètres (cas des lignes de tensions supérieures à 50 000 V) des conducteurs électriques sans accord écrit préalable de l'ONE en précisant les mesures de sécurité particulières mises en place. - Interdiction des coupes d'arbre ou de branche qui, lors de leurs chutes, engagent la distance minimale de 5m ou qui surplombent les câbles électriques. 	ONE, auprès des collectivités locales, des écoles, etc. Coût : 50 000 DH

Phase du projet concernée	Impact visé	Mesure d'atténuation ou de compensation	Mise en œuvre pratique de la mesure	Responsabilité et coût
			<ul style="list-style-type: none"> - Informer les riverains qu'en cas d'avarie d'un ouvrage, il ne faut jamais toucher ni s'approcher d'un câble même s'il est en contact avec le sol. - Informer les riverains des procédures d'alerte du service de dépannage ou d'entretien de l'ONE 	
Exploitation	Perturbations radio électriques et courants induits	Diminuer les courants induits dans les clôtures	Relier les fils de clôture à la terre par la pose de piquets métalliques	ONE, en collaboration avec la DPA et les agriculteurs Coût : 30 000 DH

Programme de surveillance et de suivi

Programme de surveillance	Responsabilité	Programme de suivi	Responsabilité	Coûts
CONCEPTION – ETUDE				
Conception des travaux de terrassement	Bureau d'étude	Projet des zones de stockage des matériaux Prévention d'impact sur le paysage irréparable, perte de terres, érosion, pollution de ressources en eau potable	Agence d'exécution du projet - ONE	Inclus dans coût des travaux
Centrale à enrobes et à bitume	Bureau d'étude	Spécifications à inclure dans le DAO entreprise	Agence d'exécution du projet - ONE	Sans objet
Finalisation du tracé détaillé des lignes électriques pour une meilleure intégration paysagère	Bureau d'étude	Prise en compte des particularités du relief pour le choix définitif du tracé, l'implantation et l'espacement des pylônes	Agence d'exécution du projet – ONE	Inclus dans coût des études
Choix des types de pylônes pour une meilleure intégration paysagère	Bureau d'étude	Prise en compte des particularités de certaines zones de paysages pour le design de certains pylônes	Agence d'exécution du projet – ONE	Inclus dans coût des travaux
Choix des sites des chantiers ; Aménagement des accès	Entrepreneurs et leurs Environnementalistes	Conformité avec les buts poursuivis et la législation sur la protection des écosystèmes	ONE – direction de l'environnement	Inclus dans coût des travaux
Conception des travaux de terrassement et de construction des fondations des pylônes	Bureau d'étude	Projet des zones de stockage des matériaux Prévention d'impact sur le paysage irréparable, perte de terres agricoles, érosion, pollution de ressources en eau potable	Agence d'exécution du projet – ONE	Inclus dans coût des travaux
Prévention des pollutions des sols, de l'eau et de l'air	Bureau d'étude	Spécifications à inclure de le DAO entreprise	Agence d'exécution du projet – ONE	Inclus dans coût des travaux

Programme de surveillance	Responsabilité	Programme de suivi	Responsabilité	Coûts
Audit foncier ; Expropriations – identification des ayant droits -	Administration des Wilaya – ONE	Respect de la législation sur foncier ; Vérification de la bonne exécution des indemnisations	Agence d'exécution du projet – ONE	Budget spécifique ONE
Approche participative ; Participation des parties prenantes et ONG ; publication dans les média ; registre des réclamations à disposition des populations ;	ONE Wilaya – ONG locales	Vérification des informations fournies aux ayant droits	Agence d'exécution du projet – ONE	Sans objet
CONSTRUCTION				
Capacités spécifiques de l'entrepreneur pour la mise en place des mesures liées aux contraintes environnementales	Bureau d'étude – Commission d'évaluation des offres	Examen des offres avant attribution des marchés - L'entrepreneur doit fournir sa méthode pour le respect des clauses liées à l'environnement	Agence d'exécution du projet - ONE	Sans objet
Délimitation du tracé des lignes électriques	Topographes et Entrepreneurs et experts suivi environnement	Conformité avec les besoins réels en terrains pour l'organisation des travaux sur l'environnement ; Conformité avec les expropriations réalisées, les dédommagements et les droits de servitudes	ONE : direction de l'environnement	Sans objet
Transport des équipements, matériaux divers et produits toxiques ; conditions de stockage,	Entrepreneurs et experts suivi environnement; gendarmerie et police	Circulation et sécurité routière ; Etat des sols et écosystèmes ; respect du plan déterminant les sites de dépôts de matériaux fournis par l'entrepreneur, sauvegarde des terres végétales	ONE : direction de l'environnement, entrepreneurs	Inclus dans coût des travaux

Programme de surveillance	Responsabilité	Programme de suivi	Responsabilité	Coûts
Risques physiques d'accidents sur les routes, les chantiers et aux abords ;	Entrepreneurs ; gendarmerie et police	Respect de la législation sur les travaux et la circulation des engins	Agence d'exécution du projet - ONE	Inclus dans coût des travaux
Travaux de chantier (contrôle de la fabrication du béton ; contrôle émissions de poussières et de gaz, rejets effluents liquides, huileux et solides, protection des végétaux)	Entrepreneurs et experts suivi environnement	Conformité avec législation du travail et des recommandations de l'Evaluation environnementale ; Protection des arbres et arbustes des dommages Arrosage des routes non revêtues près des habitations et utilisation de camions bâchés	Agence d'exécution du projet - ONE, direction de l'environnement	Inclus dans coût des travaux
Excavation pour les fondations des pylônes	Entrepreneurs et experts suivi environnement	Conformité avec recommandations de l'Evaluation environnementale ;	ONE – suivi chantier	Inclus dans coûts des travaux
Entretien des véhicules et engins de chantier	Entrepreneurs et Concessionnaires	Conforme aux recommandations et normes du constructeur	ONE – suivi chantier	Inclus dans coûts des travaux
Mise en place des ouvrages et équipements ; manipulation produits toxiques ou dangereux ;	Entrepreneurs et experts suivi environnement, chimistes	Conforme à l'APD – conforme avec l'évaluation environnementale	ONE – suivi chantier	Inclus dans coûts des travaux
Engins roulants, centrale à béton, bétonnière et structures en construction		Contrôle équipement protection phonique et niveau sonore en conformité avec les normes nationales et les spécifications demandées dans le CCTP	ONE – suivi chantier	Sans objet

Programme de surveillance	Responsabilité	Programme de suivi	Responsabilité	Coûts
Programme de surveillance de l'avifaune	Entrepreneurs et experts suivi environnement	Faire respecter les calendriers de construction en compatibilité avec les périodes de nidification	ONE – suivi chantier	10000 DH/an
Repli des installations	Entrepreneurs et experts suivi environnement	S'assurer de la remise en état des sites après les replis de chantier localisés ou généralisés	ONE	Inclus dans coût des travaux de construction
PHASE D'EXPLOITATION				
Entretien des équipements conforme aux normes du constructeur ;	Gestionnaires des équipements ; ONE	Respect des normes des fabricants	ONE	Budget de fonctionnement
Présence des ouvrages : impacts paysagers	Gestionnaire des réseaux ; ONE	Intégration des ouvrages dans le paysage et entretien – Esthétique des bâtiments ;	ONE – Département de l'Urbanisme	Budget de fonctionnement
Contrôle des rejets d'effluents ou déchets provenant du traitement de l'eau ou autres ; aspects bactériens ;	Gestionnaires des réseaux ; ONE	Respect des normes anti-pollution du milieu naturel	ONE- Division environnement – Ministère de la santé – MATEE	30000 DH/an
Programme de surveillance de l'avifaune	experts suivi environnement	Evaluer l'impact des lignes électriques sur la mortalité de l'avifaune, ajout d'éléments techniques au niveau des câbles ou des pylônes pour diminuer cette éventuelle mortalité	ONE	20000 DH/an

Renforcement des capacités

Le tableau suivant identifie les besoins en matière de renforcement des capacités et en formation et acquisition d'équipement pour la mise en œuvre des mesures d'atténuation et des programmes de surveillance et de suivi environnementaux :

Phase du projet concernée	Mesure visée	Institution concernée	Besoins en renforcement identifiés	Coûts
Travaux et exploitation	Plan de surveillance et de suivi environnementaux	ONE	Identifier une personne responsable de l'environnement afin d'assurer le suivi des recommandations environnementales en phase de réalisation des travaux et afin d'assurer les opérations de suivi de l'environnement en cours d'exploitation Prévoir une formation pour la surveillance et le suivi environnemental en général, sur le plan de gestion de la qualité et sur certains points particuliers comme l'avifaune ou le suivi des travaux.	100 000 DH
Travaux	Application des bonnes pratiques pendant les travaux (gestion des déchets, limitation de l'érosion, etc.)	Entreprise adjudicataire des travaux	Désignation d'une personne sur le chantier chargé de l'application des recommandations de bonne pratique environnementale. Prévoir une formation courte et ciblée sur les bonnes pratiques environnementales.	50 000 DH
Exploitation	Sensibilisation des riverains sur les mesures de sécurité	ONE, services municipaux, Ministère de l'Intérieur	Désigner des responsables pour chaque cible de population (riverains, agriculteurs, enfants, etc.). Faire une formation ciblée sur les dangers des lignes électriques.	50 000 DH
Exploitation	Surveillance de l'avifaune	Eaux et forêts, ONE	Désigner un spécialiste de l'avifaune qui interviendra en cas de surmortalité des oiseaux pour déterminer les mesures à adopter Informer les habitants et les agriculteurs pour qu'un système d'alerte soit mis en place en cas de surmortalité des oiseaux dans les trois secteurs identifiés,	50 000 DH pour l'ornithologue + 10 000 DH pour l'information pour la mise en place du système d'alerte

Phase du projet concernée	Mesure visée	Institution concernée	Besoins en renforcement identifiés	Coûts
Exploitation	Assurer un meilleur suivi de l'aquifère	Agence de Bassin Hydraulique	mise en place et entretien d'un capteur de mesures en continu de pression et/ou de niveau sur un forage situé à proximité du site qui n'est plus exploité.	50 000 DH

Remarques importantes

Le MATEE et les Autorités compétentes se réservent le droit d'effectuer des prélèvements et de procéder à des analyses en vue de s'assurer de la conformité des activités de la centrale thermo-solaire de Ain Béni Mathar aux prescriptions du présent cahier des charges.

Le programme de surveillance et du suivi ainsi que les mesures de compensation, ne sont cependant pas définitifs, ils peuvent faire périodiquement l'objet d'une révision, qui sera définie en commun accord avec le MATEE et les Autorités compétentes, à la lumière des résultats obtenus

