Etude d'Impact sur l'Environnement

190050.01
13/03/2012

Site du Projet du Parc Eolien de Tarfaya

Projet de Parc Eolien de Tarfaya
Rapport final

Contact

Alexia Knezovic
Département Environnement
Pöyry Infra AG
P.O. Box
CH-8037 Zurich
Suisse

Tel: +41 76 356 22 09
Fax: +41 1 355 55 56
e-mail: alexia.knezovic@poyry.com

RESUME NON-TECHNIQUE

Le Projet du parc éolien de Tarfaya fait partie de la stratégie de l'ONE pour la promotion des énergies renouvelables dans le contexte énergétique du Maroc, qui vise l'installation d'une puissance éolienne de 1000 MW à l'horizon 2012 et la participation du secteur privé dans le développement des énergies électriques à travers l'octroi de contrats PPA modernes et durables.

L'objectif est la réalisation d'un parc éolien de puissance totale installée de 301.3 MW dans la région de Tarfaya, en production concessionnelle durant 20 ans.

Le Consortium IP-NAREVA, a reçu la concession de l'ONE pour réaliser le projet de parc éolien de Tarfaya. C'est dans ce contexte que Pöyry Infra AG a élaboré la présente Etude d'Impact Environnemental (EIE) pour le parc éolien de Tarfaya.

Les compétences principales d'International Power (IP) sont l'exploitation et la maintenance de centrales électriques partout dans le monde. IP a une expérience significative avec de nombreuses technologies, notamment l'exploitation et la maintenance de grandes centrales électriques à turbines à gaz à cycle combiné, intégrées parfois avec des infrastructures de désalinisation, ou des centrales au charbon, parcs éoliens, et d'autres technologies et activités. Le portfolio de IP inclut des installations majeures de production énergétique dans des pays comme les Etats-Unis, la Grande-Bretagne, l'Australie, le Portugal, le Pakistan, la Thaïlande, les Emirats Arabes Unis, Oman et la Turquie. Le capital total d'IP pour les parcs éoliens se monte à plus de 1,250 MW net.

NAREVA est une filiale à 100% du Groupe ONA, le groupe marocain leader en industrie et finance. Le Groupe ONA a établi NAREVA comme filiale responsable du management et de l'expansion de son groupe « Energy & Utility Businesses ». Premièrement, NAREVA holding est soutenue par sa compagnie parente qui a développé plusieurs projets industriels au Maroc ces dernières décennies, avec une forte expérience dans le business local en matière de négociations et contrats. Deuxièmement, NAREVA est un pionnier marocain en matière de développement et d'utilisation du vent au Maroc.

D'une puissance installée de 301.3 MW, le parc éolien de Tarfaya se compose de 131 éoliennes d'une puissance de 2.3 MW dont 87 sont placées au nord et 44 au sud du parc. Les éoliennes seront groupées sous forme de grappes. L'énergie résultante de chaque grappe sera acheminée, ensuite, vers le poste (NORD ou TAH) à travers une ligne aérienne à structure 60kV exploitée en 33kV. Une ligne aérienne 225 kV transitera l'énergie du poste Nord au poste Sud.

Cette Etude d'Impact sur l'Environnement a été conduite selon la loi marocaine en matière d'EIE et les recommandations de la Banque Mondiale. L'évaluation des impacts a été faite en se référant aux recommandations de la Banque Mondiale et de l'Union Européenne et aux normes marocaines existantes ou en préparation. Ce rapport présente aussi les résultats des campagnes ornithologiques, faites au printemps 2009 et en automne 2010.

Le présent rapport d'étude d'impact est présenté selon la structure habituellement utilisée et recommandée par la Banque Mondiale (le projet, l'état initial, l'état prospectif, l'impact du projet, les mesures de compensation, le plan de gestion environnemental et les conclusions).

L'aire d'étude est un cercle d'environ 25 km de diamètre sur le plateau de Tarfaya, qui comprend les éléments principaux suivants :

- Le site d'emplacement du parc éolien en étude;
- La côte Ouest avec le village d'Amigriou;
- La route bétonnée qui relie Amigriou à Tarfaya le longue de la côte;
- La province de Tarfaya;
- La ceinture de dunes de sable traversant l'ensemble du site;
- Le réseau de routes de dessertes de l'ensemble de la zone ainsi que la route principale nationale N1;
- La commune rurale de Tah;
- Plusieurs sebkas (Tah, Tizbourine, Lahmira)

En ce qui concerne le milieu physique, l'aire d'étude est caractérisée par des plateaux, des dunes de sable et des formations types graaras, maaders et sebkhas. Géologiquement, l'aire d'étude se situe dans le Bassin côtier de Tarfaya qui constitue lui-même la partie septentrionale du "Bassin de Laâyoune-Boujdour". Les formations géologiques font partie des séries du Crétacé et du Miocène et elles sont recouvertes dans la partie occidentale (le long de la côte) par des dépôts marins du Moghrébien. A l'Ouest du site en étude se trouve la bande de dunes en mouvement, d'orientation N-N-E. La partie Ouest du site est donc influencée par une tendance à l'ensablement. Les étendues d'eaux de surface dans l'aire d'étude se limitent aux eaux stagnantes des sebkhas (Tah, Lahmira et Tizfourine). La pauvreté en ressources d'eau douce se reflète aussi par le fait que les nappes inventoriées ne sont peu ou pas du tout rechargées. Ceci principalement en raison des faibles précipitations annuelles.

Le site d'implantation du parc éolien de Tarfaya est localisé dans la frange littorale caractérisée par un relief plat et sableux où les conditions du milieu sont assez homogènes. La couverture végétale pérenne rencontrée est pauvre et discontinue sous forme de broussaille ou steppe arborée basse et éparse. Elle est caractérisée par le groupement végétal du littoral marqué par le Zygophyllum. Le site proposé ne pose pas de contraintes majeures vis à vis de la végétation et de la faune terrestre (présence de végétation clairsemée et absence de zones humides favorables au maintien d'une faune diversifiée). Cependant, la relative pauvreté du couvert végétale et la fragilité des écosystèmes du milieu, font que toute régénération du couvert végétal s'avère difficile dans les conditions climatiques actuelles d'où l'impératif de conservation de ces milieux et de leur protection pour la lutte contre l'ensablement.

Concernant l'avifaune nicheuse, il faut considérer principalement l'importance des falaises des Sebkhats (Rapaces et Corbeau brun) et des Graras (oiseaux steppiques). L'étude ornithologique a montré que trois zones sont d'importance pour l'avifaune dans l'aire d'étude : deux zones d'intérêt ornithologique majeur (au milieu et sud de l'aire d'étude) et une zone de graras de valeur pour l'avifaune (au Nord). Les flux migratoires dans le site et les altitudes de vol des migrateurs (principalement des Passereaux) sont relativement faibles.

La CR Tah compte aujourd'hui plus de 1'255 habitants. La principale activité de la population est représentée par les indépendants, suivi par les salariés du secteur public et les salariés du secteur privé. Les deux principaux régimes fonciers de la région, outre le domaine public, sont le privé et le domaine collectif appelé localement «Ard

Moulana», dont tout le monde a droit. Les majeures sources de revenu de la population locale sont l'élevage et la pêche. Quant au tourisme et au commerce, ils ne jouent pas un rôle important à l'heure actuel, mais des efforts sont faits pour soutenir le développement du tourisme saharien.

Le paysage est ouvert et impressionnant par sa dimension. Il est caractérisé par les sebkhas et une végétation fragile. Le désert n'est pas vide de présence humaine, des traces y sont présentes. Traces qui n'ont pas été construites: chemins de bergers, lieu-dits; construites: pylônes, château d'eau de Tah, lignes à Haute Tension, pistes, petites maisons décentralisées, carrières. Le site est parallèle à la route nationale N1, ce site est donc déjà impacté par l'activité humaine.

Du point de vue de l'état de référence prospectif, il est prévu que l'aire d'étude se modifiera d'une zone axée sur le secteur primaire vers une économie de services axée sur le commerce. L'impact du changement climatique régional poussera à un tel développement vu la diminution des ressources en eau déjà déficitaire. Le point principal de ce développement est la route nationale N1 qui donnera à la région une forte attractivité. Le tourisme pourra aussi se développer, surtout vu la présence du parc national de Khnifiss plus loin et des caractéristiques sauvages et intactes du paysage.

A travers cette étude d'impact environnemental du projet de parc éolien de Tarfaya, nous soulignons les points suivants :

- Selon les résultats des études ornithologiques, il existe deux zones d'intérêt ornithologique majeur et une zone de Graras de valeur pour l'avifaune (voir surfaces en rouge en Annexe 9) dans l'aire d'étude. Les éoliennes sont placées en dehors de ces zones. Par contre, les travaux de génie civil et l'utilisation d'explosifs peuvent déranger la période de nidification sur une distance de 600 m. Il a donc été décidé que les travaux de génie civil et utilisation d'explosifs devront être évités pour toutes les éoliennes placées sur un périmètre de 600 m des zones d'intérêt ornithologique majeur, pendant la période de janvier à avril. Il s'agit donc de 5 éoliennes, dessinées en bleu sur l'Annexe 9, au Sud de l'aire d'étude.
- Le Consultant a proposé un tracé alternatif au tracé actuel pour la ligne HT 225 kV liant le poste Nord au poste Sud, étant donné que celui-ci passe par le sebkhat Tizfourine, à éviter. Ce nouveau tracé est en cours d'étude par le CONSORTIUM IP-NAREVA.
- Vu l'état dégradé du site, en phase de construction, les impacts sont en général faibles.
- Les facteurs qui influencent le plus l'impact environnemental et social des sites d'installations durant la phase de construction sont les problèmes engendrés par les excavations, les tranchées, voies d'accès, etc. (destruction de la végétation, et de la couche végétale, érosion, ensablement, occupation du sol).
- Le projet aura un impact positif sur l'économie locale, surtout durant la phase de construction.
- Un impact positif sera aussi l'évitement de l'émission de plusieurs tonnes de CO_2 ; en effet, comme la méthode avec le «Full Energy Chain Greenhouse Gas Emission Factor» (FENCH GHG) l'a montré, le parc éolien éviterait l'émission d'environ 1'215'100 – 1'636'700 T CO_2 équivalent annuellement par rapport à une centrale thermique à charbon.

- Pendant la phase d'exploitation, ce sont les facteurs liés au tourisme et au paysage, qui font du site étudié, un site d'emplacement approprié à l'installation d'un parc éolien.
- Un suivi environnemental durant la phase de construction et un suivi ornithologique durant la phase de construction et d'exploitation s'avèrent nécessaires.

En conclusion, il est possible de dire, sur la base des investigations faites dans le cadre de la présente étude sur l'impact environnemental et social, que, si les mesures mentionnées sont suivies, le site est adéquat à l'implantation du parc éolien.

Table des matières

RESUME NON-TECHNIQUE II

1 INTRODUCTION 13

2 CADRE ADMINISTRATIF ET JURIDIQUE 15

2.1 Cadre Administratif 15
2.2 Cadre Juridique 16
2.2.1 Loi 11-03 relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement 16
2.2.2 Loi 12-03 relative aux Etudes d'Impact sur l'Environnement 17
2.2.3 Loi sur les établissements classés 18
2.2.4 Loi relative à la lutte contre la pollution atmosphérique 19
2.2.5 Loi 28-00 relative à la gestion des déchets et à leur élimination 20
2.2.6 Loi 10-95 sur l'eau. 21
2.2.7 Loi 12-90 sur l'urbanisme 22
2.2.8 Le Code du Travail (loi 65-99) 24
2.2.9 La charte communale (loi 78-00) 25
2.3 Standards Internationaux Applicables 27
2.3.1 Politiques Opérationnelles de la Banque Mondiale 27
2.3.2 Société financière internationale (SFI) 28
2.3.3 Normes et standards relatifs au bruit 28
2.3.4 La Législation Européenne 28

3 LE PROJET 30

3.1 Information disponible 30
3.2 Description Générale 30
3.3 Le Site 31
3.4 Montant du projet 32
3.5 Composantes techniques du projet 32
3.5.1 Eolienne SWT-2.3-101 32
3.5.2 Réseau interne du parc 33
3.5.3 Postes BT/MT 33
3.5.4 Grappe 33
3.5.5 Routes d'accès externes 33
3.5.6 Pistes d'accès internes 34
3.5.7 Fondations des éoliennes 34
3.5.8 Plateforme des éoliennes 35
3.5.9 Tranchées pour câbles électriques souterrains 35
3.5.10 Câbles souterrains 35
3.5.11 Lignes aériennes 35
3.5.12 Postes MT/THT 36
3.5.13 SCADA (Système d'Acquisition et de Contrôle de Données) 36
3.5.14 Poste d'évacuation 36
3.5.15 Distance séparant les composantes du projet 36
3.6 Phase de Construction 37
3.6.1 Eléments principaux de la phase de construction 37
3.6.2 Environnement, Santé, Sécurité 37
3.6.3 Solution face à la pollution et aux aléas atmosphériques 38
3.6.4 Solutions face aux incidents majeurs 38

3.6.5 Utilisation d'explosifs durant la phase de construction ... 38
3.7 Phase d'Exploitation ... 39
3.7.1 Opération du parc éolien ... 39
3.7.2 Balisage du parc éolien ... 39
3.7.3 Maintenance du parc éolien ... 42
3.8 Démantèlement et réhabilitation du site ... 43
3.9 Moyens humains et matériels ... 43
3.10 Planning des travaux ... 44
3.11 Raison des choix du projet ... 44
3.11.1 Raison du Projet Eolien ... 44
3.11.2 Raison du site ... 45
3.11.3 Raison du choix des éoliennes ... 46

4 L'AIRE OBJET DE L'ETUDE ... 47

4.1 Commune rurale de Tah ... 47
4.2 Province de Tarfaya ... 47

5 ETAT DE REFERENCE ACTUEL ... 48

5.1 Milieu physique ... 48
5.1.1 Introduction au milieu physique ... 48
5.1.2 Géologie et géomorphologie ... 48
5.1.3 Topographie et Hydrographie ... 51
5.1.4 Climatologie ... 55
5.1.5 Qualité de l'Air et Bruit ... 58
5.1.6 Synthèse du milieu physique ... 58
5.2 Milieu naturel ... 58
5.2.1 Introduction ... 58
5.2.2 Les formations végétales ... 59
5.2.3 Faune sauvage terrestre ... 60
5.2.4 Avifaune ... 63
5.2.5 Milieux naturels d'intérêt ornithologique ... 76
5.2.6 Les milieux naturels d'intérêt ... 78
5.2.7 Synthèse du milieu naturel ... 78
5.3 Milieu socio-économique ... 79
5.3.1 Evolution démographique ... 79
5.3.2 Structure démographique ... 80
5.3.3 Urbanisation et occupation du sol ... 83
5.3.4 Tourisme ... 84
5.3.5 Activités socio-économiques ... 85
5.3.6 Synthèse du milieu socio-économique ... 89
5.3.7 Patrimoine ... 90
5.4 Analyse Paysagère ... 92
5.4.1 Eléments de base formant le paysage ... 92
5.4.2 Exploitation humaine ... 93
5.4.3 Les unités paysagères ... 93
5.4.4 Caractérisation du site d'implantation ... 94
5.4.5 Les points de vue ... 94
5.4.6 Conclusion ... 95
5.5 Synthèse de l'état initial ... 96

6 ETAT DE REFERENCE PROSPECTIF 97

6.1 Milieu Physique 97
6.1.1 Qualité de l'air et bruit 97
6.1.2 L'évolution du climat 97
6.2 Milieu Naturel 98
6.2.1 Les formations végétales 98
6.2.2 Faune sauvage terrestre 100
6.2.3 Milieux naturels d'intérêt 101
6.2.4 Milieu socio-économique et Population 102
6.2.5 Urbanisation et occupation du sol 102
6.2.6 Tourisme 103
6.3 Synthèse de l'état de référence prospectif 103

7 IMPACTS DU PROJET ET MESURES DE COMPENSATION 104

7.1 Impacts sur le milieu physique 104
7.1.1 Géomorphologie et Sol 104
7.1.2 Hydrographie 107
7.1.3 Climatologie 107
7.2 Impacts sur le Milieu Biologique 108
7.2.1 Impact sur la Végétation 108
7.2.2 Faune sauvage terrestre 109
7.2.3 Avifaune 110
7.2.4 Impacts sur les milieux naturels 112
7.3 Impacts socio-économiques 113
7.3.1 Dangers 113
7.3.2 Interférences électromagnétiques 114
7.3.3 Utilisation d'explosifs durant la phase de construction 115
7.3.4 Déplacement de population 117
7.3.5 Nuisances sonores et qualité de l'air 117
7.3.6 Compatibilité avec les activités locales et occupation du sol 118
7.3.7 Retombées locales et aspects socio-économiques 119
7.3.8 Tourisme 119
7.4 Paysage et Aspects culturels 120
7.5 Evitement des émissions de CO_2, SO_2, NO_x et poussières 121
7.6 Synthèse des impacts et des mesures 123

8 PLAN DE GESTION 134

8.1 Objectifs et limitations 134
8.1.1 Développement du plan d'action 134
8.2 Mise en œuvre des mesures 135
8.2.1 Mesures pendant la phase de planification 135
8.2.2 Mesures pendant la période de construction 135
8.2.3 Mesures pour la période d'exploitation et la remise en état du site 136
8.2.4 Programme de suivi (monitoring) 136
8.2.5 Programme de suivi pour l'avifaune 140
8.3 Description détaillée des mesures 142
8.4 Coût des mesures présentées dans le PGE 162

9 CONCLUSION 163

ANNEXES **164**

Liste des Figures

Figure 3-1 :Schéma de la fondation d'une éolienne 34
Figure 3-2 : Tranchée pour câbles électriques 35
Figure 3-3 : Layout des balises aériennes 41
Figure 3-4 : Planning prévisionnel du projet Tarfaya 44
Figure 5-1 : Cadre géologique simplifié de la région 48
Figure 5-2 : Carte des bassins versants hydrologiques 53
Figure 5-3 : Températures et précipitations moyennes de la station de Tan Tan 56
Figure 5-4 : Températures et précipitations moyennes de la station de Laâyoune 57
Figure 5-5 : Rose des vents à la station météorologique de Tan Tan 57
Figure 5-6 : Rose des vents à la station météorologique de Laâyoune 58
Figure 5-7: Situation du Cap Juby et de la région de Tarfaya sur les voies de migration des oiseaux terrestres paléarctiques hivernant en Afrique de l'Ouest 69
Figure 5-8: Localisation des points à partir desquels les relevés ornithologiques ont été réalisés (hexagons en vert). Les points rouges réprésentent les nouveaux mâts de l'ONE. Le site 2 représente le site d'étude. 71
Figure 5-9: Schématisation des directions et des flux de la migration prénuptiale (avril 2009) dans le site 2 et sur le secteurs à l'Est et au Sud Ouest de Cap Juby (Tarfaya). 73
Figure 5-10: Localisation symbolique des milieux/habitats d'intérêt ornithologique dans le site d'étude. En rouge, les zones sensibles car d'intérêt ornithologique majeur (nous précisons ici que la zone située au Nord est plutôt une zone de graras d'intérêt pour l'avifaune). En vert, les zones de moindre intérêt ornithologique. 77

Liste des Tableaux

Tableau 2-1: PO de la Banque Mondiale et leur applicabilité pour le projet 27
Tableau 2-2 : Valeurs limites d'exposition au bruit en champ lointain (valeurs de planification) 28
Tableau 3-1 :Quelques données techniques sur les éoliennes : 32
Tableau 3-2 : Caractéristiques du balisage du parc éolien 40
Tableau 5-1 : Surface et profondeur des sebkhas dans l'aire d'étude 51
Tableau 5-2 : Liste des espèces endémiques, rares, menacées et disparues 60
Tableau 5-3: Liste des oiseaux nicheurs dans le site ou dans ses environs immédiats (E), accompagnés de leurs statut nicheur : NS=nicheur sédentaire ; NM=nicheur migrateur 64
Tableau 5-4: Liste des espèces reproductrices patrimoniales 65
Tableau 5-5: Liste des oiseaux non nicheurs observés dans le site ou dans ses environs immédiats, accompagnés de leurs statuts phénologiques: 66
Tableau 5-6 : Evolution de la population de la Province de Laâyoune 79
Tableau 5-7: Répartition communale des populations (Province de Laâyoune) 80
Tableau 5-8 : Evolution de la population et de la taille des ménages 81
Tableau 5-9 : Répartition selon les grands groupes d'âge 81
Tableau 5-10 : Répartition de la population selon le niveau d'étude 82
Tableau 5-11 : Taux d'activité 82
Tableau 5-12 : Répartition des professions des actifs et des chômeurs ayant déjà travaillé 83
Tableau 5-13 : Répartition du type d'habitat dans le CE Tarfaya et CR Tah 84
Tableau 5-14 : La superficie agricole et les exploitations par commune rurale 85
Tableau 5-15 : Le cheptel dans la zone 86
Tableau 5-16 : L'importance du cheptel par exploitation 86
Tableau 5-17 : Armement de la pêche côtière à Laâyoune et Tarfaya 87
Tableau 5-18 : Trafic de pêche en tonnes dans le port de Tarfaya 87
Tableau 6-1 : Programme prévu pour la lutte contre l'ensablement (province de Laâyoune) 100

Tableau 7-1 : Full Energy Chain Greenhouse Gas Emission Factor..... 122
Tableau 7-2 : Emissions annuelles en equivalent CO_2 pour la production moyenne annuelle de 1300GWh pour diverses méthodes de production énergétique..... 122
Tableau 7-3 : Synthèse des impacts et des mesures..... 124
Tableau 8-1 : Programme de surveillance environnementale pour le parc éolien de Tarfaya..... 137
Tableau 8-2 : Fiche de terrain du suivi comportemental pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune..... 142
Tableau 8-3 : Fiches de description détaillées pour chaque mesure 143
Tableau 8-4 : Détail estimatif des prestation relatives à l'application des mesures proposées dans le cadre de l'EIE (les coûts sont à valider par le CONSORTIUM IP-NAREVA)..... 162

Liste des Abréviations et Acronymes

AUL	Agence Urbaine de Laâyoune
BM	Banque Mondiale
CDER	Centre de Développement des Energies Renouvelables au Maroc
CR	Commune Rurale
dB	Décibel
DEWI	Deutches Winenergie – Institut GmbH
DREF-SUD	Direction Régionale des Eaux et Forêts du Sud
EIE	Etude d'impact sur l'environnement
EWI	Electrowatt Ingénieurs-Conseils, Maroc
FENCH GHG	Full Energy Chain Greenhouse Gas Emission Factor
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Evolution du Climat
GW	Giga Watt
GWh	Giga Watt heure
HCEFLCD	Haut Commissariat des Eaux et Forêts et de la Lutte Contre la Désertification
HT	Haute Tension
KDH	Millier de dirhams
kV	kilovolt
kW	Kilowatt
MDP	Mécanisme de développement propre
MT	Moyenne Tension
MW	Méga Watt
MWh	Méga Watt heure
NE	Nord - est
NGM	Nivellement Général du Maroc
NO	Nord - ouest
OCP	Office Chérifien des Phosphates
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ONE	Office National d'Electricité
ONEM	Observatoire Nationale de l'Environnement du Maroc
ONEP	Office National Eau Potable
PFN	Programme Forestier National
PO	Politiques Opérationnelles de la Banque Mondiale
RAMSAR	Convention sur les zones humides
SAU	Surface Agricole Utile
SDAU	Schéma directeur d'Aménagement Urbain
SE	Sud - est
SEE	Secrétariat d'Etat Chargé de l'Environnement
SFI	Société Financière Internationale

SIBE	Site d'Intérêt Biologique et Ecologique
SME	Système de Management Environnemental
SNG	Sanctuaire National Géré
SO	Sud - ouest
ZGRN	Zone de Gestion des Ressources Naturelles
ZICO	Zone d'Importance Internationale pour la Conservation des Oiseaux
ZNG	Zone Naturelle Gérée
ZNP	Zone Naturelle Protégée

1 INTRODUCTION

Le Projet du parc éolien de Tarfaya fait partie de la stratégie de l'ONE pour la promotion des énergies renouvelables dans le contexte énergétique du Maroc, qui vise l'installation d'une puissance éolienne de 1000 MW à l'horizon 2012 et la participation du secteur privé dans le développement des énergies électriques à travers l'octroi de contrats PPA modernes et durables.

L'objectif est la réalisation d'un parc éolien de puissance totale installée de 301.3 MW dans la région de Tarfaya, en production concessionnelle durant 20 ans.

Le Consortium IP-NAREVA, a reçu la concession de l'ONE pour réaliser le projet de parc éolien de Tarfaya. C'est dans ce contexte que Pöyry Infra AG a élaboré la présente Etude d'Impact Environnemental (EIE) pour le parc éolien de Tarfaya.

Les compétences principales d'International Power (IP) sont l'exploitation et la maintenance de centrales électriques partout dans le monde. IP a une expérience significative avec de nombreuses technologies, notamment l'exploitation et la maintenance de grandes centrales électriques à turbines à gaz à cycle combiné, intégrées parfois avec des infrastructures de désalinisation, ou des centrales au charbon, parcs éoliens, et d'autres technologies et activités. Le portfolio de IP inclut des installations majeures de production énergétique dans des pays comme les Etats-Unis, la Grande-Bretagne, l'Australie, le Portugal, le Pakistan, la Thaïlande, les Emirats Arabes Unis, Oman et la Turquie. Le capital total d'IP pour les parcs éoliens se monte à plus de 1,250 MW net.

NAREVA est une filiale à 100% du Groupe ONA, le groupe marocain leader en industrie et finance. Le Groupe ONA a établi NAREVA comme filiale responsable du management et de l'expansion de son groupe « Energy & Utility Businesses ». Premièrement, NAREVA holding est soutenue par sa compagnie parente qui a développé plusieurs projets industriels au Maroc ces dernières décennies, avec une forte expérience dans le business local en matière de négociations et contrats. Deuxièmement, NAREVA est un pionnier marocain en matière de développement et d'utilisation du vent au Maroc.

D'une puissance installée de 301.3 MW, le parc éolien de Tarfaya se compose de 131 éoliennes d'une puissance de 2.3 MW dont 87 sont placées au nord et 44 au sud du parc. Les éoliennes seront groupées sous forme de grappes. L'énergie résultante de chaque grappe sera acheminée, ensuite, vers le poste (NORD ou TAH) à travers une ligne aérienne à structure 60kV exploitée en 33kV. Une ligne aérienne 225 kV transitera l'énergie du poste Nord au poste Sud.

Les principaux objectifs de cet aménagement sont :

- Réduction des Gaz à Effet de Serre (GES)
- Création d'activités économiques diverses
- Valorisation des ressources énergétiques du Sud du Maroc

Cette Etude d'Impact sur l'Environnement a été conduite selon la loi marocaine en matière d'EIE et les recommandations de la Banque Mondiale. L'évaluation des impacts a été faite en se référant aux recommandations de la Banque Mondiale et de l'Union Européenne et aux normes marocaines existantes ou en préparation (voir Cadre juridique, Chapitre 2.2).

Le présent rapport d'étude d'impact est présenté selon la structure habituellement utilisée et recommandée par la Banque Mondiale (le projet, l'état initial, l'état prospectif, l'impact du projet, les mesures de compensation, le plan de gestion environnemental et les conclusions).

Ce rapport présente aussi les résultats des campagnes ornithologiques, faites au printemps 2009 et automne 2010.

2 CADRE ADMINISTRATIF ET JURIDIQUE

Une description détaillée du cadre administratif et juridique a été ajoutée en Annexe 1.

2.1 Cadre Administratif

Le présent chapitre décrit brièvement les administrations principales concernées par le projet, au niveau centralisé mais aussi au niveau des régions, et les procédures à respecter pour son exécution.

La prise en charge de l'environnement par les pouvoirs publics a connu un tournant décisif, marqué par la mise en place en 1992 du Sous-secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement. Depuis, des efforts soutenus ont été déployés avec pour objectif de renforcer cette prise en charge. Ces efforts s'articulent, pour la plupart, autour de la mise en place de structures institutionnelles et d'outils législatifs au niveau national :

- Création du Secrétariat d'Etat Chargé de l'Environnement (SEE) avec l'ensemble de ses départements et organes (Laboratoires, ONEM, etc.);
- Création du Conseil National de l'Environnement;
- Elaboration de la loi et des décrets correspondants sur les études d'impact ;
- Elaboration de normes et de standards relatifs à l'eau et à l'air, dans le cadre d'un comité interministériel dirigé par le Secrétaire d'Etat chargé de l'environnement ;
- Elaboration de lois sur les déchets solides.

De nombreuses institutions se préoccupent de la protection de l'environnement, les principales sont :

- Le Ministère de l'Energie, des Mines, de l'eau et de l'Environnement avec en son sein le Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et de l'Environnement et les directions concernant la protection de l'environnement (Direction des études, de la planification et de la prospective, Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques, Direction de la Réglementation et du Contrôle, etc.),
- le Ministère de l'équipement et des Transports (MET)
- le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime ;
- le Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et du Développement Spatial à travers les agences urbaines ;
- le Haut Commissariat aux Eaux et Forêts ;

Le Département de l'environnement est chargé de coordonner les actions du gouvernement en matière de protection de l'environnement. Ses principales attributions lui donnent un rôle de coordination, de surveillance, de contrôle et de mise en place d'un cadre juridique et institutionnel centralisé jusqu'à présent. Mais des services en charge de l'environnement sont en cours de mise en place dans les principales régions à travers notamment les inspecteurs régionaux de l'habitat et de l'environnement.

Dans le cadre de notre projet, les autorisations à demander auprès des administrations sont les suivantes :

- l'acceptabilité environnementale délivrée par le Comité National des Etudes d'Impact sur l'Environnement,

- l'autorisation d'établissement délivrée par le Ministère de l'Equipement et des Transports dans le cadre du Dahir de 1914,
- le permis de construire délivré par la province de Tarfaya ;
- l'autorisation de mise en dépôt de remblais à délivrer par la province de Tarfaya ;
- l'autorisation pour l'ouverture de sites d'emprunt de matériaux à délivrer par le Ministère de l'Equipement et des Transports.

2.2 Cadre Juridique

Le présent chapitre a pour objectif de définir le cadre législatif et institutionnel régissant la mise en œuvre environnementale du projet du parc éolien de Tarfaya. Il analyse de manière succincte les principales dispositions prévues par les textes juridiques et l'aspect institutionnel.

Le projet de parc éolien de Tarfaya s'inscrit dans le cadre légal instauré par le dahir N°1-63-266 du 5 août 1963 portant sur la création de l'ONE (càd le régime concessionnel avec appel public à la concurrence).

Nous ne proposons ici que de brèves descriptions des Lois applicables au Maroc dans le contexte du projet. Les Lois les plus importantes ont été placées en Annexe 1 de ce document.

2.2.1 Loi 11-03 relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement

La loi 11-03 relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement, promulguée par le Dahir N°1-03-59 du 10 rabii I 1424 (12 mai 2003), définit les principes et les orientations d'une stratégie juridique environnementale pour le Maroc. Cette loi de portée générale répond aux besoins d'adopter une démarche globale et intégrée assurant le meilleur équilibre possible entre la nécessité de préservation de l'environnement et les besoins de développement économique et social du pays.

La loi 11-03 a pour objectif de rendre plus cohérent, sur le plan juridique, l'ensemble des textes ayant une incidence sur l'environnement. Ces textes relevant par nature de la compétence de plusieurs administrations, la loi est destinée à fournir un cadre référence posant les principes fondamentaux sur la base desquels les futurs textes relatifs à la protection de l'environnement devront être élaborés.

Les principes et les orientations de la stratégie juridique environnementale marocaine sont présentés dans cette loi en six chapitres :

- **Le chapitre I** présente les objectifs de la loi et les dispositions générales à savoir les principes et règles générales de protection de l'environnement, et donne un certain nombre de définitions concernant l'environnement ;
- **Le chapitre II** introduit la dimension environnementale dans tout document et action d'aménagement du territoire et d'urbanisme et traite des obligations des installations qui présentent un risque pour l'environnement et du respect de la législation et des mesures nécessaires à son application ;
- **Le chapitre III** consacre la nécessité de préservation et de protection des ressources naturelles telles que le sol, le sous-sol, la faune, la flore, les eaux continentales, l'air, le littoral, la montagne, etc. ;

- **Le chapitre IV** prévoit des dispositions visant à lutter contre les pollutions et les nuisances comme les déchets, les rejets liquides et gazeux, les substances nocives et dangereuses, les bruits et vibrations ;
- **Le chapitre V** présente les nouveaux instruments susceptibles de faciliter à la fois une exploitation rationnelle et équilibrée des ressources naturelles et lutter contre la pollution et la dégradation de l'environnement. Il s'agit essentiellement des études d'impact sur l'environnement, des plans d'urgence, des normes et standards de qualité de l'environnement et les incitations financières ;
- **Le chapitre VI** de la loi prévoit un régime spécial de responsabilité civil en cas de dommage et l'obligation de remise en état de l'environnement. Le chapitre traite également des compétences et procédures en matière de transaction et de poursuite des infractions ainsi que des personnes habilitées par la loi à établir ces constatations.

2.2.2 Loi 12-03 relative aux Etudes d'Impact sur l'Environnement

La loi 12-03 relative aux études d'impact sur l'environnement, promulguée par le Dahir n° 1-03-06 du 10 Rabii I 1424 (12 mai 2003), établit la liste des projets assujettis, la procédure de réalisation et la consistance des études d'impact.

La loi institue également la création d'un comité national des études d'impact environnemental présidé par le Ministre de l'Environnement. Ce comité a pour rôle de décider, sur la base des résultats de l'étude d'impact, de l'acceptabilité environnementale qui conditionne la mise en œuvre des projets assujettis.

Le texte de la loi 12-03 est structuré en chapitres :

- **Chapitre I**: Définitions et champs d'application ;
- **Chapitre II**: Objectifs et contenu de l'étude d'impact sur l'environnement ;
- **Chapitre III**: Comité national et comités régionaux d'études d'impact sur l'environnement ;
- **Chapitre IV**: Constatations des infractions et droit d'ester en justice.

Les principales dispositions prévues par la loi 12-03 sont résumées dans les articles énumérés ci-après :

- **L'article 1** de la loi présente un certain nombre de définitions concernant l'environnement, l'étude d'impact, le pétitionnaire et l'acceptabilité environnementale d'un projet soumis à l'étude d'impact sur l'environnement ;
- **Les articles 2 à 4** de la loi précisent les projets qui doivent faire l'objet d'une étude d'impact sur l'environnement. Il s'agit des projets d'activités, des travaux, d'aménagements et d'ouvrages entrepris par toute personne physique ou morale, privée ou publique qui, en raison de leur nature et/ou de leur dimension, peuvent porter atteinte à l'environnement ;
- **L'article 5** de la loi présente l'objet des études d'impact sur l'environnement. Celles-ci doivent permettre d'évaluer de manière méthodique et préalable, les répercussions éventuelles des activités, de travaux, d'aménagements et d'ouvrages sur l'environnement, de supprimer, d'atténuer ou de compenser leurs incidences négatives et d'améliorer leurs impacts positifs sur l'environnement ;

- **L'article 6** de la loi définit les rubriques que doit comporter l'étude d'impact sur l'environnement et qui portent sur une description détaillée du projet d'activités, de travaux, d'aménagements et d'ouvrages, une analyse de l'état initial du site et de son environnement, une évaluation des conséquences prévisibles, directes et indirectes des activités, de travaux, d'aménagements et d'ouvrages sur l'environnement et les mesures envisagées par le pétitionnaire pour supprimer, atténuer ou compenser les conséquences dommageables sur l'environnement.
- **L'article 9** de la loi stipule que chaque projet soumis à l'EIE donne lieu à une enquête publique et définit l'objectif de l'enquête. Cependant, les procédures d'information du public dans le cadre des EIE ne sont pas encore fixées au niveau réglementaire. Un projet de décret a été élaboré dans ce sens : « Projet de décret fixant les modalités d'organisation et de déroulement de l'enquête publique relative aux Etudes d'Impact sur l'Environnement » (voir Annexe 1). Bien que le décret soit en phase de projet, il représente à l'heure actuelle la procédure la plus adéquate de consultation publique pour le cadre Marocain.

L'annexe de la loi définit les projets soumis à l'EIE. Dans le cadre actuel de la Loi, les parcs éoliens ne sont pas explicitement contraints à l'EIE. Cependant, la tendance est à mener une EIE dans le cadre du classement en « Etablissement insalubre, incommode ou dangereux classés en première catégorie».

2.2.3 Loi sur les établissements classés

La loi sur les établissements classés insalubres, incommodes ou dangereux (fascicule N°4 de l'Annuaire Juridique des Travaux Publics, Dahir du 25 août 1914).

Pour les textes juridiques portant sur la pollution industrielle et en dehors du Dahir du 25 août 1914 portant sur la réglementation des établissements insalubres, incommodes ou dangereux, l'arsenal juridique en la matière ne contient pas de textes de portée générale permettant de régir le stockage, la collecte, le traitement ou l'élimination des déchets ou des effluents liquides ou gazeux issus des installations industrielles ou artisanales.

Les établissements sont divisés en trois classes suivant les opérations qui y sont effectuées, et les inconvénients et nuisances qu'ils causent du point de vue de la sécurité, de la salubrité et de la commodité publique. La classification a été fixée pour la première fois par un Arrêté viziriel en date du 13 octobre 1933.

Les établissements rangés dans la 1ère ou la 2ème classe ne peuvent être créés sans une autorisation préalable. La procédure instituée impose la réalisation d'une enquête de commodo et incommodo à la diligence de l'autorité locale pour les établissements de classe 2 et de l'administration chargée des travaux publics pour la classe 1. L'arrêté indique la nature et l'importance de l'établissement projeté, le nom du demandeur, ainsi que tous les renseignements qui peuvent intéresser le public. Il détermine dans un rayon de mille mètres au moins autour du lieu choisi pour l'établissement, les localités intéressées au projet et où l'enquête doit avoir lieu, il désigne notamment le lieu où le dossier de l'affaire doit rester déposé à la disposition des intéressés. Il fixe la durée de l'enquête, laquelle ne peut être inférieure à un mois. Il est procédé à l'enquête, dans les localités ainsi désignées, par les soins des Pachas ou Caïds et par l'intermédiaire de l'autorité administrative de contrôle. L'arrêté est affiché en arabe et en français au siège des autorités locales et publié dans les marchés. Il est, en outre, inséré dans les journaux d'annonces légales du lieu de l'établissement.

Pendant la durée fixée pour l'enquête, les observations des intéressés sont reçues par les autorités chargées de l'enquête et transmises au Directeur Général des Travaux Publics avec leur avis et, dans le cas de territoire militaire, celui du Commandant de la région.

S'il s'agit d'un établissement de la deuxième catégorie, l'enquête est ordonnée par arrêté du Pacha ou Caïd pris dans les mêmes formes que le précédent, le rayon du périmètre auquel s'étend l'enquête pouvant être abaissé à 500 mètres, et la durée de cette enquête à huit jours.

Les établissements rangés dans la 3ème classe doivent, avant leur ouverture, faire l'objet d'une déclaration, et ne pourront fonctionner avant que n'ait été délivré le récépissé de la déclaration, et tant qu'il n'aura pas été tenu compte des observations de l'inspecteur du travail.

L'autorisation peut être refusée dans l'intérêt de la sécurité, de l'hygiène ou de la commodité publique ou, subordonnée à une modification de l'emplacement choisi ou des dispositions projetées.

Le texte réglemente également la localisation des établissements classés. A ce niveau, même les établissements de 3ème classe, soumis au seul principe de la déclaration, nécessitent, pour leur ouverture, d'une autorisation spéciale de l'autorité municipale ou locale. Il y a, de plus, une liste limitative des établissements qui, par suite de leur incommodité, se voient interdire toute localisation à l'intérieur des villes, de leurs zones de banlieues ou de leurs zones périphériques.

Un nouveau projet de loi sur les établissements classés est déposé au Secrétariat Général du Gouvernement. Cette loi devrait remplacer l'ancien Dahir de 1914 qui avait pour objectif à l'époque, la prévention des risques occurrents pour les employés et les riverains des établissements et la conservation des sites et des monuments historiques. Le projet de loi devrait moderniser le texte pour combler les nombreuses lacunes de l'ancien Dahir et mieux répondre aux exigences de protection globale et intégrée de l'environnement, devenues nécessaires avec la poussée démographique, le développement économique et l'utilisation de nouvelles technologies et de nouveaux produits.

Le projet de loi simplifie le classement en limitant les catégories d'établissements à deux:

- Classe 1: Etablissements soumis à autorisation du Ministère des Travaux Publics;
- Classe 2: Etablissements soumis à déclaration auprès de la commune de la localité d'implantation.

Le texte prévoit également la mise en place d'une commission supérieure pour les installations classées. Cette commission consultative a pour rôle de donner son avis technique sur les dossiers de demande d'autorisation. Des décrets d'application du projet de loi devraient fixer la procédure des autorisations et réactualiser la nomenclature actuelle des établissements classés qui date de 1933.

Nous estimons que le projet est un établissement de 1ère classe, nécessitant ainsi l'EIE.

2.2.4 Loi relative à la lutte contre la pollution atmosphérique

La loi 13-03 relative à la lutte contre la pollution atmosphérique, promulguée par le Dahir N°1-03-61 du 10 Rabii I 1424 (12 mai 2003), vise la préservation et la lutte contre les émissions des polluants atmosphériques susceptibles de porter atteinte à la

santé de l'homme et à l'environnement. Elle définit les moyens de lutte contre la pollution de l'air, les procédures de sanctions en cas de dommages ou de pollution grave et les mesures d'incitation à l'investissement dans les projets de prévention de la pollution de l'air.

Dans le cadre du projet du parc éolien de Tarfaya, cette loi, quoique applicable, est d'importance restreinte dû au fait qu'une pollution atmosphérique ne peut résulter que pendant la phase de construction (véhicules, machines de construction).

2.2.5 Loi 28-00 relative à la gestion des déchets et à leur élimination

La loi relative à la gestion des déchets et à leur élimination a été promulguée par le Dahir n° 1-06-153 du 22 novembre 2006 et publiée dans le BO n° 5480 du 7 décembre 2006. Cette loi couvre les déchets ménagers, industriels, médicaux et dangereux. : La présente loi a pour objet de prévenir et de protéger la santé de l'homme, la faune, la flore, les eaux, l'air, le sol, les écosystèmes, les sites et paysages et l'environnement en général contre les effets nocifs des déchets. A cet effet, elle vise :

- la prévention de la nocivité des déchets et la réduction de leur production ;
- l'organisation de la collecte, du transport, du stockage, du traitement des déchets et de leur élimination de façon écologiquement rationnelle ;
- la valorisation des déchets par le réemploi, le recyclage ou toute autre opération visant à obtenir, à partir des déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie ;
- la planification nationale, régionale et locale en matière de gestion et d'élimination des déchets ;
- l'information du public sur les effets nocifs des déchets, sur la santé publique et l'environnement ainsi que sur les mesures de prévention ou de compensation de leurs effets préjudiciables ;
- la mise en place d'un système de contrôle et de répression des infractions commises dans ce domaine.

Le texte prévoit également la couverture de chaque région par un plan directeur de gestion des déchets dans un délai maximal de cinq ans à partir de la publication de la loi. Ces plans directeurs qui seront élaborés pour une période de dix ans déterminent :

- les objectifs à atteindre en matière de taux de collecte et d'élimination des déchets;
- les sites appropriés destinés à l'implantation des installations d'élimination et de stockage de ces déchets en tenant compte des orientations des documents d'urbanisme;
- un inventaire prévisionnel de cinq (5) ans et de dix (10) ans, des quantités de déchets à collecter et à éliminer selon leur origine, leur nature et leur type;
- un programme d'investissement de même durée comprenant l'évaluation des coûts de réalisation des décharges contrôlées et des installations de traitement, de valorisation, de stockage ou d'élimination de ces déchets ainsi que la réhabilitation des décharges non contrôlées;
- les moyens financiers et humains nécessaires;
- les mesures à prendre en matière d'information, de sensibilisation et de conseil.

L'article 24 de la loi prévoit que les déchets inertes, les déchets ultimes, les déchets agricoles et les déchets industriels non dangereux doivent être déposés par leurs générateurs ou par les personnes autorisées à les gérer dans les lieux et les installations d'élimination désignés à cette fin par le plan directeur régional sous le contrôle des communes ou de leurs groupements concernés ainsi que des agents commissionnés à cet effet.

L'article 25 prévoit que le service communal chargé de la gestion des déchets ménagers et assimilés et, le cas échéant, les personnes autorisées à cet effet puissent recevoir et gérer les déchets inertes, les déchets agricoles, les déchets ultimes et les déchets industriels non dangereux, moyennant une redevance sur les services rendus. Les taux de cette redevance sont fixés par le conseil communal, conformément aux dispositions de la loi n° 78-00 portant charte communale, notamment son article 69.

2.2.6 Loi 10-95 sur l'eau.

La loi sur l'eau a été promulguée le 16 août 1995. Elle s'est fixée pour objectif la mise en place d'une politique nationale de l'eau basée sur une vision prospective qui tient compte d'une part de l'évolution des ressources, et d'autre part des besoins nationaux en eau. Elle prévoit des dispositions légales visant la rationalisation de l'utilisation de l'eau, la généralisation de l'accès à l'eau, la solidarité inter régionale, la réduction des disparités entre les villes et les campagnes en vue d'assurer la sécurité hydraulique de l'ensemble du territoire du Royaume.

Un des volets novateur de la loi est la gestion des ressources en eau dans le cadre d'une unité géographique, le bassin hydraulique, qui constitue une innovation importante permettant de concevoir et de mettre en œuvre une gestion décentralisée de l'eau.

Elle a également contribué de manière efficace à créer le cadre adéquat au partenariat entre l'administration et les communes rurales en vue de réduire rapidement les écarts dans l'accès à l'eau potable entre les villes et la campagne.

A cet égard, la loi sur l'eau constitue la base légale de la politique de l'eau du pays et se fixe, en conséquence, les objectifs suivants :

- une planification cohérente et souple de l'utilisation des ressources en eau, tant à l'échelon du bassin hydraulique qu'à l'échelon national ;
- une mobilisation optimale et une gestion rationnelle de toutes les ressources en eau, en tenant compte des ordres de priorité fixés par le plan national de l'eau ;
- une gestion des ressources en eau dans le cadre d'une unité géographique, le bassin hydraulique, qui constitue une innovation importante permettant de concevoir et de mettre en œuvre une gestion décentralisée de l'eau. En effet, le bassin hydraulique constitue l'espace géographique naturel le mieux adapté pour appréhender et résoudre les problèmes de gestion des ressources en eau, ainsi que pour réaliser une solidarité régionale effective entre les usagers concernés par une ressource en eau commune ;
- une protection et une conservation quantitative et qualitative du domaine public hydraulique dans son ensemble ;
- une administration adéquate de l'eau permettant d'aider à la conception de l'utilisation et au contrôle des opérations citées ci-dessus, en associant les pouvoirs publics et les usagers à toute prise de décision relative à l'eau.

Elle vise en outre la valorisation des ressources en eau et la rentabilisation des investissements y afférents tout en prenant en considération les intérêts économiques et sociaux des populations par la sauvegarde des droits d'eau acquis.

Pour atteindre ces objectifs et renforcer le cadre institutionnel existant en matière de gestion de l'eau, la loi sur l'Eau crée des agences de bassins, établissements publics, dotées de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Elles ont pour mission d'évaluer, de planifier et de gérer les ressources en eau au niveau des bassins hydrauliques. Ces agences peuvent accorder des prêts, aides et subventions à toute personne engageant des investissements d'aménagement ou de préservation des ressources en eau. Leurs ressources sont constituées des redevances recouvrées auprès des usagers et utilisateurs de l'eau, des emprunts, des subventions, des dons... Ainsi, grâce à la souplesse dans la gestion et la prise de décision dont peuvent disposer les agences de bassins, tous les usagers de l'eau d'un même bassin peuvent bénéficier du soutien financier et de l'assistance technique nécessaire à leurs opérations relatives à l'utilisation du domaine public hydraulique.

La loi sur l'eau repose sur un certain nombre de principes de base qui découlent des objectifs cités ci-dessus :

- la domanialité publique des eaux: d'après ce principe, posé par les dahirs de 1914 et 1919, toutes les eaux font partie du domaine public à l'exception des droits acquis et reconnus. Cependant, la nécessité d'une valorisation maximale des ressources en eau imposée par leur rareté a fait que la loi a apporté une limite à ces droits de telle sorte que les propriétaires de droits sur les eaux seulement ou sur des eaux qu'ils n'utilisent qu'en partie seulement pour leurs fonds ne peuvent les céder qu'aux propriétaires de fonds agricoles ;
- la mise au point d'une planification de l'aménagement et de la répartition des ressources en eau basée sur une large concertation entre les usagers et les pouvoirs publics ;
- la protection de la santé de l'homme par la réglementation de l'exploitation, de la distribution et de la vente des eaux à usage alimentaire ;
- la réglementation des activités susceptibles de polluer les ressources en eau ;
- la répartition rationnelle des ressources en eau en période de sécheresse pour atténuer les effets de la pénurie ;
- une plus grande revalorisation agricole grâce à l'amélioration des conditions d'aménagement et d'utilisation des eaux à usage agricole ;
- la prévision de sanctions et la création d'une police des eaux pour réprimer toute exploitation illicite de l'eau ou tout acte susceptible d'altérer sa qualité.

Parmi les apports de cette loi, figure également la contribution à l'amélioration de la situation environnementale des ressources en eau nationales. Cette loi constituera en effet un moyen efficace de lutte contre la pollution des eaux.

2.2.7 Loi 12-90 sur l'urbanisme

En 1992, le gouvernement marocain a voté la loi12-90 pour adapter l'arsenal juridique à l'évolution et aux problèmes de l'urbanisation.

Cette loi intervient dans un contexte particulier marqué par l'extension des bidonvilles, l'émergence de nouvelles entités urbaines issues du découpage territorial, de la création

des agences urbaines et des inspections régionales de l'urbanisme, et de manière générale l'anarchie qui caractérise l'urbanisme.

La Loi 12-90 relative à l'urbanisme a pour objet de définir les différents documents d'urbanisme, les règlements de construction ainsi que d'instituer des sanctions pénales. Elle est composée de 93 articles et d'un décret d'application n°2-92-832 divisé en 43 articles explicitant le contenu de la loi. Le tout fournit une définition juridique des différents documents d'urbanisme (SDAU, PZ, PA, arrêtés d 'alignement, permis de construire) et réglemente la construction.

Cette loi s'applique aux :

- Communes urbaines, c'est-à-dire les municipalités et les centres autonomes;
- Centres délimités des communes rurales, c'est-à-dire les parties du territoire d'une commune rurale dont les limites sont fixées par voie réglementaire;
- Zones périphériques des communes urbaines, c'est-à-dire les territoires ruraux avoisinant les villes qui s'étendent sur quinze kilomètres à partir du périmètre municipal;
- Groupements d'urbanisme, c'est-à-dire un ensemble de communes urbaines, avec leurs zones périphériques et éventuellement des communes rurales avoisinantes qui ont une relation économique nécessitant un aménagement d'ensemble.

Elle s'applique également à:

- La bande du littoral sur une profondeur de 5 km;
- Le long des axes routiers sur une profondeur de 1 km.

On entend par:

- **Communes urbaines**: les municipalités et centre dotés de la personnalité morale et de l'autonomie financière ;
- **Centres délimités**: une partie du territoire d'une commune rurale dont les limites sont fixés par voie réglementaire ;
- **Zones périphériques** des communes urbaines et des centres délimités : les zones périphériques des villes s'étendent sur 15 km à compter du périmètre municipal ; celles des centres sont définies dans chaque cas par l'acte réglementaire (décret pris sur proposition de l'autorité gouvernementale chargée de l'urbanisme, décret qui fixe aussi la limite dans le cas de chevauchement de deux zones périphériques) fixant le périmètre du centre ;
- **Groupement d'urbanisme** : ensemble territorial comprenant en tout ou en partie une ou plusieurs communes urbaines ou centre délimités, leur zone périphérique et éventuellement des territoires ruraux avoisinants, dont le développement rationnel est lié à la réalisation d'aménagements d'ensemble ou d'équipements communs. Les limites de ce groupement sont fixées par les mêmes voies réglementaires fixant les limites de centres délimités (décret pris sur proposition de l'autorité gouvernementale chargée de l'urbanisme)

Il existe certains documents d'urbanisme auquel l'investisseur pourra être amené à se reporter : le Schéma Directeur d'Aménagement Urbain (SDAU), le plan de zonage et le plan l'aménagement propre à une commune. Par ailleurs, il est à noter que la direction de l'aménagement du territoire jouit d'un rôle consultatif lors des commissions chargées d'étudier des projets d'investissement. Il vérifie leur pertinence en fonction, entre

autres, de la gestion des ressources naturelles et de la capacité d'un espace (le littoral par exemple) à supporter un projet compte tenu de ses conséquences environnementales.

2.2.8 Le Code du Travail (loi 65-99)

La Loi n° 65-99 instituant le Code du travail a été promulguée le 8 décembre 2003, et entrée en application 6 mois plus tard, soit le 8 juin 2004.

Le code du travail prévoit des dispositions relatives aux modalités et conditions d'emploi au Maroc et il comprend notamment une section relative à la sécurité et à la santé des travailleurs : dispositions générales; dispositions relatives au transport de charges lourdes; services médicaux du travail; conseil de médecine du travail et de prévention des risques professionnels; comités de sécurité et d'hygiène.

L'article premier de la loi stipule que les dispositions de la présente loi s'appliquent aux personnes liées par contrat de travail quels que soient ses modalités d'exécution, la nature de la rémunération et le mode de son paiement qu'il prévoit et la nature de l'entreprise dans laquelle il s'exécute, notamment les entreprises industrielles, commerciales, artisanales et les exploitations agricoles et forestières et leurs dépendances. Elles s'appliquent également aux entreprises et établissements à caractère industriel, commercial ou agricole relevant de l'Etat et des collectivités locales, aux coopératives, sociétés civiles, syndicats, associations et groupements de toute nature.

Les dispositions de la présente loi s'appliquent également aux employeurs exerçant une profession libérale, au secteur des services et, de manière générale, aux personnes liées par un contrat de travail dont l'activité ne relève d'aucune de celles précitées.

Au chapitre des objectifs sociaux, le nouveau code permet la stabilisation des relations professionnelles par la promotion de la négociation collective; l'assainissement et la prévention des conflits collectifs par l'instauration et l'institutionnalisation de la procédure de règlement des différends collectifs du travail; et la réaffirmation et la consolidation des droits fondamentaux du travail, tels qu'ils sont reconnus par les huit conventions internationales de l'OIT, dont sept ont été ratifiées par le Royaume.

Parmi les trois modes de recrutement prévus, le contrat à durée indéterminée (CDI), le contrat à durée déterminée (CDD) et le contrat de travail temporaire, les nouvelles dispositions régissant le CDD tendent à mettre fin à une pratique réputée abusive et synonyme de précarité.

Avec le nouveau code, il ne peut être fait usage des CDD que dans le cas de remplacement d'un salarié dont le contrat de travail est suspendu, dans le cas d'un accroissement temporaire de l'activité de l'entreprise, l'accomplissement d'un travail à caractère saisonnier, en cas d'ouverture d'un nouvel établissement ou de lancement d'un nouveau produit et d'autres cas exceptionnels à définir par voie réglementaire.

En aucun cas, les CDD ne peuvent être utilisés pour le remplacement du personnel en grève. La revalorisation des indemnités de licenciement est sans nul doute l'une des principales innovations du code du travail.

Le renforcement de la protection de la femme au travail, le droit de négociation renforcé, la réduction de la durée normale hebdomadaire (de 48 à 44 heures) sans perte de salaire, la réduction de la durée de travail en cas de crise temporaire, le rôle reconnu aux agences d'emploi privées, l'apparition des comités d'entreprise et le droit syndical protégé, sont autant d'apports qualitatifs importants du nouveau code.

2.2.9 La charte communale (loi 78-00)

Conformément au Décret n° 1-02-297 portant promulgation de la loi 78-00 portant charte communale, le conseil communal veille à la préservation de l'hygiène, de la salubrité et de la protection de l'environnement (article 40). En vertu de ce texte, la commune dispose donc de la faculté d'effectuer toutes les vérifications nécessaires à la préservation de l'environnement.

Le conseil communal veille, sous réserve des pouvoirs dévolus à son président par l'article 50, à la préservation de l'hygiène, de la salubrité et de la protection de l'environnement. A cet effet, il délibère notamment sur la politique communale en matière de :

- protection du littoral, des plages, des rives des fleuves, des forêts et des sites naturels ;
- préservation de la qualité de l'eau, notamment de l'eau potable et des eaux de baignade ;
- évacuation et traitement des eaux usées et pluviales ;
- lutte contre les vecteurs des maladies transmissibles ;
- lutte contre toutes les formes de pollution et de dégradation de l'environnement et de l'équilibre naturel.

A ce titre, le conseil communal décide notamment de :

- la création et l'organisation des bureaux communaux d'hygiène ;
- l'adoption des règlements généraux communaux d'hygiène et de salubrité publique, conformément aux lois et règlements en vigueur.

L'article 50 de la loi stipule que le président du conseil communal exerce les pouvoirs de police administrative, par voie d'arrêtés réglementaires et de mesures individuelles, portant autorisation, injonction ou interdiction, dans les domaines de l'hygiène, la salubrité et la tranquillité publiques et la sûreté des passages. Il exerce notamment les attributions suivantes

- il veille à l'application des lois et règlements d'urbanisme et au respect des prescriptions des schémas d'aménagement du territoire et des documents d'urbanisme ;
- il délivre les autorisations de construction, de lotissement et de morcellement, les permis d'habiter, les certificats de conformité, et les autorisations d'occupation du domaine public pour un usage lié à la construction, dans les conditions et les modalités fixées par les lois et les règlements en vigueur ;
- il veille à l'hygiène et la salubrité des habitations et de la voirie, à l'assainissement des égouts, à l'élimination et la répression de l'entreposage des dépôts d'ordures en milieu habité ;
- il contrôle les édifices abandonnés, désertés ou menaçant ruine et prend les mesures nécessaires à leur rénovation ou leur démolition, en conformité avec les lois et les règlements en vigueur ;
- il participe à la sauvegarde et à la protection des sites naturels et du patrimoine historique et culturel en prenant les mesures nécessaires conformément à la législation et la réglementation en vigueur ;

- il délivre les autorisations d'exploitation des établissements insalubres, incommodes ou dangereux relevant de ses attributions et en assure le contrôle conformément à la législation et la réglementation en vigueur ;
- il organise et contribue au contrôle des activités commerciales et professionnelles non réglementées dont l'exercice peut menacer l'hygiène, la salubrité, la sûreté des passages et la tranquillité publique ou nuire à l'environnement ;
- il contrôle les magasins de droguistes, épiciers, coiffeurs, parfumeurs, et généralement tous les lieux où peuvent être fabriqués, entreposés ou mis en vente des produits dangereux ;
- il veille au respect des normes d'hygiène et de salubrité des lieux ouverts au public, notamment les restaurants, cafés, salles de jeux, salles de spectacles, théâtres, lieux de baignade et autres lieux ouverts au public et fixe leurs horaires d'ouverture et de clôture ;
- il prend les mesures nécessaires à la sûreté et la commodité des passages dans les voies à usage public nettoiement, éclairage, enlèvement des encombrements, démolition ou réparation des édifices menaçant ruine, interdiction d'exposer aux fenêtrés et autres parties des édifices ou de jeter sur la voie publique tous les objets dont le jet peut être dangereux pour les passants ou causer des exhalations nuisibles ;
- il participe à l'organisation et au contrôle de la qualité des aliments, boissons et condiments exposés à la vente ou livrés à la consommation ;
- il veille à la salubrité des cours d'eau et de l'eau potable et assure la protection et le contrôle des points d'eau destinés à la consommation publique et des eaux de baignade ;
- il prend les dispositions nécessaires pour prévenir ou lutter contre les maladies endémiques ou dangereuses, conformément aux lois et règlements en vigueur ;
- il prend les mesures propres à assurer la tranquillité publique, en particulier dans les lieux publics où se font des rassemblements de personnes tels que foires, marchés, salles de spectacles ou de jeux, terrains de sports, cafés, piscines, plages... ;
- il prend les dispositions nécessaires pour empêcher 1a divagation des animaux malfaisants et nuisibles, contrôle les animaux domestiques et procède aux opérations de ramassage et de contrôle des chiens errants et lutte contre la rage et toute autre maladie menaçant les animaux domestiques, conformément aux lois et règlements en vigueur;
- il organise et contrôle les gares et stations de cars de voyageurs, d'autobus, de taxis et de véhicules de transport de marchandises ainsi que tous les parcs de stationnement des véhicules ;
- il prend les mesures nécessaires à la prévention des incendies, des sinistres, des inondations et autres calamités publiques ;
- il réglemente l'usage du feu en vue de prévenir les incendies menaçant les habitations, les plantations et les cultures, conformément à la législation et la réglementation en vigueur ;

- il délivre les autorisations d'occupation temporaire du domaine public sans emprises ; - il réglemente et organise la signalisation des voies publiques à l'intérieur du territoire communal ;
- il organise et contrôle l'implantation et l'exploitation du mobilier urbain publicitaire : panneaux-réclames, enseignes sur la voie publique, sur ses dépendances et ses annexes,
- il organise l'exploitation des carrières dans la limite des dispositions législatives et réglementaires en vigueur et veille à l'application de la législation et la réglementation dans ce domaine ;
- il assure la protection des plantations et végétaux contre les parasites et le bétail, conformément à la législation et la réglementation en vigueur ;
- il assure la police des funérailles et des cimetières, pourvoit d'urgence à ce que toute personne décédée soit inhumée décemment, organise le service public de transport de corps et contrôle les inhumations et les exhumations, selon les modalités fixées par les lois et règlements en vigueur.

2.3 Standards Internationaux Applicables

2.3.1 Politiques Opérationnelles de la Banque Mondiale

Une étude d'impact doit être préparée selon les normes et procédures juridiques du pays. Cependant, surtout pour assurer un standard reconnu internationalement, l'étude d'impact doit être préparée de manière à répondre également "aux normes et standards acceptés au niveau international". Dans cette situation, on se réfère normalement aux normes (politiques opérationnelles, PO) de la Banque Mondiale. Ces PO sont acceptées par les agences de financement internationales, et en général, les normes correspondantes d'autres organisations (accord commun de l'OECD; equator principles) les suivent de très près.

Le Tableau suivant contient une liste des PO importantes dans le contexte et des remarques concernant leur importance pour le projet du parc éolien de Tarfaya.

Tableau 2-1: PO de la Banque Mondiale et leur applicabilité pour le projet

No.	Titre	Observations
PO 4.01	Evaluation environnementale	applicable: projet de type qui peut avoir des effets négatifs sur l'environnement
PO 4.04	Habitats naturels *	applicable en principe, mais sans importance: le Parc National de Khnifiss se trouve en dehors de l'aire d'étude
PO 4.11	Patrimoine culturel *	applicable en principe, mais sans importance: aucun objet ou site de valeur culturel affecté.
PO 4.12	Réinstallation involontaire de personnes	applicable en principe, mais sans importance: aucun déplacement de population causé par le projet.

* disponible en Anglais uniquement
source: http://wbln0018.worldbank.org/Institutional/Manuals/OpManual.nsf

En règle générale, les principaux impacts à prendre en compte durant l'EIE sont définis dans le «Environmental Assessment Source Book» de la Banque Mondiale. Nous soulignons ici que les parcs éoliens ne font pas l'objet de recommandations.

2.3.2 Société financière internationale (SFI)

La Société financière internationale (SFI), qui fait partie du groupe de la Banque Mondiale, a pour mission de promouvoir le développement durable du secteur privé dans les pays en développement afin de contribuer à la réduction de la pauvreté et à l'amélioration des vies des populations. Concrètement, la SFI attend des clients qu'ils gèrent les risques et impacts sociaux et environnementaux de leurs projets.

Cette EIE réponde aux normes de la SFI, en particulier les critères de performances en matière de durabilité sociale et environnementale et les lignes directrices pour les projets éoliens "Environmental, Health, and Safety" (voir Annexe 1).

Les critères de performances sont les suivants:

- Évaluation et Système de Gestion Sociale et Environnementale
- Main-d'Oeuvre et Conditions de Travail
- Prévention et Réduction de la Pollution
- Hygiène, Sécurité et Sûreté Communautaires
- Acquisition des Terres et Déplacement Forcé
- Conservation de la Biodiversité et Gestion Durable des Ressources Naturelles
- Populations Autochtones
- Héritage Culturel

2.3.3 Normes et standards relatifs au bruit

Les recommandations faites par la Banque Mondiale dans le domaine de la pollution sonore sont les suivantes.

Tableau 2-2 : Valeurs limites d'exposition au bruit en champ lointain (valeurs de planification)

Législation	Leq [1)] maximum		
	Caractère de la zone	Jour (7h – 22h)	Nuit (22h – 7h)
BM	Résidentielle, éducation, institutions	55	45
	Industrielle, commerciale	70	70

1) Leq : Niveau énergétique sonore équivalent

2.3.4 La Législation Européenne

Nous pouvons ici souligner la Directive 97/11/CE du Conseil du 3 mars 1997 modifiant la directive 85/337/CEE concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement de l'Union Européenne.

L'annexe II de cette Directive stipule que les « établissements destinés à l'exploitation de l'énergie éolienne pour la production d'énergie (parcs éoliens) » sont soumis à l'Article 4 paragraphe 2, à savoir « (…) les Etats membres déterminent (…) :

a) sur la base d'un examen au cas par cas, ou

b) sur la base des seuils ou critères fixés par l'Etat membre,

si le projet doit être soumis à une évaluation conformément aux articles 5-10. »

En règle générale, les pays membres de l'UE demandent à ce que l'EIE soit effectuée sur les projets de parc éolien. C'est dans ce sens que le Ministère Français de l'Ecologie du Développement Durable et de l'Agence française de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie à élaboré le «Guide de l'Etude d'Impact sur l'Environnement des Parcs Eoliens». Ce guide est destiné entre autre aux bureaux d'étude qui doivent mener une EIE et couvre les différents aspects techniques, économiques et sociaux.

3 LE PROJET

3.1 Information disponible

L'Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) du parc éolien de Tarfaya se base sur les informations suivantes :

- Appel d'offres, cahier des charges et exigences de l'ONE pour le concessionnaire (document contractuel entre le CONSORTIUM IP-NAREVA et l'ONE) ;
- Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) du parc éolien de Tarfaya, rapport provisoire, faite par l'ONE, proposant 3 sites pour l'implémentation du parc éolien;
- Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) du parc éolien de Tarfaya, site 2, rapport final, accrédité par le CNEI;
- Le plan de situation de l'ONE qui délimite l'implantation du site ;
- Le plan de masse ;
- Les résultats de l'Etude ornithologique menée sur le site au printemps et en automne ;
- L'ensemble de la communication entre Pöyry et le CONSORTIUM IP-NAREVA concernant le parc éolien Tarfaya ;
- L'ensemble des documents techniques donnés par le CONSORTIUM IP-NAREVA concernant les éoliennes, les travaux civils (routes, pistes, explosifs, etc.), les travaux électriques (schémas du réseau électrique du parc éolien, schémas des deux postes, balisage et schémas) ;
- Le plan HQSE de Siemens.
- Addendum N°8 ONE et le Compte-rendu du CRI concernant la distance séparant les éoliennes de la route.

3.2 Description Générale

Le Projet du parc éolien de Tarfaya fait partie de la stratégie de l'ONE pour la promotion des énergies renouvelables dans le contexte énergétique du Maroc, qui vise l'installation d'une puissance éolienne de 1000 MW à l'horizon 2012 et la participation du secteur privé dans le développement des énergies électriques à travers l'octroi de contrats PPA modernes et durables.

L'objectif est la réalisation d'un parc éolien de puissance totale installée de 301.3 MW dans la région de Tarfaya, en production concessionnelle durant 20 ans.

Les compétences principales d'International Power (IP) sont l'exploitation et la maintenance de centrales électriques partout dans le monde. IP a une expérience significative avec de nombreuses technologies, notamment l'exploitation et la maintenance de grandes centrales électriques à turbines à gaz à cycle combiné, intégrées parfois avec des infrastructures de désalinisation, ou des centrales au charbon, parcs éoliens, et d'autres technologies et activités. Le portfolio de IP inclut des installations majeures de production énergétique dans des pays comme les Etats-Unis, la Grande-Bretagne, l'Australie, le Portugal, le Pakistan, la Thaïlande, les Emirats Arabes Unis,

Oman et la Turquie. Le capital total d'IP pour les parcs éoliens se monte à plus de 1,250 MW net.

NAREVA est une filiale à 100% du Groupe ONA, le groupe marocain leader en industrie et finance. Le Groupe ONA a établi NAREVA comme filiale responsable du management et de l'expansion de son groupe « Energy & Utility Businesses ».

Premièrement, NAREVA holding est soutenue par sa compagnie parente qui a développé plusieurs projets industriels au Maroc ces dernières décennies, avec une forte expérience dans le business local en matière de négociation et contrats.

Deuxièmement, NAREVA est un pionnier marocain en matière de développement et d'utilisation du vent au Maroc ; NAREVA est en train de développer pour le moment, sous la Loi 13-09, trois parcs éoliens d'une capacité totale de 301.3 MW (le marché électrique marocain est un marché régulé avec l'ONE. L'ONE a délivré, en mars 2010, une nouvelle loi 13-09 établissant des cadres légaux favorables au développement d'installations qui produisent de l'électricité à partir de ressources renouvelables).

Le CONSORTIUM IP-NAREVA, a reçu la concession de l'ONE pour réaliser le projet de parc éolien de Tarfaya. C'est dans ce contexte que Pöyry Infra AG a élaboré la présente Etude d'Impact Environnemental (EIE) pour le parc éolien de Tarfaya.

D'une puissance installée de 301.3 MW, le parc éolien de Tarfaya se compose de 131 éoliennes d'une puissance de 2.3 MW dont 87 sont placées au nord et 44 au sud du parc. Chaque éolienne est raccordée à son propre poste 0.69/33kV-2.5MVA. Ce dernier sert à raccorder l'éolienne au réseau interne du parc. En effet, les éoliennes seront groupées sous forme de grappes. L'évacuation de l'énergie de chaque éolienne de la grappe se fait via un réseau radial de câbles MT unipolaires enterrés. L'énergie résultante de chaque grappe sera acheminée, ensuite, vers le poste (NORD ou TAH) à travers une ligne aérienne à structure 60kV exploitée en 33kV. Les 87 aérogénérateurs du nord, accumulent une puissance de 200,1 MW. Cette puissance sera évacuée vers le poste NORD (33/225kV-2x150MVA) avant qu'elle soit transmise au poste TAH (33/225kV 1x150MVA) via une ligne 225kV double ternes et sur-isolée à 400kV. En plus, le poste TAH accueillera une puissance supplémentaire de 101,2 MW produites par les 44 aérogénérateurs du sud. Ce poste assurera aussi le rôle du poste d'interconnexion avec le réseau 225kV de l'ONE et ceci moyennant les 3 départs 225kV: LAAYOUNE 1, LAAYOUNE 2 et TANTAN.

Le parc sera piloté par un système composé de deux SCADA. Le premier gère les éoliennes et les mats de mesures. Le deuxième gère les postes. Ce système associe la gestion optimale du parc à la visualisation synoptique simple et ergonomique de la commande de la gestion des données et du reporting. Il assurera un échange fiable des informations entre les modules chargés de la commande, de la régulation des puissances active et réactive, de la surveillance, de la visualisation et de l'archivage des données de tout le parc éolien (système météorologique et station d'interconnexion compris).

3.3 Le Site

La situation générale de la zone d'étude et du site en étude est présentée en Annexe 2 du présent rapport.

L'aire d'étude se situe dans le plateau de Tarfaya, il comprend des éléments suivants :

- La côte Ouest avec le village d'Amigriou
- La route bétonnée qui relie Amigriou à Tarfaya le long de la côte

- La province de Tarfaya
- La bande de dunes mouvantes
- La route nationale N1 qui relie le nord au sud du Maroc
- La commune rurale de Tah
- Plusieurs sebkas (Tah, Tizbourine, Lahmira)

Le site d'implantation des éoliennes (anciennement, site 2 de l'EIE faite par l'ONE) est placé à l'Est de la bande de dunes. Il est traversé par la route nationale N1 et la ligne HT 225 kV. Le site se présente en forme de polygone irrégulier allongé d'orientation Nord Nord Est. Sur sa superficie et ses alentours se trouvent le village de Tah (au Sud), la bande de dunes (à l'Ouest) et plusieurs sebkhas (Tah, Tizfourine, Lahmira). Le site a environ 17'000 ha de surface.

3.4 Montant du projet

Le montant de l'investissement du projet du parc éolien de Tarfaya est estimé à 5 000 millions MAD.

3.5 Composantes techniques du projet

Le site du projet comportera les éoliennes, les pistes de desserte, les lignes aériennes et deux postes MT/HT. Les composantes du parc éolien sont présentées en Annexe 3 du rapport.

3.5.1 Eolienne SWT-2.3-101

Les éoliennes type SWT-2.3-101 de Siemens seront utilisées. Le rotor est à trois pales, les pales sont en résine epoxy renforcée de fibre de verre.

Le moyeu est moulé en fonte nodulaire et est ajusté sur l'arbre principal par une bride de raccordement.

L'arbre principal, forgé en alliage d'acier, est creux pour permettre la transmission de la puissance et des signaux au système de calage des pales. Il est soutenu par un palier à rotule à double rangée de rouleaux. L'éolienne est montée sur un mât tubulaire conique en acier.

L'éolienne fonctionne automatiquement ; elle démarre d'elle-même lorsque le vent atteint une vitesse moyenne d'environ 3-4 m/s. La puissance nominale est atteinte à une vitesse de vent de 12-13 m/s ; à des vitesses supérieures, la puissance délivrée est régulée à la puissance nominale. L'éolienne sera mise hors service si la vitesse du vent dépasse 25 m/s.

La couleur de l'éolienne sera d'un gris clair, de type RAL7035 (Standards européens RAL, palette de couleurs).

Tableau 3-1 :Quelques données techniques sur les éoliennes :

Rotor

Diamètre	101 m
Surface balayée	8 000 m^2
Pales	
Longueur	49 m
Génératrice	
Puissance nominale	2 300 kW
Tension	690 V
Mât	
Hauteur du moyeu	Environs 80 m

L'alignement des éoliennes a été dessiné sur une photo satellite en Annexe 4.

3.5.2 Réseau interne du parc

C'est l'ensemble des postes Basse Tension/Moyenne Tension aux pieds des éoliennes, les câbles de connexions souterrains, les lignes électriques et les postes de transformations MT/THT.

Le réseau interne, de topologie radiale, fait fonctionner en parallèle tous les moyens de production et alimente simultanément le réseau ONE. Le CONSORTIUM IP-NAREVA a conçu le réseau pour qu'il forme un ensemble hautement performant, permettant d'optimiser les pertes tout en garantissant des niveaux de qualité acceptables.

3.5.3 Postes BT/MT

Les postes BT/MT aux pieds des éoliennes ont pour but, d'élever le niveau de tension de la transmission de l'énergie ainsi produite, à 33kV et ceci moyennant un transformateur 0.69/33kV-2500kVA. Ces postes, ont aussi pour rôle de connecter les éoliennes entre elles via le jeu de cellules MT. Ces postes sont préfabriqués.

Le tableau MT est une série d'appareillage sous enveloppe métallique isolé au SF6 ou à vide.

3.5.4 Grappe

Un ensemble d'éoliennes connectées entre elles via des câbles MT souterrains.

Le parc est subdivisé en 17 grappes, livrant chacune jusqu'à 20 MW. Les avantages d'une telle subdivision :

- Optimisation en terme de pertes électriques
- Amélioration de la fiabilité et la disponibilité du parc

3.5.5 Routes d'accès externes

Le parc éolien doté d'une puissance de 301.3 MW, est situé entre la ville de Tarfaya et Tah sur une zone qui s'étend sur 30 km le long de la route côtière entre Tarfaya et Laâyoune. L'accès du port Laâyoune au parc Tarfaya se fait via la route nationale RN1.

3.5.6 Pistes d'accès internes

Les pistes internes permettent l'accès à chaque éolienne à partir de la route nationale RN1. On distingue entre piste principale et piste secondaire, dont la largeur est respectivement de 6 m et 3.5 m.

La piste principale du parc est celle de 6 m de largeur et répond aux spécifications du turbinier pour le passage de la grue et du convoi des éoliennes. Cette piste est constituée de matériaux issus d'excavations et aussi de graves artificielles compactées.

Les pistes secondaires de largeur de 3m sont prévues selon un plan précis ; un simple débroussaillement sera fait au niveau de ces pistes.

3.5.7 Fondations des éoliennes

Les fondations des éoliennes sont des ouvrages non apparents, enfouis dans le sol sur une profondeur de 4 m.

La surface autour de la fondation sera compactée.

Nous précisons ici qu'en général, pour la confection du béton de structure, l'entreprise de génie civil utilisera des agrégats concassés issus d'une carrière appartenant à une autre entreprise dans le voisinage du projet. Aucune carrière ne sera produite sur le site même.

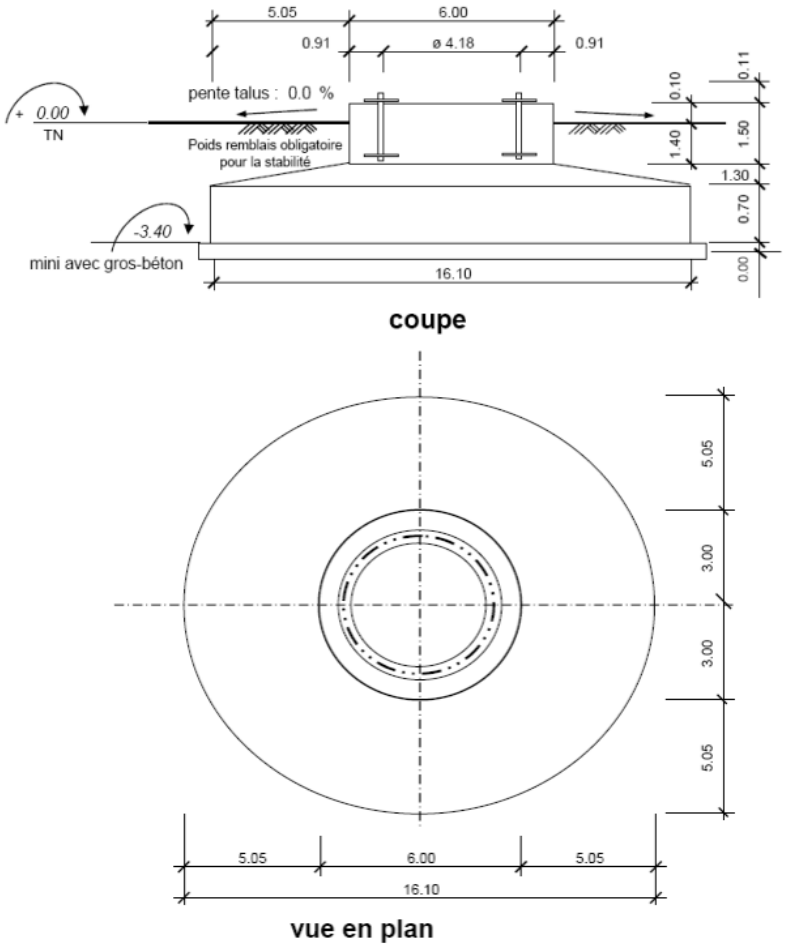


Figure 3-1 :Schéma de la fondation d'une éolienne

3.5.8 Plateforme des éoliennes

Les plates formes se situent au pied de chaque fondation et permettent le positionnement de la grue de montage pendant le montage des éoliennes. Ces plates formes sont composées de plusieurs zones dont la surface est de, en tout, 1154 m^2. Les plateformes seront compactées.

Le schéma des fondations d'une éolienne ainsi que la surface du sol occupée de manière permanente ou temporaire est illustré en Annexe 5.

3.5.9 Tranchées pour câbles électriques souterrains

Pour exécuter les travaux de mise en place des câbles électriques souterrains, il faudra déblayer 1 m de profondeur et 60 cm de largeur et remblayer suivant le dessin ci-dessous. Le remblai est constitué d'une première couche de 30 cm de sable enveloppant les câbles et d'une deuxième couche de 20 cm de la terre tamisée et d'une couche de surface de 50 cm constituée uniquement de matériaux issus d'excavations. Les tranchées pour le passage des câbles électriques souterrains pour l'ensemble du parc de Tarfaya, s'étalent sur une longueur totale estimée à 37.2 km.

Les tranchées seront par la suite compactées.

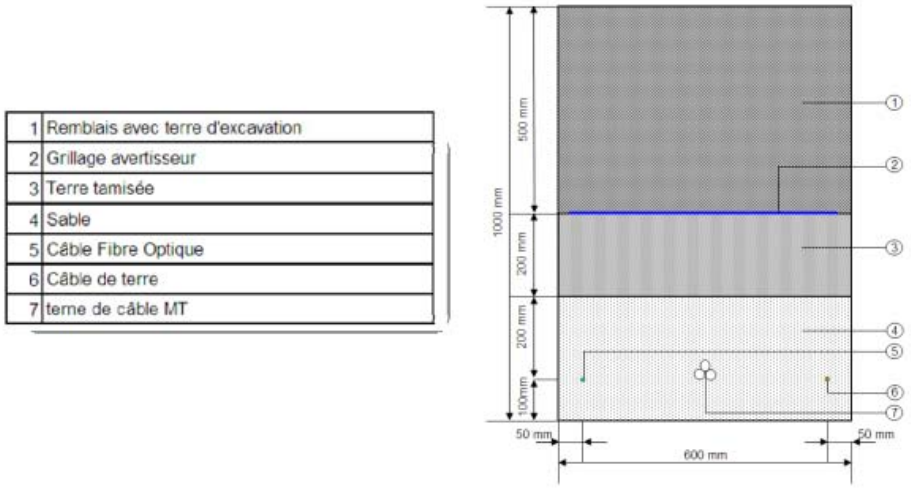


Figure 3-2 : Tranchée pour câbles électriques

3.5.10 Câbles souterrains

Les circuits seront constitués par trois câbles unipolaires de tension assignée à 33kV isolés au polyéthylène réticulé (PR) ou au caoutchouc éthylène-propylène (EPR) à conducteur en aluminium. Les câbles seront posés soigneusement dans des tranchées de câbles conformément aux règles de l'art.

Les sections des câbles sont de 240, 300, 400, 500, 630 mm^2.

3.5.11 Lignes aériennes

Le transit de l'énergie accumulée par une grappe vers les postes MT/BT, se fait par des lignes aériennes 33kV. Compte tenu des conditions climatiques du site de Tarfaya et pour améliorer le taux de disponibilité interne du réseau du parc éolien, les lignes aériennes internes exploitées en 33kV seront conçues avec une structure 60kV.

L'acheminement de l'énergie produite au Nord vers le poste TAH, se fait à travers une ligne 225kV double ternes dont, seulement un terne, qui fonctionne en régime normal d'exploitation. Le deuxième terne étant de secours. Conformément aux conditions de l'ONE, les isolateurs pour les équipements de la ligne sont en composites avec revêtement en silicone et ont un niveau d'isolement exceptionnel (ligne de fuite 13000 mm) et le pas de l'isolateur est 3200 mm. Les pylônes utilisés sont de la famille des pylônes ONE.

3.5.12 Postes MT/THT

Afin de minimiser les pertes électriques, vu l'étendue du parc, l'énergie produite par le sous-parc du nord, subit une élévation de son niveau de tension de 33 kV à 225 KV moyennant deux transformateurs élévateurs 33/225kV d'une puissance de 150 MVA chacun au poste NORD. Cette énergie est acheminée vers le poste TAH (ou Sud) via la ligne 225kV. Le poste TAH est le point de raccordement au réseau 225kV ONE, mais assure, également l'élévation du niveau de tension de l'énergie produite au sud via un transformateur 33/225kV-150 MVA.

3.5.13 SCADA (Système d'Acquisition et de Contrôle de Données)

Le SCADA du parc éolien sera composé de deux systèmes :

- SCADA éolien: Le SCADA de Siemens gère les éoliennes. Il associe la gestion optimale du parc à la visualisation synoptique simple et ergonomique de la commande de la gestion des données et du reporting. Il doit assurer un échange fiable des informations entre les modules chargés de la commande, de la régulation des puissances active et réactive, de la surveillance, de la visualisation et de l'archivage des données de tout le parc éolien (système météorologique et station d'interconnexion compris).
- SCADA Poste: Le SCADA poste assure en temps réel, les fonctions de télécommande, télé-alarmes, et de la télésurveillance des postes NORD et TAH MT/THT ainsi qu'il assure la production d'un reporting pertinent des événements.

3.5.14 Poste d'évacuation

Le poste d'évacuation du parc éolien Tarfaya sera installé près du village Tah.

Il s'agira d'un poste ouvert isolé dans l'air.

3.5.15 Distance séparant les composantes du projet

L'Addendum N°8 de l'ONE exige une distance minimale de 25 m entre les structures du projet éolien (éolienne, sous-station, etc.) et l'axe de la route nationale Tarfaya-Laâyoune, requis par la Direction Régionale de l'Equipement et des Transports de Laâyoune.

Selon le Compte-Rendu du CRI, 250 m de distance par rapport à la route a été exigé. IP-NAREVA a respecté cette distance maximale dans la conception définitive du parc.

3.6 Phase de Construction

3.6.1 Eléments principaux de la phase de construction

Les actions du projet nécessaires pour l'installation du parc sont décrites dans ce qui suit. Elles ne sont pas organisées suivant un ordre chronologique, étant donné que plusieurs d'entre elles exigent une exécution simultanée.

- Implantation :
  - Fondation des aérogénérateurs ;
  - Voies internes ;
  - Canalisation pour câblage.
- Ouverture des accès pour les engins (dessouchage, déboisement et nettoyage du terrain) ;
- Terrassement des plates formes ;
- Approvisionnement en matériaux ;
- Excavation des fondations des aérogénérateurs ;
- Consolidation des appuis in situ ;
- Montage des aérogénérateurs ;
- Ouverture des tranchées et tirage moyenne tension ;
- Tirage et connexion basse tension ;
- Tirage des conducteurs de haute tension ;
- Mise en place des ferrures, isolants, mise à la terre ;
- Ouverture de la voie de sécurité des lignes électriques ;
- Construction des deux postes : poste NORD, et poste TAH (SUD) ;
- Construction de la nouvelle ligne aérienne 225 kV entre le poste NORD et poste TAH ; utilisation de pylônes type ONE ;
- Systèmes de communications ;
- Essai des aérogénérateurs et mise en marche ;
- Repliement du chantier.

3.6.2 Environnement, Santé, Sécurité

Sur le chantier, une personne sera responsable de l'Environnement, Santé et Sécurité, notamment pour vérifier, entre autre, pendant la phase de construction, les aspects suivants :

- Implémentation des procédures ESS sur le chantier
- Rapports et Follow-up des accidents, incidents etc.

3.6.3 Solution face à la pollution et aux aléas atmosphériques

La zone de Tarfaya est exposée essentiellement à la pollution marine et granulaire (tempêtes de sables). Ceci a comme principales conséquences :

- Electriques: la détérioration du niveau d'isolement.
- Mécaniques: la corrosion des ouvrages.
- Chimiques: oxydation des structures métalliques.

Ce phénomène ne touchant que les équipements et les ouvrages exposés à l'air libre, les solutions adoptées pour y palier sont par exemple le sur-dimensionnement des lignes 33 kV en 60 kV, et de 225 kV en 400 kV, ou la livraison de postes BT/MT préfabriqués avec un niveau de pollution IV.

3.6.4 Solutions face aux incidents majeurs

Les incidents majeurs sont les incidents causant la perte partielle ou totale de la production du parc. Quelques-uns sont mentionnés ci-dessous avec la solution proposée par le Client :

- La perte d'une liaison entre une grappe et le poste MT/THT : l'énergie produite par les grappes sera évacuée par les lignes aériennes MT. Le CONSORTIUM IP-NAREVA a décidé de sur-dimensionner les structures à 60kV pour minimiser au maximum tout risque inhérent.
- La perte de la ligne 225 kV: le CONSORTIUM IP-NAREVA a donc conçu cette ligne en structure double terne, dont un seul est en exploitation, le second étant de secours. Le consortium prévoit dans sa politique de maintenance des lignes, des visites systématiques au sol afin de prédire tout défaut pouvant surgir et agira au moment opportun avant toute dégradation de la situation.
- D'autres solutions ont été émises en cas de perte d'un jeu de barre 33kV dans les postes 33/225kV ou de perte d'un transformateur 33/225kV.

3.6.5 Utilisation d'explosifs durant la phase de construction

A la lecture de l'étude géotechnique réalisée dans les champs d'éoliennes à Tarfaya, il ressort que les sols rencontrés sont constitués d'une formation calcarénite et de calcaire blanc. D'où la nécessité d'utiliser l'explosif afin de permettre l'excavation des fossés nécessaires aux fondations des éoliennes. Ces fossés seront de taille circulaire de diamètre d'environ 16 m et de 4 m de profondeur.

L'utilisation d'explosif aura pour but de foisonner la roche sur place pour pouvoir la déblayer rapidement avec des pelles à godets. A priori, toutes les fondations feront l'objet d'utilisation d'explosifs pour le terrassement du massif. Les résultats finaux des études géotechniques permettront de confirmer ce point.

L'entreprise des travaux prévoit de faire une à deux livraisons d'explosif par semaine et chaque livraison permettra de faire plusieurs tirs (pour 5 massifs) au cours de la même journée. La quantité de livraison serait d'environs 2715 kg, d'où une quantité globale pour le chantier de Tarfaya prévue à 72 tonnes d'explosifs. Le nombre de forages par massifs serait d'environs 69 trous.

L'entreprise a présenté un plan de tir prévisionnel.

Les vibrations que va générer l'explosif est limité au seuil de 10 mm/s. Toutefois lors du 1er tir d'essai, cette valeur sera mesurée par rapport à la contrainte la plus proche et le plan de tir, ci joint, sera adapté aux contraintes levées sur place, de telle manière à ce que les valeurs de vitesse de vibration ressenties au pieds des structures, ne dépassent pas 10 mm/s. La projection des matériaux est limitée à un rayon de 50 m maximum.

Dans le cas de Tarfaya, la contrainte la plus proche à la zone de tir serait les pylônes électriques qui se trouvent au minimum à 150 m des éoliennes.

L'utilisation des explosifs sera faite selon la procédure de consommation immédiate sur site (C.I.S) décrite à la page 14, Article IV 2 du circulaire ministériel n° 4546 du 21/07 /06 ayant pour objet le renforcement des mesures de sécurité relatives aux explosifs à usage civil.

Le transport d'explosif sera géré selon la procédure décrite en page 9 de la même circulaire. Les mesures de sécurité qui seront suivies lors des travaux de forage-minage sont détaillées par l'entreprise de construction en suivant les bonnes pratiques sur le chantier.

A l'échelle nationale, seule la circulaire n°4546 gère l'utilisation et le transport des explosifs, d'ailleurs dans la présentation du document il est à noter que la circulaire reprend et remplace les dispositifs se rapportant aux produits explosifs à usage civil contenus dans la circulaire n°2367 du 12 Avril 2004, relative au renforcement des mesures de sécurité relatives aux explosifs à usage civil.

3.7 Phase d'Exploitation

Durant la phase d'exploitation du parc éolien, les actions seront orientées vers l'opération et la maintenance afin de garantir le bon fonctionnement de tous les systèmes mécaniques et électriques intégrés dans le parc.

3.7.1 Opération du parc éolien

Pour l'exploitation du parc, une fois la construction et l'installation achevée, seules des activités à caractère administratif et les activités de production de l'énergie seront nécessaires. Pour la production de l'énergie, il s'agit des activités de gestion, d'assistance technique et de suivi.

Le principal support de ces activités sera l'équipement de monitorisation et de prise de données centralisés dans le bâtiment de contrôle.

3.7.2 Balisage du parc éolien

Il est à noter que conformément aux accords conclus entre le CONSORTIUM IP-NAREVA et la Direction de l'Aviation Civil au Maroc, le parc sera balisé afin d'améliorer la sécurité aérienne autour du site.

Cet accord suit les directives Françaises du Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement, à travers l'Instruction N°20700 DNA du 16 Novembre 2000 relative à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques.

Chaque éolienne balisée sera équipée par un (1) feu d'obstacle Moyenne Intensité à éclats blancs de type A, l'intensité lumineuse du feu doit pouvoir être réduite la nuit conformément au tableau ci-dessous.

Tableau 3-2 : Caractéristiques du balisage du parc éolien

Type de feu	Nature du faisceau	Intensité lumineuse en Cd (Candelas)		
		jour	crépuscule	nuit
MI (Moyenne Intensité) type A	à éclats blancs	20 000 Cd	20 000 Cd	2 000 Cd

Pour un parc éolien, seuls les critères suivants sont à respecter :

- Le balisage de l'éolienne la plus haute est obligatoire
- Les extrémités du parc doivent être balisées
- Un espacement de 900m entre balises pour les feux MI type A.

Conformément aux exigences précitées, 57 balises seront placées.

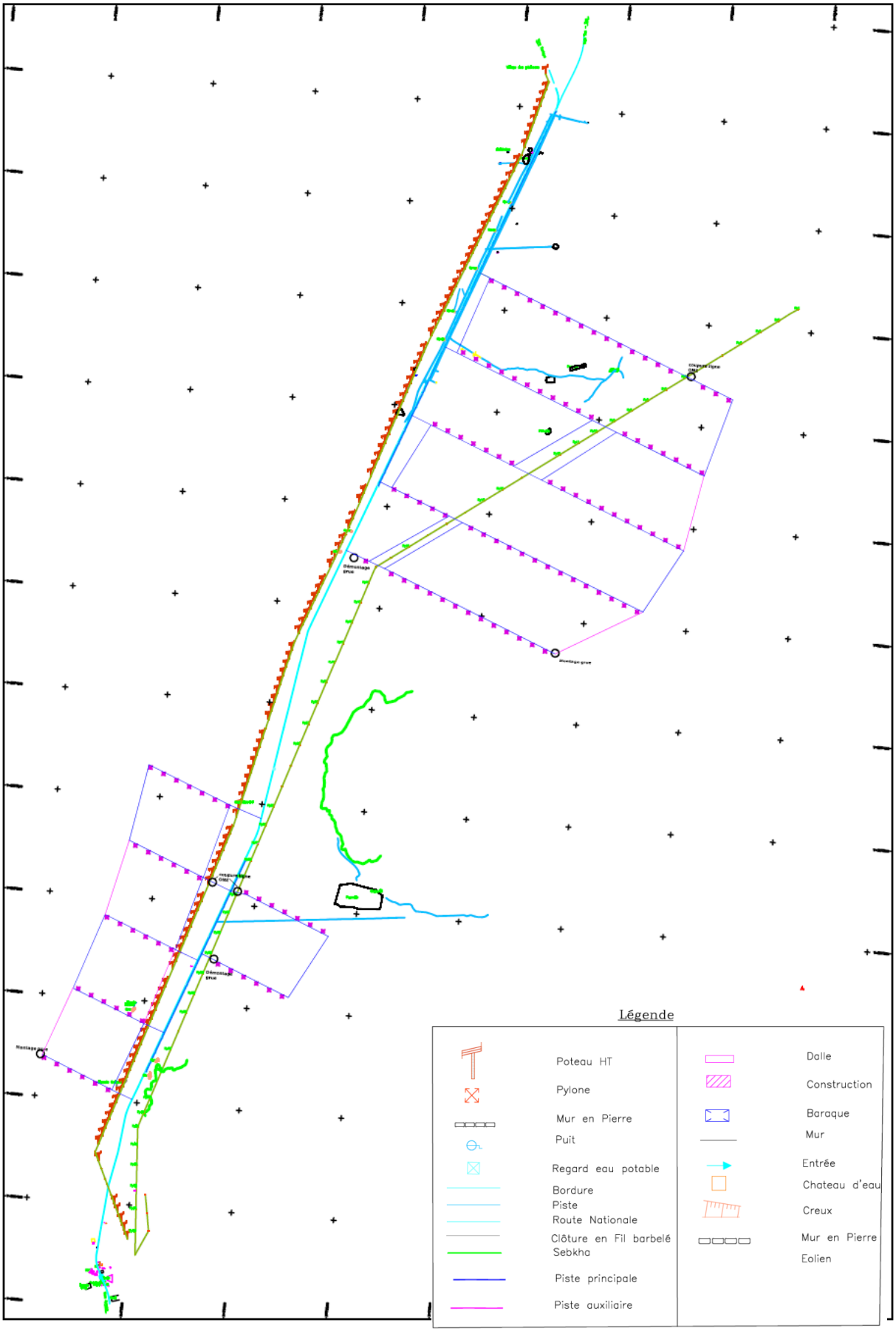


Figure 3-3 : Layout des balises aériennes

3.7.3 Maintenance du parc éolien

La mission de la maintenance vis-à-vis des ouvrages a pour but de:

- Conserver les équipements en état de marche le plus longtemps possible;
- Permettre une production ou une exploitation maximale dans les temps requis.

La politique générale de la maintenance du matériel THT, MT et des auxiliaires est caractérisée par :

- Les visites périodiques ;
- Les tâches d'entretien courantes ;
- L'élaboration et mise à jour des modes opératoires de maintenance pour chaque équipement ainsi que leurs dossiers techniques (caractéristiques, historique, etc).

Quelques exemples d'aspects qui seront contrôlés lors des différents types de visites :

- Relevé des index des régleurs en charge et les index de fonctionnement des pompes, les parafoudres, les pressions du Gaz SF6 des disjoncteurs.
- Nettoyage des isolateurs.
- Nettoyage, lubrification et graissage des contacts et les articulations des sectionneurs, etc.

La politique générale de la maintenance du matériel BT concerne les postes 33/225kV NORD et TAH ainsi que les 131 postes 0.69/33kV aux pieds des éoliennes. Cette politique est caractérisée par :

- L'entretien préventif de l'ensemble des protections et automatismes installés dans les postes de transformation ;
- L'affichage des réglages des protections et automatismes ;
- L'analyse des incidents ;
- Les essais spéciaux ;

Les visites au sol représentent l'activité principale de la maintenance des lignes. Elles ont pour but de détecter les anomalies affectant la ligne (casse d'isolateurs, état des supports et des massifs, corps étrangers, pollution, etc.).

La gestion des déchets durant la maintenance du parc éolien est prévue comme suit :

- Selon le contrat qui lie l'ONE au Consortium, dans les 60 jours à compter de la date de mise en exploitation commerciale réelle, la Société de projet enlève tous les équipements temporaires, matériaux non-utilisés, décombres, déchets et débris de l'enceinte du site ;
- Durant les 5 premières années d'exploitation, le contrat d'achat des aérogénérateurs prévoit que le fabricant gère l'ensemble des pièces et des déchets ;
- Suivant les 5 premières années, soit le contrat avec le fabricant est reconduit pour la maintenance des aérogénérateurs, soit le CONSORTIUM IP-NAREVA suit la Loi Nationale décrite au Chapitre 2 du rapport pour les déchets industriels non dangereux ;

- Le document « International Guideline on Waste Management » de Siemens sera pris en compte pour la gestion des déchets ;
- Tout autre déchet produit sur le site sera traité suivant la législation marocaine.

3.8 Démantèlement et réhabilitation du site

La durée de vie d'un parc éolien est relativement courte, environs 20 ans pour les aérogénérateurs et 40 ans pour les mâts. Suit ensuite la phase de démantèlement et réhabilitation du site avec l'objectif de réintégrer le site dans le milieu naturel environnant.

A la fin de la vie du parc après 20 ans d'exploitation (fin du contrat avec l'ONE) ou lors d'une résiliation de contrat avec l'ONE avant cette échéance, le parc sera cédé à l'ONE.

3.9 Moyens humains et matériels

Phase de construction

Les différentes tâches de construction du parc seront réalisées par un groupe d'opérateurs qui travaillent simultanément.

Le matériel utilisé comprend :

- Une station de traitement des matériaux mobile ;
- Deux unités de production de béton ;
- 10 pelles hydrauliques;
- 06 pelles avec brise roche;
- 06 chargeuses ;
- 03 bulldozers;
- 02 niveleuses;
- 02 compacteurs ;
- 10 à 20 camions;
- Une machine de perforation en cas d'utilisation d'explosif;
- 04 camions malaxeur;
- Deux coudeuses pour acier type OSCAM CR;
- Deux cisailles de découpe d'acier TYPE OSCAM 1700;
- Pompes à eau ;
- Une station de gasoil ;
- Deux camions de servitude ;
- Un camion de désert de gasoil.
- Des lots de coffrage ;
- Un lot des eguilles vibrantes.

Concernant l'eau, nous précisons que les entreprises de génie civil prévoient l'utilisation des eaux de ville les plus proches (Tah, Tarfaya, Daoura).

Aucune base-vie ne sera placée au niveau du site. Les ouvriers seront logés dans les villages les plus proches ; un transport des ouvriers jusqu'au lieu de logement sera organisé.

Durant la phase de construction, un minimum de quinze personnes sera engagé par l'entreprise de génie civil (positions de cadres).

Phase d'exploitation

Les aérogénérateurs utilisés fonctionnent d'une manière totalement automatisée.

Des opérateurs sont nécessaires pour l'exploitation du parc éolien. Ils seront chargés de la supervision des tableaux de contrôle et du bon fonctionnement général des installations.

Durant le fonctionnement du parc, il n'est pas prévu d'utiliser des engins, bien que dans le cas de pannes éventuelles ou lors de révisions techniques des turbines ou des connexions des systèmes électriques, on devra peut-être utiliser du matériel spécifique.

On devra aussi peut-être engager du personnel pour assurer la sécurité du site.

Le bâtiment de contrôle et de supervision sera situé au niveau du poste TAH (près de la route).

3.10 Planning des travaux

La période de réalisation du projet est planifiée comme le montre le calendrier ci-dessous.

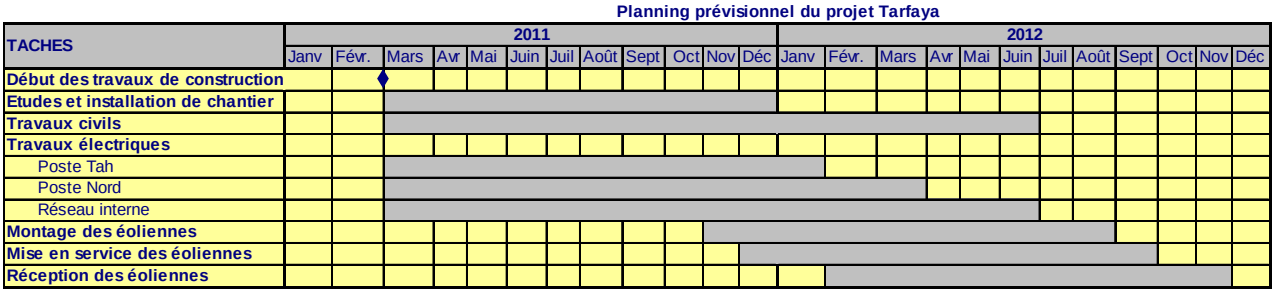


Figure 3-4 : Planning prévisionnel du projet Tarfaya

3.11 Raison des choix du projet

3.11.1 Raison du Projet Eolien

Le secteur de l'électricité marocain doit faire face aujourd'hui à une double problématique :

- Une dépendance quasi-totale des combustibles fossiles (pétrole et charbon) importés de l'étranger, dans un contexte de hausse des prix et de forte croissance de la demande ;
- Un tarissement des sources de financement, que ce soit en raison des difficultés financières actuelles de l'ONE ou des contraintes budgétaires de l'Etat.

Dans ce contexte, le développement de production d'électricité basée sur une diversification des sources d'énergie primaires et en particulier sur les énergies renouvelables, dans un cadre règlementaire évoluant vers une participation renforcée du

secteur privé (Producteurs Indépendants d'Electricité ou Autoproducteurs), offre au Maroc une opportunité unique d'accroître son indépendance énergétique et d'amortir l'impact des fluctuations actuelles et sans doute durables des cours du pétrole.

D'autant plus que le potentiel de l'énergie éolienne au Maroc est estimé par le Centre de Développement des Energies Renouvelable au Maroc (CDER) à 6000 MW. Ce potentiel est en cours d'exploitation avec le développement de nouveaux projets à travers le Maroc.

Le projet s'inscrit dans une volonté nationale Marocaine de développer les énergies renouvelables. Cette impulsion a été donnée par le Ministère de l'Energie et des Mines en partenariat avec le CDER et l'ONE (Office National de l'Electricité) et a l'objectif d'atteindre d'ici à 2012, 10% de production énergétique et 20% du bilan électrique national de sources renouvelables (y compris l'énergie hydraulique). La concrétisation de ces objectifs se traduira par l'implantation de nouveaux parcs éoliens totalisant une puissance installée de 1000 MW. Le développement actuel du marché international crée un climat favorable à atteindre ces objectifs en permettant une diminution des coûts d'investissement.

Ces objectifs sont formulés dans le Programme National de Développement des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique. Ce programme sera accompagné par la mise en place d'outils de développement suivant :

- Loi cadre sur l'Efficacité Energétique et les Energies Renouvelables
- Fonds de financement pour soutenir les programmes d'efficacité énergétique et énergies renouvelables
- Encouragement pour les auto-producteurs (électricité)
- Libéralisation progressive du secteur de l'électricité

Finalement, l'ouverture progressive du marché de la production énergétique au Maroc par l'ONE avec l'introduction de la production énergétique concessionnelle. Ceci permet aux grands clients d'investir dans la production énergétique à un niveau équivalent à leur propre consommation. Un accord de partenariat existe entre le CONSORTIUM IP-NAREVA et l'ONE pour l'évacuation de l'énergie sur le réseau.

Cette démarche rentre dans le cadre du **Mécanisme de Développement Propre** (**MDP)** de l'article 12 du Protocole de Kyoto de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Le MDP est un mécanisme volontaire qui a comme double objectif:

- permettre aux pays en voie de développement d'accéder à des financements externes et aux technologies nouvelles, tout en restant conformes à leur stratégies de développement durable;
- aider les pays développés à atteindre leurs objectifs de réduction d'émissions en GES pris dans le Protocole de Kyoto quand cela s'avère plus difficile dans leurs pays respectifs.

3.11.2 Raison du site

Le programme d'évaluation du gisement éolien du Maroc, mené par le CDER, a confirmé que le Maroc dispose de plusieurs régions très ventées:

- Tanger et Tétouan avec des vitesses moyennes annuelles de l'ordre de 8 à 11 m/s à une hauteur de 10 mètres.
- Dakhla, Laâyoune, Tarfaya, Taza et Essaouira avec des vitesses moyennes annuelles de l'ordre de 7 à 8,5 m/s à une hauteur de 10 mètres.

Le site d'implantation du parc éolien de Tarfaya se trouve dans cette deuxième zone de potentiel éolien. Il se situe sur une plaine entre Tarfaya et Tah, propice à capter les vents. Le site est du domaine privé de l'état.

De plus, le Sud du Maroc est confronté à des difficultés de production d'électricité au niveau local, et dépend de la distribution des sites de production plus au Nord du pays. Ceci freine le développement économique et social de toute la région, rendant difficile la mise en place d'infrastructures industrielles et touristiques. Le développement du potentiel éolien du Sud du Maroc peut s'avérer être une solution pour la région.

3.11.3 Raison du choix des éoliennes

Ainsi, le choix des éoliennes repose en grande partie sur :

- La production d'électricité à faible production de Gaz à Effet de Serre.
- D'une technologie sans grands impacts sur l'environnement (rejet gazeux, liquides, déchets, etc.)
- Un cadre législatif, politique et économique de plus en plus favorable au développement des éoliennes au Maroc
- Le développement international du secteur qui permet à la fois une amélioration de la technologie ainsi qu'une diminution des coûts d'investissement et d'exploitation des parcs.

Les inconvénients des éoliennes dans la production d'électricité sont les variations dans la production en fonction du vent. De plus, la production d'électricité éolienne ne peut pas être modulée en fonction de la demande. Ainsi, la production d'électricité éolienne ne permet pas d'éliminer les autres sources de production, telles que hydrologique (qui permet une bonne gestion des pics de consommation) ou même thermique qui sert de régulateur de la production éolienne. Ainsi, l'énergie éolienne reste donc une source d'économie de combustible qui ne garantit pas la puissance demandée.

4 L'AIRE OBJET DE L'ETUDE

L'aire d'étude est un cercle d'environ 25 km de diamètre sur le plateau de Tarfaya, qui comprend les éléments principaux suivants :

- Le site d'emplacement du parc éolien en étude;
- La côte Ouest avec le village d'Amigriou;
- La route bétonnée qui relie Amigriou à Tarfaya le longue de la côte;
- La province de Tarfaya;
- La ceinture de dunes de sable traversant l'ensemble du site;
- Le réseau de routes de dessertes de l'ensemble de la zone ainsi que la route principale nationale N1;
- La commune rurale de Tah;
- Plusieurs sebkas (Tah, Tizbourine, Lahmira).

Cette définition de l'aire d'étude permet d'affronter la problématique de l'impact visuel du parc éolien. Néanmoins, l'ampleur de l'aire d'étude peut varier en fonction des thématiques à étudier (paysage, site d'intérêt biologique, couloir migratoires des oiseaux, etc.) et chaque aspect traité dans ce rapport ne va pas être étudié avec le même degré de précision.

L'aire d'étude du site est présenté en Annexe 6 du présent rapport.

4.1 Commune rurale de Tah

La commune rurale de Tah, qui forme l'arrière pays immédiat de l'ancien port de Tarfaya, constituait un territoire presque vide en 1982 alors qu'entre 1994 et 2004, elle a connue un fort développement. La principale activité de la population est représentée par l'élevage et la pêche. Quant au tourisme et au commerce, ils ne jouent pas un rôle important à l'heure actuel, mais des efforts sont faits pour soutenir le développement du tourisme saharien.

4.2 Province de Tarfaya

La province de Tarfaya se trouve là où la côte atlantique modifie sa direction N-N-E pour s'aligner en direction E. Tarfaya compte environ 5'600 habitants. Elle est un lieu dominé par le commerce et la pêche.

5 ETAT DE REFERENCE ACTUEL

5.1 Milieu physique

5.1.1 Introduction au milieu physique

5.1.2 Géologie et géomorphologie

5.1.2.1 Contexte Géologique

L'aire d'étude se situe dans le Bassin côtier de Tarfaya qui constitue lui-même la partie septentrionale du "Bassin de Laâyoune-Boujdour".

La région de Tarfaya, se caractérise par une prédominance des étendues tabulaires. Celles-ci sont séparées en deux ensembles bien distincts, par les reliefs du Jebel Zuarkziz et les Jbels Zini et Janfra.

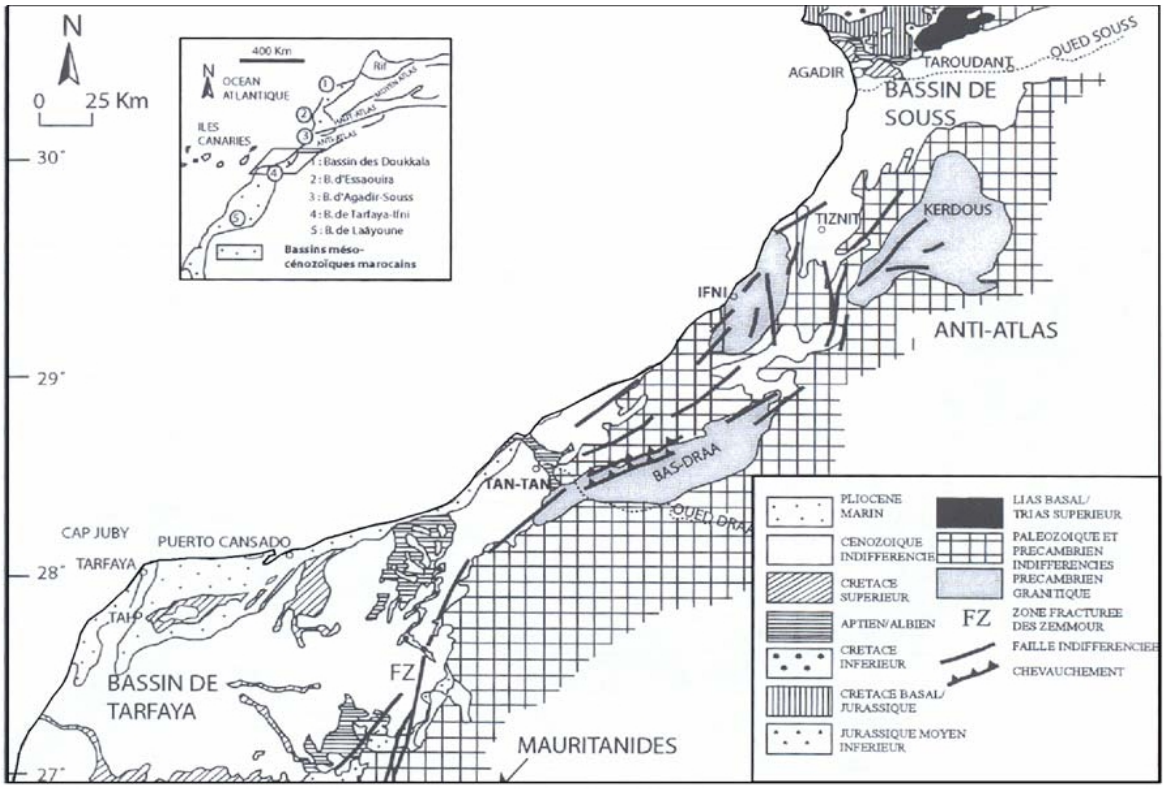


Figure 5-1 : Cadre géologique simplifié de la région

Source : Rapport de connaissance de la dynamique de l'ensablement et appréhension de son ampleur dans la zone SIBE de Khnifiss.

A l'Ouest, les plaines côtières de Tarfaya où se situe l'aire d'étude, ont une altitude qui ne dépasse pas 35 m. La surface du sol est recouverte de formations dunaires récentes, parfois consolidées, qui surmontent des calcaires pliocènes.

Deux types de formes karstiques abondent dans ces régions:

- Les graara - Maïder ou dolines peu incurvées, dont les fonds sont tapissés de sédiments argileux ;

- Les sebkhas plus vastes, (sebkha Tah: 25 km de largeur), plus profondes et recouvertes de croûtes évaporitiques salines.

A 1 km à l'Est de Tarfaya, on rencontre la stratigraphie suivante:

- lumachelles et grés moghrébiens sur 11 m;
- grés calcaires gréseux, identiques à ceux affleurant sur la côte, sur 20 m;
- marnes peu gréseuses à foraminifères, sur 20 m;
- marno-calcaires gris ou noirs du Crétacé, sur 50 m.

Le long de la côte, les grés jaunes miopliocènes, sont recouverts partout en discordance, par des dépôts moghrébiens. La "dalle hamadienne" calcaire, puissante de quelques mètres à 25 m, recouvre le Crétacé en plateau aplani. Le plateau passe latéralement à des «craies» ou des calcaires lités ou concrétionnés.

Le Quaternaire enfin comprend, dans la zone côtière, des dunes gosseuses consolidées, épaisses de 5 à 20 m et des terrasses alluviales et formations de reg.

5.1.2.2 Géologie du site d'implantation du projet

La coupe lithologique prévisible au droit du site du projet, comprend de haut en bas de la marne, les éléments suivants :

De 0 à 10-15m:

- Les formations dunaires récentes, parfois consolidées (Quaternaire actuel),
- Des calcarénites du Moghrébien,
- Des calcaires karstifiés du Pliocène.

De 10-15m à 40-45m:

- Des marnes du Miocène.

Au-delà:

- Des marnes et calcaires du Crétacé supérieur,
- Des marnes à intercalations de grès du Crétacé inférieur

5.1.2.3 Contexte Géomorphologique

La morphologie du bassin de Laâyoune est marquée par sa topographie quasi plate où on relève une surface côtière constamment recouverte par des dépôts de la transgression moghrébienne et des dunes consolidées post-moghrébiennes.

Au large de la zone côtière, le plateau est entaillé par plusieurs dépressions (sebkhas) sans écoulement, à fond plat, entourées de falaises. Au fond de ces sebkhas stagnent, en période hivernale, de vastes étendues d'eaux salées.

Les différentes formes morphologiques de l'aire d'étude sont:

Zones ensablées

Elles sont occupées, essentiellement, par des dunes consolidées jusqu'à Boujdour et sables mouvants dans le sens Tarfaya-Boucraa. Ces derniers ont une charge caillouteuse très faible de nature calcaire.

Zones de parcours

Elles se présentent sous forme de plateaux de formation géologique calcaire, avec affleurement par endroit et une charge caillouteuse en surface de 50 à 70%. Les taux de couverture végétale sont en général inférieurs à 25%.

Zones incultes

Ce sont des collines formées de dunes, de regs ensablés et de plateaux constitués de dalles affleurantes.

Zones salées

Elles sont représentées par les sebkhas. Ce sont des dépressions sans écoulement, à fond plat, entourées de falaises à bords francs. De dimensions variées, elles comportent généralement, au moins en hiver, des étendues plus ou moins vastes d'eaux salées, alimentées par des sources suintant sur leur périphérie, à la base des falaises. La plupart d'entre elles comportent au fond un dépôt salin. Cependant, de manière générale, les fonds des sebkhas sont recouverts, en surface, par des limons gypseux et salés.

La plus impressionnante est la sebkha Tah, occupant une superficie de 38 250 ha. Dans l'aire d'étude, nous soulignons la présence de la sebkha Tah, de la sebkha Tizfourine et de la sebkha Lahmira.

5.1.2.4 Ensablement

L'ensablement des régions désertiques est essentiellement d'origine marine. Les sebkhas, vastes dépressions issues de l'érosion hydro éolienne, en constituent également une source potentielle. Les particules sableuses proviennent des désagrégations des formations dunaires anciennement consolidées et des encroûtements calcaires datant du Moghrébien à sa phase régressive, et constituant la majeure partie du bassin Saharien compris entre la retombée occidentale de l'Anti-Atlas, et les confins Marocco-Mauritaniens au Sud.

Rejeté sur les plages par les vagues et les courants littoraux et repris par les alizés du Nord-est, le sable s'édifie en petites dunes bordières à profil barkhanique (en forme de croissant) très mobiles.

Sous l'action éolienne, celles-ci rattrapent et engraissent les dunes continentales et le déplacement devient uniforme au bout de quelques dizaines de kilomètres, soit sous forme de barkhanes isolées de grande hauteur, soit en nappes sableuses, ou à l'intérieur d'un champ dunaire de plusieurs centaines de kilomètres composé de barkhanes plus ou moins jointives, pouvant atteindre plus de 15 m de haut et 75 m de large au niveau des aires de grandes concentrations de sable. La moyenne étant de 6 à 10 m de hauteur et de 15 à 35 m de large.

La région de Laâyoune est caractérisée entre autre par l'existence:

- D'un champ dunaire orienté Nord-sud, qui prend naissance dans les environs de Tarfaya et se prolonge jusqu'au niveau Sud de Boujdour.
- D'un deuxième champ plus au Nord, au niveau de la sebkha Khnifiss. Il avance vers le Sud et Sud-ouest sur une longueur de 200 km environ et une largeur comprise entre 10 et 15 km, jusqu'à nourrir au bord de la Sequia El Hamra au Sud De Haggounia.

La dynamique des mouvements de sable dans cette région, accentuée en période de grands vents (Avril-Octobre), est aggravée davantage par la présence des conditions

morphologiques favorables. Hormis quelques sebkhas (Tah par exemple) et oueds assez larges et encaissés (Oueds Sequia El Hamra, Khawi Nâam, Haggounia entre autre), les terrains traversés sont plats. Ils présentent un substratum rocheux rigide et cohérent, accélérant le glissement en reptation et saltation des particules sableuses. De plus, les dépressions traversées constituent des aires complémentaires pourvoyeuses de sable.

5.1.3 Topographie et Hydrographie

5.1.3.1 Topographie

Les plaines côtières de Tarfaya ont une altitude moyenne de 25 à 35m. Les graara-maader sont des dépressions de forme ovale dont la superficie est comprise entre un et quelques hectares; le creusement atteint habituellement quelques décimètres et plus rarement quelques mètres au centre des plus vastes; les fonds, tapissés de sédiments argileux, sont couverts d'une végétation naturelle qui comprend essentiellement des salsolacées et des euphorbiacées; lorsque ces graaras sont défrichées et parfois cultivées, elles prennent le nom de maader. Les sebkhas (Tableau 5-1) sont des dépressions beaucoup plus vastes et profondes dont le fond est habituellement recouvert de croûtes salines. Elles se situent souvent au-dessous du niveau de la mer; la plus importante est la sebkha Tah (382 km^2 de superficie) dont le fond se situe à la cote -65 NGM. Ces plaines côtières se prolongent vers le NE et tout le long du littoral en une plate-forme large de 5 à 15 km, ancienne terrasse marine d'âge Moghrébien, profondément entaillée par les quelques oueds qui atteignent la mer. Les entablements des Hamadas les dominent, formant plusieurs niveaux à une altitude voisine des 200 m (Hamadas Tellia, Gueblia, El-Gaada).

Le site d'implantation proposé du parc éolien se trouvent sur la région de Tah.

Tableau 5-1 : Surface et profondeur des sebkhas dans l'aire d'étude

Nom	Surface	Profondeur
Sebkha Lahmira	832 ha	- 4 mètres
Sebkha Tizfourine	2'346 ha	- 35 mètres
Sebkha Tah	38'250 ha	- 65 mètres (point le plus bas du Maroc)

5.1.3.2 Hydrographie

Du point de vue bassin versant, la zone du projet fait partie d'un ensemble dénommé «la plaine de Tarfaya».

5.1.3.3 Les eaux de surface

Le terrain est trop perméable pour retenir les eaux de pluie d'automne, et trop plat pour permettre leur ruissellement. Ces eaux sont rares dans toute la zone excepté les quelques sebkhas d'eaux stagnantes.

Le tracé des oueds est différent suivant les paysages morphologiques (voir Figure 5-2). A l'Est, les écoulements deviennent très fréquemment endoréiques, et les seuls

exutoires des eaux de surface de la dépression de la Betana sont les cluses de Touizgui-Remz et de Msseied. Enfin, sur la Hamada, c'est vers le Sud que s'évacuent les eaux.

Mise à part quelques zones restreintes où les gueltas sont permanentes, il n'existe aucun oued pérenne au Sud de l'oued Drâ. Par ailleurs, aucun jaugeage et peu d'évacuations de débit de crues ont été effectués jusqu'à présent. Ceci s'explique par le fait que les crues sont rares et très brèves.

Les oueds côtiers dans tout le bassin sont, du Nord au Sud:

- L'oued Drâ, connaît une crue notable tous les deux à quatre ans et une très forte crue tous les 5 à 7 ans.
- Le Saheb-El-Harcha, au bassin versant étroit et en forme de couloir, draine à l'amont une faible partie du massif du jbel Zin. Etant donné la nature et l'importance du bassin versant, les crues doivent être brèves et peu abondantes, d'autant plus que l'oued n'atteint même pas la mer.
- L'oued Chebeïka, au bassin très étendu (2'700 km^2), notamment sur le massif primaire, a des crues très violentes, principalement dans son cours montagneux. La crue proprement dite dure quelques heures, mais le ruissellement se poursuit ensuite durant quelques semaines alors que des gueltas peuvent se maintenir plusieurs mois. Le bassin-versant étant essentiellement constitué par des marnes du Crétacé plus ou moins salées, la salure des eaux est élevée vers l'aval. D'après les nomades, les eaux de crues elles-mêmes seraient salées.

L'oued El Hamra, a un bassin versant de 600 km^2 environ, entièrement situé dans les calcaires de la Hamada. D'après les nomades, l'oued présente une crue par an pendant deux ou trois jours et le débit de pointe correspondant peut être évalué au maximum entre 1 et 10 m3/s d'eau douce; après la crue, un filet d'eau salée prolonge l'écoulement pendant un à deux mois et correspond sans doute au déversement des nappes souterraines.

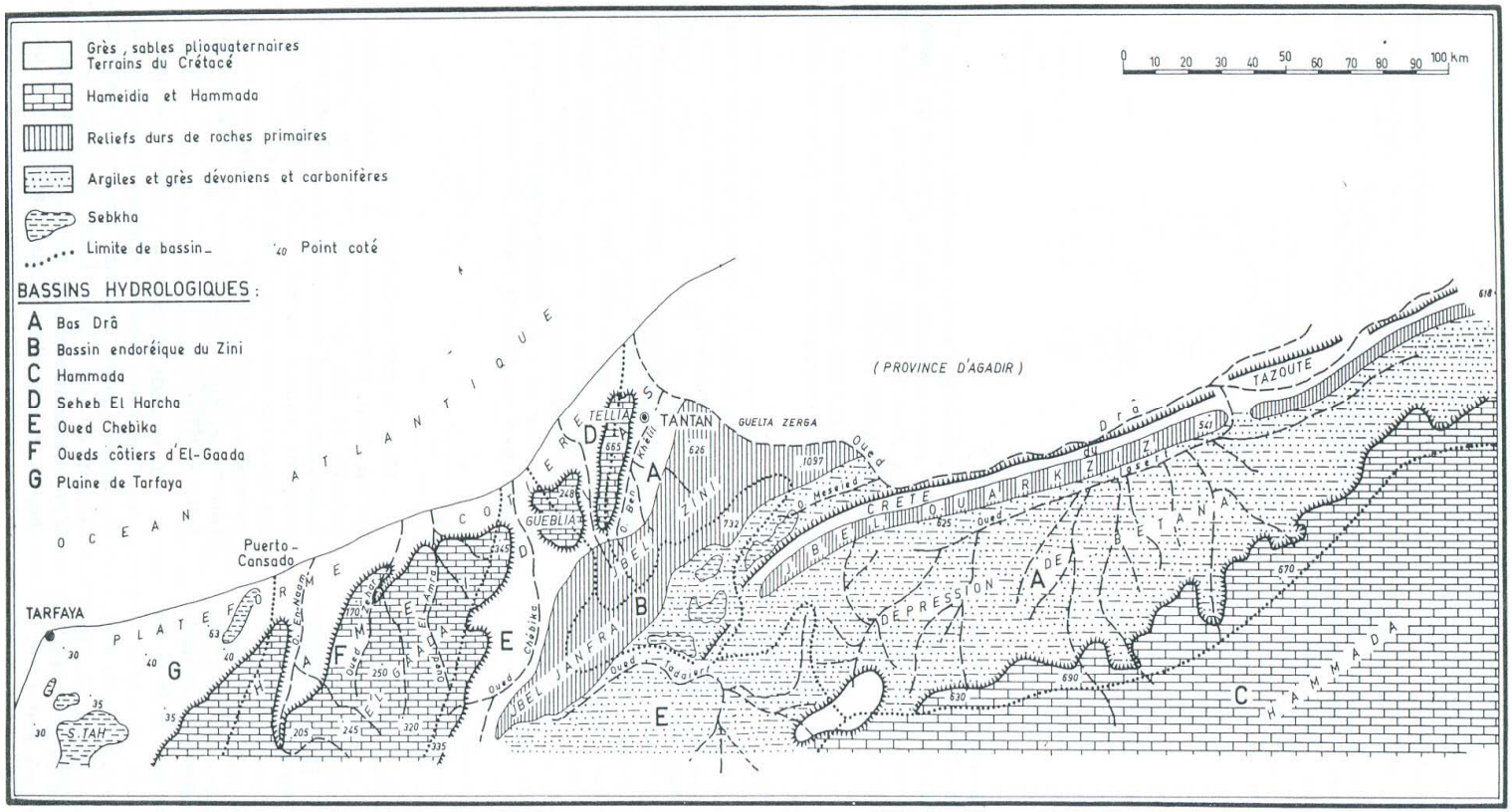


Figure 5-2 : Carte des bassins versants hydrologiques

Source : Ressources en eau du Maroc (Tome 3).

- L'oued Ez Zehar, possède un bassin versant de 700 km^2. La ressemblance des écoulements avec ceux de l'oued El Hamra est très probable, étant donné la similitude des deux bassins versants à tout point de vue.
- L'oued Khaoui Naâm est certainement plus important que les deux précédents en raison de la plus grande superficie de son bassin versant (850 km^2 dans la partie située dans le territoire de la province). Il a une longueur de 61,7 km et une pente moyenne faible de 0.6 %. Il est caractérisé toutefois par une cascade située dans sa partie amont qui a une hauteur de près de 100 mètres. Le cours d'eau coule le long d'une dépression dont la largeur est variable, elle va de 200 mètres à 2.45 km comme dans le site de Chebkha. Dans ce dernier endroit, la largeur de la vallée, l'accumulation de l'eau et des sédiments ont permis l'installation d'une végétation assez dense.
- L'oued Al Ouaâr qui prend sa source dans différents endroits est le résultat de la réunion de plusieurs cours d'eau dont le plus important est l'oued Ez Zahar. A partir de l'oued Ez Zahar, l'oued Al Ouaâr a une longueur de 51 km pour une pente moyenne de 0.8 %.

Les affluents de la rive gauche de l'oued Drâ (au Nord) qui drainent la province de Tarfaya sont beaucoup moins importants que ceux de la rive droite: les deux grands sont le Tigzert en amont et le Ben-Khelil en aval.

- L'oued Tigzert collecte les eaux du flanc Sud du jbel Ouarkziz et celles de la dépression de la Bétana ; cependant la faible pente du bassin favorise une évaporation intense des eaux de ruissellement qui n'atteignent l'oued Drâ que certaines années, en traversant la cluse de Touizgui-Remz où l'eau est pérenne dans une vaste guelta.
- L'oued Ben-Khlil, au bassin versant de 900 km2, est constitué de formations primaires en amont (jbel Zini), de marnes du Crétacé et de limons quaternaires en aval. En principe il survient une forte crue par an à l'automne, et en moyenne une à trois autres petites crues pendant le reste de l'année ; la plus grande partie de ces eaux rejoignent l'oued Drâ.

5.1.3.4 Les eaux souterraines

En l'absence d'eau de surface, les eaux souterraines constituent la seule ressource en eau de la région. La rareté des précipitations fait également que les nappes inventoriées ne sont peu ou pas du tout rechargées.

La nappe de Tarfaya est parmi les nappes superficielles de moindre importance qui ont été inventoriées dans le bassin du Sahara. Elle est localisée, de faible étendue, de faible productivité et avec une eau de qualité moyenne à mauvaise (5 à 7 g/l). Elle est exploitée localement par des puits pour l'alimentation en eau potable et l'irrigation. Cette nappe se développe au sud de la ville de Tarfaya sur une superficie de plus de 100 km^2. Le réservoir aquifère est constitué de sables et de grés calcaires du plio-pléistocène. Le substratum est formé des marnes du Miocène ou des calcaires du crétacé (Turonien à Sénonien), dont le toit peut former localement un aquifère. La puissance de la nappe varie de 5 à 20 m. La profondeur du niveau de l'eau est proche du sol au voisinage de Tarfaya et s'accroît en allant vers le sud. La transmissivité du grés calcaire et du sable est moyenne, de l'ordre de 3.10^{-3} m^2/s, quant à celle du marno-calcaire, elle est faible et varie entre 10^{-4} et 10^{-6} m^2/s. la productivité des ouvrages, relativement

bonne, augmente du sud vers le nord et de l'Est vers l'ouest avec des débits qui varient de 5 à 15 l/s.

Les eaux mobilisées à partir de la nappe, sont utilisées pour l'AEP de la ville de Tarfaya après une déminéralisation. Un volume journalier de 800m^3 est fourni par la station de déminéralisation.

La plupart des points d'eau de cette région sont des puits implantés sur des remplissages alluvionnaires souvent discontinus ou des sources, exutoires, plus ou moins intermittentes, de circulations karstiques.

Les puits sont dans la terminologie sahraoui désignés selon des noms différents en fonction de leur profondeur: «Tlinsi» se rapporte à des trous creusés dans les alluvions et rencontrant l'eau à quelques dizaines de centimètres de profondeur; «Egla» est du même genre, mais un peu plus profond (1 à 2,5 m); «Arguis» désigne des trous creusés dans un oued au pied d'un escarpement rocheux exposé à l'ombre, constituant une sorte de petite guelta artificielle abritée de l'évaporation. Un «Hassi» est un puits profond de quelques mètres alors que le «Bir» dépasse une dizaine de mètres. Ces ouvrages sont connus dans toute la région et constituent des lieux de passage pour les troupeaux et les caravanes.

5.1.3.5 Hydrochimie du site du projet

Dans les sebkhas fermées (sebkha Tah), ainsi que dans les basses vallées du Sud de Tarfaya, les eaux sont généralement salées. Ceci est dû aux faibles précipitations (moins de 50 mm/an), associées à une évaporation intense (320 jours d'ensoleillement par an).

Les eaux sont à peine moins concentrées à la base du Pliocène (3,2 à 3,5 g par litre) comme l'ont montre les sondages exécutés près de Tarfaya.

Cette région parait donc dépourvue d'eau douce.

5.1.3.6 Situation dans le site d'implantation du projet

Dans le site d'implantation du parc éolien, sur la plaine de Tarfaya, il n'existe aucun oued et l'écoulement même diffus est très faible. Néanmoins, on peut rencontrer des surfaces d'eaux stagnantes qui se créent grâce aux eaux météoriques.

La perméabilité des formations plio-quaternaires est relativement bonne; il existe aussi une nappe étendue dans ce secteur.

La forme de la surface piézométrique est imposée par la mer (niveau 0) et par la sebkha Tah (niveau -65 NGM). Cependant, le bombement médian que l'on observe entre ces deux limites semble témoigner d'une alimentation de cette nappe par les infiltrations locales. Dans ce cas, les réserves devraient être assez faibles, étant donné la pénurie de la pluie.

5.1.4 Climatologie

L'aire objet de l'étude est située dans l'étage bioclimatique saharien à hiver chaud. Le climat est fortement marqué par l'influence de l'alizé maritime (André et al., 1975): forte humidité de l'air, importante nébulosité et températures modérées. Les vents sont relativement fréquents, dominés par ceux de direction Nord NO à NE. Néanmoins, durant l'été, le climat est parfois influencé par les courants continentaux chauds. Les variations de températures sont influencées par le régime thermique des eaux côtières

(André et al., 1975). L'aire d'étude se trouve entre les stations météorologiques de Tan Tan et celle de Laâyoune.

Comme il n'existe pas de station météorologique à Tarfaya, nous avons pris les données enregistrées des deux stations pour analyser la situation climatique de l'aire d'étude et donc, du site d'implantation des éoliennes. La station de Tan Tan se trouve à environs 250 km à l'Est à une latitude de 28°36'N et une longitude de 010°05'O. Elle est à une altitude de 229.5 m. La station Laâyoune se trouve à une latitude de 27°10'N et une longitude de 013°13'O. Elle est à une altitude de 64 m.

De plus, en ce qui concerne les vents, on peut se baser sur le Rapport sur le vent «Wind Report», qui passe en revue les mesures effectuées sur le site.

5.1.4.1 Températures et précipitations

En se basant sur les données collectées aux stations météorologiques de Tan Tan et Laâyoune entre 1977 et 2006, on peut définir les principaux paramètres météorologiques caractérisant le climat comme suit (voir les Figures 5-3 et 5-4):

- Les précipitations moyennes mensuelles: elles présentent de fortes variations au cours de l'année, de 0.7 à 19.9 mm/mois pour Tan Tan et de 0.03 à 15.3 mm/mois pour Laâyoune. La majorité des précipitations est concentrée en hiver (novembre-mars), tandis que la période d'été (juillet-août) est pratiquement sèche. Les précipitations annuelles moyennes se situent entre les 58.8 mm de la station de Laâyoune et les 106.3 mm de la station de Tan Tan.
- La température maximale moyenne est de 26.3 °C en septembre pour la station de Tan Tan, est de 30.2 °C en août pour la station de Laâyoune. Les températures de Laâyoune ont une légère tendance à être plus élevées que celles de Tan Tan. En effet, la station de Laâyoune est située plus au Sud. Les températures les plus élevées sont enregistrées durant les mois de septembre et d'octobre pour Tan Tan et les mois d'août et septembre pour Laâyoune.
- La température minimale moyenne est de 11.5 °C en janvier pour la station de Tan Tan, et de 11.4°C en janvier pour la station de Laâyoune.

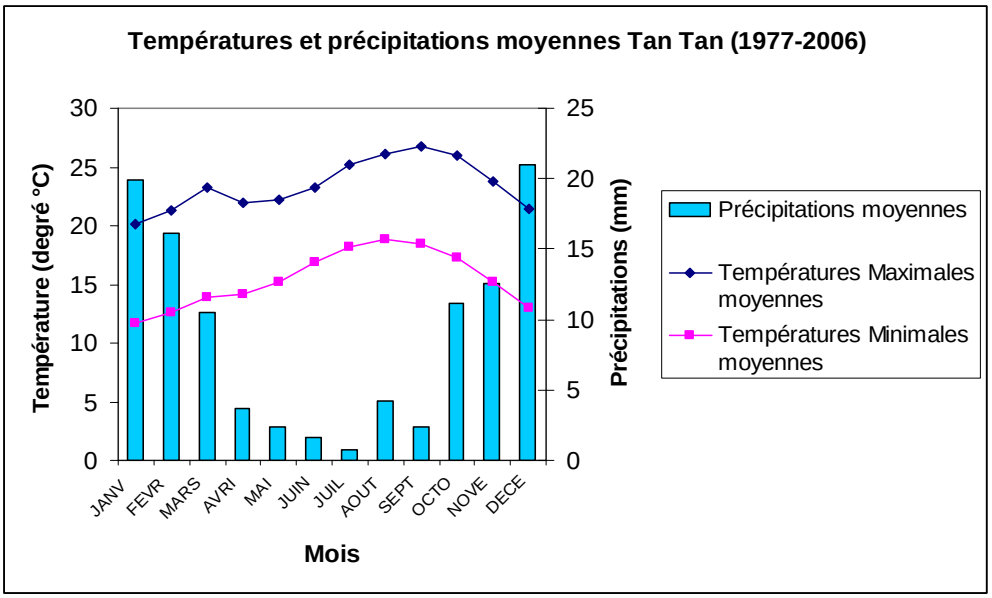


Figure 5-3 : Températures et précipitations moyennes de la station de Tan Tan

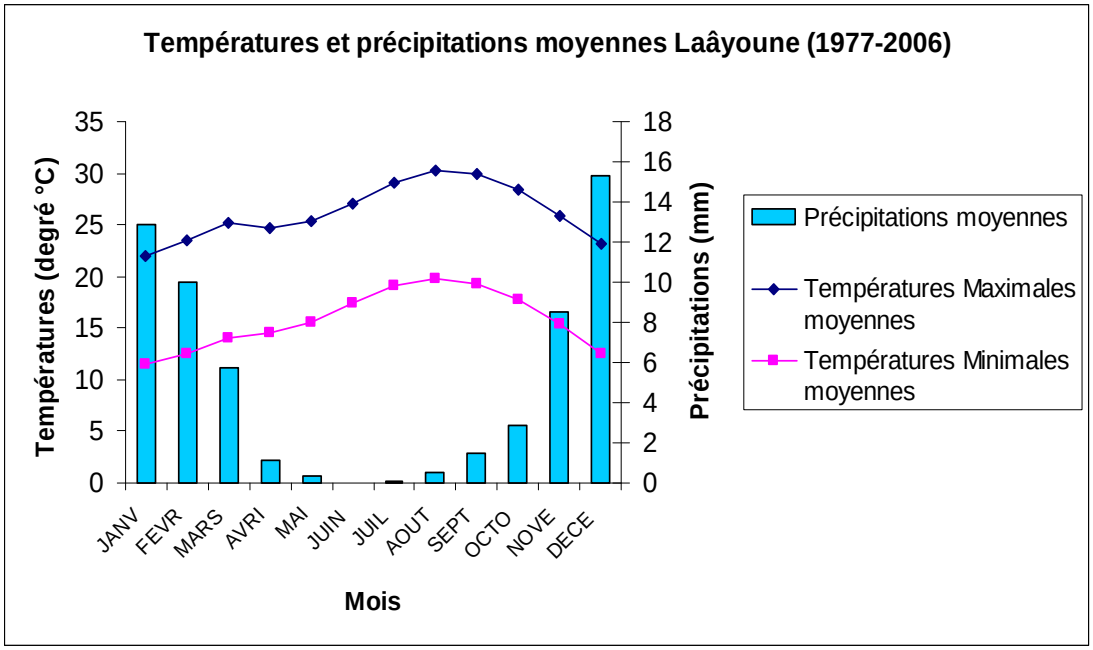


Figure 5-4 : Températures et précipitations moyennes de la station de Laâyoune

5.1.4.2 Les vents

La direction ainsi que la vitesse maximale mensuelle du vent au sol ont été mesurées aux stations de Tan Tan et de Laâyoune de 1977 à 2006. Le Wind Report fournit d'autres données de vent grâce aux mesures de quatre mâts, deux situés aux alentours de Tarfaya, un auprès Tiskrad et un auprès de Tah. L'un des mâts de Tarfaya est mis en opération par le CDER et il est le seul qui mesure les vents aussi à une hauteur de 20 et 40 m.

La vitesse maximale moyenne au sol a pu être déduite de ces données. Elle est de 20.9 m/s pour Tan Tan et de 18.9 m/s pour Laâyoune, ce qui est assez élevé.

Pour les quatre mâts de mesure présents sur le site, la vitesse moyenne à 10 m de hauteur, selon le Wind Report, pour la période de mensuration est de 6.3 m/s (mât 1, CDER), 6.7 m/s (mât 2, Tiskrad), 6.1 m/s (mât 3, Tah) et de 5.6 m/s (mât 4, Tarfaya).

Les données de direction maximale mensuelle du vent au sol des stations de Laâyoune et Tan Tan ont été travaillées de manière à ce que la direction maximale du vent en général puisse être représentée en rose des vents (voir Figures 5-5 et 5-6).

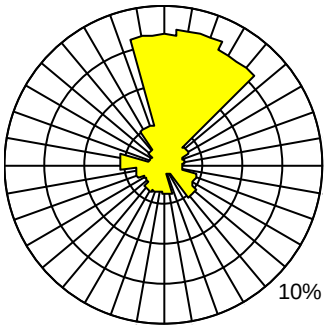


Figure 5-5 : Rose des vents à la station météorologique de Tan Tan

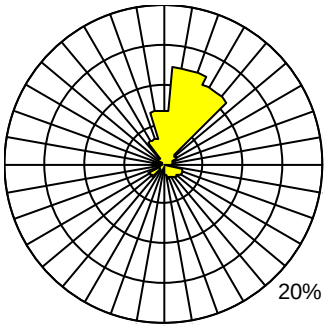


Figure 5-6 : Rose des vents à la station météorologique de Laâyoune

Les deux roses des vents ci-dessus nous montrent que les vents viennent surtout du Nord Nord-est. Cette direction est plus marquée au niveau de la station de Laâyoune que de Tan Tan. En effet, l'oscillation des vents est plus grande au niveau de la station Tan Tan. Les résultats de l'analyse des données sur la direction du vent auprès des quatre mâts situées dans l'aire d'étude, contenus dans le Wind Report, confirment les données des deux stations (direction du vent prédominante Nord-Nord-est).

5.1.5 Qualité de l'Air et Bruit

En matière de qualité de l'air et du bruit dans l'aire d'étude, il faut identifier la Route Nationale N1 comme la seule source d'émissions de polluants atmosphériques et de bruit. La route nationale N1 est un véritable cordon ombilical reliant le Nord au Sud du Maroc. La circulation moyenne journalière (CMJ) varie entre 2500-5000 véhicules/j, dont plus de 50 % de poids lourds. Néanmoins, les volumes de trafic routier demeurent relativement faibles (route à une voie par direction).

5.1.6 Synthèse du milieu physique

En ce qui concerne le milieu physique, l'aire d'étude est caractérisée par des plateaux, des dunes de sable et des formations types graaras, maaders et sebkhas.

Géologiquement, l'aire d'étude se situe dans le Bassin côtier de Tarfaya qui constitue lui-même la partie septentrionale du "Bassin de Laâyoune-Boujdour". Les formations géologiques font partie des séries du Crétacé et du Miocène et elles sont recouvertes dans la partie occidentale (le long de la côte) par des dépôts marins du Moghrébien.

A l'Ouest du site en étude se trouve la bande de dunes en mouvement, d'orientation N-N-E. La partie Ouest du site est donc influencée par une tendance à l'ensablement.

Les étendues d'eaux de surface dans l'aire d'étude se limitent aux eaux stagnantes des sebkhas (Tah, Lahmira et Tizfourine). La pauvreté en ressources d'eau douce se reflète aussi par le fait que les nappes inventoriées ne sont peu ou pas du tout rechargées. Ceci principalement en raison des faibles précipitations annuelles.

5.2 Milieu naturel

5.2.1 Introduction

Compte tenu de la situation biogéographique de la zone d'étude (Maroc Saharien), les facteurs qui discriminent la distribution des espèces sont liés au climat. C'est l'aridité, facteur limitant pour la vie végétale et animale, qui limite les climax des régions arides et sahariennes et leur flore et faune sont constituées d'espèces adaptées au milieu.

Le Sahara marocain présente cependant un grand avantage climatique dû à la proximité de la mer; les conditions de sécheresse n'y sont pas extrêmes et il n'est pas rare d'avoir une végétation arborée assez dense (acacias, tamarix, etc.), en particulier dans les graaras et les lits des oueds.

D'une façon générale, c'est le facteur eau qui joue le facteur limitant quant à la répartition de la végétation et de la faune dans l'espace. Les différents écosystèmes naturels se localisent autour de tous les points d'eau: graaras, embouchure des oueds, le long du littoral où le degré d'humidité est le plus élevé.

5.2.2 Les formations végétales

Du point de vue phytogéographique, la zone d'étude est inclue dans le domaine macaronésien marocain qui s'étend de Safi au nord jusqu'au sud de Laâyoune. Les conditions climatiques ainsi que le substratum géologique n'ont pas favorisé le développement des sols qui constituent le support de la végétation.

La zone de l'étude relève des étages de végétation infra méditerranéen et le Maroc saharien s'individualise par ses particularités climatiques très adoucies par l'influence de l'océan atlantique (régime d'alizés maritimes), par sa flore dominée par des éléments macaronésiens dont les plus remarquables sont crassulescents et aphylles.

La couverture végétale pérenne rencontrée est pauvre et discontinue sous forme de broussaille ou steppe arborée basse (50 cm de haut en moyenne) et éparse, caractérisée par la prédominance des espèces adaptées au milieu aride avec des différenciations liées souvent aux conditions topographiques, à l'hygrométrie de l'air et à l'humidité des sols.

Le long de la frange littorale, sur une bande d'environ 15 km, la zone abrite des espèces macaronésiennes succulentes sous forme de steppes claires. Les plantes qui dominent sont marquées par un groupement de sables maritimes et continentales, ce groupement est composé principalement par:

- Rhus albidum (fr. ebène blanc, en : -);
- Nitraria rétusa;
- Zygophyllum gaetulum(fr. Zygophyllum , en. -);
- Launaea arborescens;
- Lycium intricatum (fr. Couronne du Christ, en. -);
- Salsola teragona ;
- Periploca laevigata;
- Asparagus altissimus;
- Atriplex halimus (fr. Arroche halime, en. Mediterranean saltbush).

Plus à l'intérieur dans les dépressions ou dans les sebkhas (Lahmira, Tizfourine et Tah), le milieu offre une composition floristique réduite. Les espèces de Zygophyllum waterlotti et Zygophyllum gaetulum constituent bien souvent à eux seuls le groupement végétal. Ces espèces traduisent la teneur en sel de 15 à 25 g/kg de sol sec.

Toutes les espèces végétales des différents milieux précités occupent une place importante et offrent de multiples services à l'homme: bois, pâturage, alimentation et médecine traditionnelle. Toutefois, la couverture végétale est constamment détruite par le pâturage et l'action de l'homme, et ne constitue plus un obstacle en mesure de piéger et stabiliser le sable en mouvement.

Considérant les conditions climatiques difficiles et environnantes (par exemple ensablement), la végétation occupe une place importante pour le maintien de la biodiversité dans la zone d'étude. Il est donc important de préserver la végétation face aux situations de dégradation et de destruction superflue. En effet, une fois détruite, la végétation a besoin de longues périodes pour se régénérer, vu que la vitesse de développement est fortement réduite par apport à d'autres milieux.

5.2.3 Faune sauvage terrestre

La faune de la zone d'étude est globalement en régression forte, avec d'importantes modifications dans la distribution des peuplements.

La faune est constituée essentiellement d'oiseaux migrateurs qui transitent par la région notamment le flamant rose et les limicoles (près de 20'000 individus par an). Il existe également plusieurs espèces de mammifères dont 2 répertoriées endémique marocaine (gazelle de cuvier et le fennec).

Tableau 5-2 : Liste des espèces endémiques, rares, menacées et disparues

Endémiques	Rares et Menacées	Disparues
- Gazella cuvieri (en: Cuvier's Gazelle, f: Gazella cuvieri) - Vulpes zerda (en: Fennec Fox, f: Fennec)	- Gazella cuvieri (en: Cuvier's Gazelle, f: Gazella cuvieri) - Felis silvetris (en : European Wildcat f : chat sauvage d'Europe) - Canis aureus (en: Golden jackal, f : chacal doré) - Vulpes vulpes (en: Fennec Fox, f: Fennec)	- Gazella dama (en: Dama Gazelle, f: Gazelle dama) - Gezelle dorcas (en: Dorcas Gazelle, f : gazelle dorcas ou gazelle Dorcade) - Acinonyx jubatux (en : cheetah, f : guépard) - Addax (en : Addax, f : addax ou antilope à nez tacheté) - Oryx (en: Oryx, f : Oryx)

La Gazelle de Cuvier (Gezelle cuvier)

La gazelle de Cuvier est endémique du Maghreb, où elle vit depuis le Maroc à l'ouest jusqu'à la Tunisie à l'est. Depuis 1986, l'espèce a été observée dans la zone de Sequia El Hamra, avec des animaux sporadiques au nord et nord-ouest de Smara.

En hiver, des animaux sont régulièrement observés dans la moyenne Sequia El Hamra, alors que, selon tous les informateurs, l'espèce est absente en saison estivale.

L'espèce a disparu de la basse Seguia El Hamra, la dernière observation remontant à la période 1930-41 (Morales Agacino, 1949).

Fennec (Vulpes zerda)

Le fennec a été observé dans les régions du Sahara littoral et Sequia El Hamra. L'espèce est cantonnée aux milieux sahariens sableux, préférant manifestement les ergs, les milieux dunaires et les milieux à voile sableux continu.

A l'exception du fennec, dont la viande est considérée comme «odorante». Les espèces de canidés sauvages sont consommées par l'homme, dans un but thérapeutique et/ou magique, leur viande étant renommée comme fortifiante.

Les menaces globales sur les canidés sont en grande partie liées aux destructions; chasse directe, piégeages et campagnes d'empoisonnement à la strychnine, qui ont débuté au cours des années 50. D'autres poisons, d'efficacité variable, sont également utilisés.

Seul le fennec est une espèce protégée par la loi, les autres canidés étant considérés comme des espèces nuisibles.

Chacal doré (Canis aureus)

Aucune observation postérieure à 1986 n'a été réalisée dans la zone de Sequia El Hamra. Etant donné les densités observées de l'espèce, souvent très faibles, il serait prématuré de conclure à la disparition de l'espèce dans cette région, où se maintiennent très probablement quelques animaux.

En milieu saharien, il y a une nette préférence envers les milieux limoneux, et, dans une moindre mesure, envers les milieux de reg.

Renard roux (Vulpes vulpes)

Le renard roux a été observé dans le nord du Sahara littoral. En milieu saharien, l'espèce est présente dans de nombreux milieux, à l'exception des Hamadas, milieu sans doute trop pauvre, et des ergs.

Le chat ganté (Felis silvetris)

Le chat ganté, que l'on pense être l'ancêtre du chat domestique, a été observé dans les régions sahariennes, avec en particulier de nombreuses observations sur la bande littorale, où l'espèce a une activité très diurne.

En milieu saharien, son observation indique une préférence apparente pour les milieux ensablés (ergs exceptés). Les milieux limoneux, relativement productifs, ainsi que les milieux de collines semblent être recherchés.

Au cours des dernières décennies, l'habitat d'importante population côtière saharienne a été envahi par des pêcheurs, qui ont fréquemment amené des chats domestiques, accroissant sérieusement le risque d'hybridation, et limitant l'habitat laissé disponible pour le chat ganté.

Le caracal (Caracal caracal)

Ce félin de taille moyenne est un chasseur fort efficace, ses proies atteignant des tailles respectables par rapport à sa taille. L'espèce semble avoir disparu du Sahara littoral, cette constatation devant être interprétée avec prudence, étant donné la discrétion de l'espèce (la dernière observation a été réalisée en1981 dans la sebkha Oum Ed Dba).

Le lièvre du Cap (Lepus capensis)

Il occupe une très vaste répartition: partie nord et est de l'Afrique, et une grande partie de l'Asie. C'est une espèce particulièrement plastique, puisqu'on la trouve depuis les régions désertiques du Sahara jusqu'aux milieux forestiers.

Le trafic en accroissement constant cause une forte mortalité de l'espèce.

La gazelle dorcas (Gezelle dorcas)

La gazelle dorcas, est une espèce de petite taille, autrefois largement répandue dans l'ensemble des régions de plaine du nord de l'Afrique, Sahara inclus. Cette espèce considérée comme banale a payé un très lourd tribut à une chasse excessive.

Cette espèce est observée dans le Sahara littoral, où apparaissent épisodiquement des animaux isolés, et qui ne sont jamais stabilisés géographiquement, et au niveau de la zone de Sequia El Hamra.

L'ensemble des données montre que la gazelle dorcas a fortement régressé, à la fois dans son aire de répartition et dans ses effectifs.

Le facteur primordial dans la régression de l'espèce est sa surexploitation, en particulier à cause d'une chasse abusive, sévèrement réglementée depuis les années 50, et illégale depuis 1968.

La gazelle dama (Gazelle dama)

Cette gazelle se trouve seulement sur la périphérie du Sahara, avec une aire beaucoup plus vaste dans les régions sahéliennes. Cette grande gazelle rousse et blanche est représentée par la sous-espèce Mhorr au Maroc et dans le Sahara occidental.

La gazelle dama a été observée seulement en bioclimat saharien supérieur et inférieur, avec une préférence apparente pour le saharien inférieur. Les variantes où l'espèce a été relevée vont du chaud au tempéré.

La chasse est manifestement responsable de la disparition de l'espèce. Une gazelle dama, qui peut peser jusqu'à une trentaine de kilogrammes, représente une quantité de viande appréciable. Par ailleurs, les calculs biliaires de cet animal étaient très recherchés comme talisman, et avaient une forte valeur commerciale.

L'hyène rayée (Hyanena hyaena)

La sous-espèce Barbara d'Afrique du Nord de grande taille, et ses effectifs décroissent très fortement. Le régime alimentaire est en grande partie charognard.

L'hyène rayée, subsiste surtout dans le nord du Sahara occidental, où les effectifs ne dépassent probablement pas la centaine d'animaux, la majeure partie des animaux semblant concentrée dans un secteur allant des bords de l'océan Atlantique jusqu'à une centaine de kilomètres à l'intérieur des terres.

Le guépard (Acinonyx jubatux)

Au Maroc, on trouve la sous espèce Hacki, répandue dans l'ensemble de l'Afrique du nord et du Sahara. La sous espèce a été observé dans les bioclimats saharien inférieur et supérieur à variante tempérée et chaude.

Le facteur fondamental de sa régression est l'effondrement des populations de gazelles dorcas, qui constituent sa proie essentielle. Dans la zone étudiée, il est possible que le guépard capturait la gazelle de Cuvier, encore relativement abondante, en particulier quand cette espèce s'aventure en plaine.

L'addax (Addax nasomaculatus) et **l'oryx algazelle** (Oryx dammah)

Historiquement ces deux espèces étaient présentes plus au sud en région saharienne:

L'addax nasomaculatus a été observé au Maroc uniquement dans le Sahara occidental, au sud de Sequia El Hamra. Ces observations montrent que l'espèce préfère les milieux sableux.

Oryx dammah a été observé au Maroc dans le Sahara occidental, au sud de la Sequia El Hamra. L'espèce fréquente plutôt des milieux à sol dur.

Les causes de la disparition de ces espèces sont la surexploitation par l'homme: ces animaux de forte taille représentent un gibier attractif par leur masse de viande (l'addax, espèce relativement lente, est assez facile à chasser).

5.2.4 Avifaune

Afin d'élaborer un avis scientifique sur les enjeux ornithologiques potentiels que soulèverait l'installation et la mise en service d'un parc éolien dans la région de Tarfaya, il était nécessaire de rassembler toutes les informations relatives aux oiseaux (nicheurs, hivernants et migrateurs) de la région ainsi que sur les caractéristiques de la migration dans cette portion du littoral atlantique marocain.

Les données sur l'avifaune du site prévu pour l'installation du parc éolien de Tarfaya ont été compilées pour l'essentiel tout d'abord à partir des données extraites de la bibliographie en Annexe 7.

Les résultats se composent d'une présentation de la zone et des principaux habitats écologiques rencontrés.

De plus, les données du peuplement global d'oiseaux sont présentées, en insistant sur les valeurs patrimoniales. Les résultats des campagnes ornithologiques printanière et automnale sont aussi présentés. Ces études considèrent le peuplement nicheur et le peuplement migrateur printanier et automnal; pour les caractéristiques de la migration automnale, nous nous sommes appuyés aussi sur l'étude de référence de Pienkowski (1975).

5.2.4.1 Habitats dans l'aire d'étude

Les photos des habitats de l'aire d'étude sont montrées en Annexe 8.

L'habitat dominant dans l'aire d'étude correspond à une steppe arbustive haute de 10 à 60 cm, installée sur un reg caillouteux ou sablonneux selon les endroits. La composition ainsi que le taux de recouvrement de cette steppe ne sont pas homogènes; ils varient selon que le reg est caillouteux ou sablonneux. Par endroits, au niveau de ces regs apparaissent de faibles dépressions où la végétation arbustive est mieux développée et où elle est accompagnée par une végétation annuelle herbacée se développant juste après les précipitations (Graras).

En général, cette steppe est beaucoup plus conservée en dehors du site du projet, au milieu duquel passe la route nationale. En plus de la dégradation liée aux travaux de construction de cette route, des lignes électriques de moyenne et haute tensions ainsi que du réseau d'eau potable, la dalle de grès superficielle, qui représente le substratum rocheux de toute la région, est exploitée comme carrière à ciel ouvert pour en extraire les matériaux.

Le deuxième habitat typique de la région est représenté par les sebkhas. Quand ces Sebkhas sont profondes (celles de Tizfourine et de Tah), les bords (appelés Krebs) peuvent être très abruptes par endroits ou carrément verticaux; ils représentent alors des lieux privilégiés en tant que sites de reproduction pour des espèces de rapaces.

Des dunes de sable existent ça et là; elles sont relativement basses du côté ouest (1 à 2 m) et sont plus imposantes et plus hautes (jusqu'à 4 m) dans l'est.

5.2.4.2 Oiseaux nicheurs (résidents et visiteurs d'été)

27 espèces nichent ou sont susceptibles de nicher dans les limites du site considéré ou dans ses environs immédiats (Tableau 5-3) ; alors qu'une partie des 7 autres espèces connues de la région, doivent visiter le site ou s'y reproduire, et sont à rechercher; soit un total de 34 espèces si l'on considère une autre espèce dont nous n'avons aucune preuve de nidification récente (Outarde houbara). 31 oiseaux nicheurs parmi les 33 espèces présentes actuellement sur le site sont des sédentaires; la Fauvette à lunettes et le Traquet du désert sont des nicheurs migrateurs.

Tableau 5-3: Liste des oiseaux nicheurs dans le site ou dans ses environs immédiats (E), accompagnés de leurs statut nicheur : NS=nicheur sédentaire ; NM=nicheur migrateur

1 **Grand Cormoran du Maroc/ Great Moroccan Cormorant,** *Phalacrocorax carbo maroccanus* (NS) 2 **Cormoran huppé de Riggenbach/ North-west African Shag,** *Phalacrocorax aristotelis riggenbachi* (NS) 3 **Buse féroce/ Long-legged Buzzard,** *Buteo rufinus* (NS) 4 **Faucon lanier/ Lanner Falcon,** *Falco biarmicus* (NS) (**E**) 5 **Faucon pèlerin/ Peregrine Falcon,** *Falco peregrinus* (NS) (**E**) 6 **Faucon de Barbarie/ Barbary Falcon,** *Falco pelegrinoïdes* (NS) (**E**) 7 **Faucon crécerelle/ Common Kestrel,** *Falco tinnunculus* (NS) 8 **Perdrix gambra/ Barbary Par,** *Alectoris barbara* (NS disparu ?) 9 **Outarde houbara/ Houbara Bustard,** *Chlamydotis undulata* (NS disparu ?) 10 **Gravelot à collier interrompu/ Kentish Plover,** *Charadrius alexandrinus* (NS) 11 **Oedicnème criard/ Stone Curlew or Eurasian Stone-curlew,** *Burhinus oedicnemus* (NS) 12 **Courvite isabelle/ Cream-colored Courser,** *Cursorius cursor* (NS) 13 **Goéland leucophée/ Yellow-legged Gull,** Larus michahellis (NS) 14 **Ganga tacheté/ Spotted Sandgrouse,** *Pterocles senegallus* (NS) 15 **Pigeon biset/ Rock Pigeon,** *Columba livia* (NS) 16 **Tourterelle turque/ Eurasian Collared Dove,** *Streptopelia decaocto* (NS) 17 **Chouette effraie/ Barn Owl,** *Tyto alba* (NS) **(E)** 18 **Chevêche d'Athéna/ Little Owl,** *Athene noctua* (NS)	19 **Alouette bilophe/ Temminck's Lark,** *Eremophila bilopha* (NS) 20 **Sirli du désert/ Greater Hoopoe-lark or Hoopoe Lark,** *Alaemon alaudipes* (NS) 21 **Ammomane du désert/ Desert Lark,** *Ammomanes deserti* (NS) (**E**) 22 **Ammomane élégante/ Bar-tailed Lark,** *Ammomanes cincturus* NS) 23 **Cochevis huppé/ Crested Lark,** *Galerida cristata* (NS) 24 **Cochevis de Thekla/ South Moroccan Thekla Lark,** *Galerida theklae aguirrei* (NS) 25 **Pie-grièche méridionale/ Southern Grey Shrike,** *Lanius meridionalis* (NS) 26 **Dromoïque du désert/ Scrub Warbler,** *Scotocerca inquieta* (NS) 27 **Fauvette mélanocéphale/ Sardinian Warbler,** *Sylvia melanocephala* (NS) (**E**) 28 **Fauvette à lunettes/ Spectacled Warbler,** *Sylvia conspicillata* (NM) (**E**) 29 **Fauvette du désert/ Desert Warbler,** Sylvia deserti (NS) 30 **Traquet du désert/ Desert Wheatear,** *Oenanthe deserti* (NM) 31 **Traquet à tête grise/ Red-rumped Wheatear or Buff-rumped Wheatear,** *Oenanthe moesta* (NS) 32 **Traquet rieur/ Black Wheatear,** *Oenanthe leucura* (NS) 33 **Moineau domestique/ House Sparrow,** *Passer domesticus tingitanus* (NS) 34 **Corbeau brun/ Brown-necked Raven,** *Corvus ruficollis* (NS)

Parmis les oiseaux nicheurs du site ou de ses environs immédiats, 13 éléments présentent, d'après Qninba et al. (sous presse), une valeur patrimoniale en tant qu'espèces ou sous-espèces endémiques du Maroc ou du Maghreb et/ou présentant un statut de conservation défavorable (Tableau 5-4).

Le Grand Cormoran et le Cormoran huppé sont représentés au niveau du site par deux sous-espèces endémiques marocaines; de plus, le premier est un élément remarquable de l'avifaune marocaine, le deuxième est rare et localisé.

La zone d'étude abrite aussi 7 espèces remarquables de l'avifaune marocaine dont trois espèces de Faucons (lanier, pèlerin et le très intéressant Barbarie); plus cinq espèces sahariennes (Courvite isabelle, Ganga tacheté, Sirli du désert, Dromoïque du désert et Fauvette du désert ou naine).

Tableau 5-4: Liste des espèces reproductrices patrimoniales

Taxons	Endémique du Maroc	Endémique du Maghreb	Menacé	Rare ou localisé	Remarquable
Grand Cormoran du Maroc/ Great Moroccan Cormorant, *Phalacrocorax carbo maroccanus*	■				■
Cormoran huppé de Riggenbach / North-west African Shag, *Phalacrocorax aristotelis riggenbachi*	■			■	
Faucon lanier/ Lanner Falcon, *Falco biarmicus*					■
Faucon pèlerin/ Peregrine Falcon, *Falco peregrinus* (NS)					■
Faucon de Barbarie/ Barbary Falcon, *Falco pelegrinoïdes*		■			■
Perdrix gambra/ Barbary Par, *Alectoris barbara*		■			■
Outarde houbara/ Houbara Bustard, *Chlamydotis undulata*			■		■
Courvite isabelle/ Cream-colored Courser, *Cursorius cursor*					■
Ganga tacheté/ Spotted Sandgrouse, *Pterocles senegallus*					■
Sirli du désert/ Greater Hoopoe-lark or Hoopoe Lark, *Alaemon alaudipes*					■
Fauvette du désert/ Desert Warbler, Sylvia deserti					■
Dromoïque du désert/ Scrub Warbler, *Scotocerca inquieta*					■
Moineau domestique/ House Sparrow, *Passer domesticus tingitanus*		■			
Corbeau brun/ Brown-necked Raven, *Corvus ruficollis*			■		

5.2.4.3 Oiseaux migrateurs et hivernants

Nous avons listé ci-dessous les 208 espèces vues sur le site ou dans ses environs immédiats et signalé d'autres espèces connues de la région et dont il est certain qu'elles survolent ou même font escale sur le site au cours des migrations pré ou post-nuptiales (Tableau 5-5).

Il s'agit en particulier de tous les Laro-limicoles (cf Qninba *et al*. 2005) qui utilisent la lagune de Khnifiss comme escale vers leurs quartiers d'hiver d'Afrique sub-saharienne, tout spécialement le Banc d'Arguin. Une partie s'arrête à Tarfaya pour se nourrir sur les plages sableuses ou le platier rocheux découvert à marée basse et se regroupe sur le dépotoir de la ville lorsque la marée est haute.

Cette longue liste traduit aussi l'importance pour les migrateurs terrestres de la bande littorale atlantique du Sahara. Celle-ci est en effet située sur un axe majeur de migration qui concentre une partie importante du flux de migrateurs en transit entre le Maghreb et

l'Afrique sub-saharienne en leur permettant d'échapper partiellement à la grande rigueur du climat désertique qui règne plus à l'intérieur des terres. La région est donc survolée par pratiquement toutes les espèces d'oiseaux qui transitent au printemps et/ou à l'automne à travers le Maroc entre l'Europe et l'Afrique.

Tableau 5-5: Liste des oiseaux non nicheurs observés dans le site ou dans ses environs immédiats, accompagnés de leurs statuts phénologiques:

MP = migrateur de passage ; H = hivernant ; Er = erratique ; A = accidentel; ? = statut incertain

1 **Grèbe castagneux/ Little Grebe,** *Tachybaptus ruficollis* (MP, H)	104 **Grand Labbe/ Great Skua,** *Catharacta skua* (MP, H)
2 **Grèbe huppé/ Great Crested Grebe,** *Podiceps cristatus* (MP, Hr)	105 **Labbe pomarin/ Pomarine Skua,** *Stercorarius pomarinus* (MP)
3 **Grèbe à cou noir/ Black-necked Grebe,** *Podiceps nigricollis* (MP, H)	106 **Labbe parasite/ Parasitic Jaeger,** *Stercorarius parasiticus* (MP)
4 **Puffin cendré/ Cory's Shearwater,** *Calonectris diomedea* (MP)	107 **Labbe à longue queue/ Long-tailed Skua,** *Stercorarius longicaudus* (A)
5 **Puffin majeur/ Great Shearwater,** *Puffinus gravis* (MP)	108 **Mouette mélanocéphale/ Mediterranean Gull,** *Larus melanocephalus* (MP)
6 **Puffin fuligineux/ Sooty Shearwater,** *Puffinus griseus* (MP)	109 **Mouette atricille/ Laughing Gull,** *Larus atricilla* (A)
7 **Puffin des Anglais/ Manx Shearwater,** *Puffinus puffinus* (MP)	110 **Mouette de Sabine/ Sabine's Gull,** *Larus sabini* (MP)
8 **Puffin de Méditerranée/ Balearic Shearwater,** *Puffinus mauretanicus* (MP)	111 **Mouette rieuse/ Black-headed Gull,** *Larus ridibundus* (MP, H)
9 **Puffin de Macaronésie/ North Atlantic Little Shearwater or Macaronesian Shearwater,** *Puffinus baroli* (A)	112 **Goéland railleur/ Slender-billed Gull,** *Larus genei* (MP, H)
10 **Océanite de Wilson/ Wilson's Storm-petrel,** *Oceanites oceanicus* (MP)	113 **Goéland d'Audouin/ Audouin's Gull,** *Larus audouinii* (MP, H)
11 **Océanite frégate/ White-faced Storm-petrel,** *Pelagodroma marina* (A)	114 **Goéland à bec cerclé/ Ring-billed Gull,** *Larus delawarensis* (A)
12 **Océanite tempête/ European Storm-petrel,** *Hydrobates pelagicus* (MP)	115 **Goéland brun/ Lesser Black-backed Gull,** *Larus fuscus* (MP, H)
13 **Océanite culblanc/ Leach's Storm-petrel,** *Oceanodroma leucorhoa* (MP)	116 **Goéland leucophée/ Caspian Gull,** *Larus michahellis* (MP, H)
14 **Océanite de Castro/ Madeiran Storm-petrel,** *Oceanodroma castro* (MP)	117 **Goéland marin/ Great Black-backed Gull,** *Larus marinus* (MP, H)
15 **Fou masqué/ Masked Booby,** *Sula dactylatra* (A)	118 **Mouette tridactyle/ Black-legged Kittiwake,** *Rissa tridactyla* (MP, H)
16 **Fou de Bassan/ Northern Gannet,** *Morus bassanus* (MP, H)	119 **Sterne hansel/ Gull-billed Tern,** *Sterna nilotica* (MP)
17 **Grand Cormoran/ Great Cormorant,** *Phalacrocorax carbo* (NS)	120 **Sterne caspienne/ Caspian Tern,** *Sterna caspia* (MP, H)
18 **Cormoran huppé/ European Shag or Common Shag** *Phalacrocorax aristotelis* (Er ?)	121 **Sterne royale/ Royal Tern,** *Sterna maxima* (MP, H)
19 **Bihoreau gris/ Black-crowned Night Heron,** *Nycticorax nycticorax* (MP)	122 **Sterne voyageuse/ Lesser Crested Tern,** *Sterna bengalensis* (MP)
20 C**rabier chevelu/ Squacco Heron,** *Ardeola ralloides* (MP)	123 **Sterne caugek/ Sandwich Tern,** *Sterna sandvicensis* (MP, H)
21 **Héron garde-bœufs/ Cattle Egret,** *Bubulcus ibis* (H)	124 **Sterne de Dougall/ Roseate Tern,** *Sterna dougallii* (MP)
22 **Aigrette garzette/ Little Egret,** *Egretta garzetta* (MP, H)	125 **Sterne pierregarin/ Common Tern,** *Sterna hirundo* (MP)
23 **Héron cendré/ Grey Heron,** *Ardea cinerea* (MP, H)	126 **Sterne arctique/ Arctic Tern,** *Sterna paradisaea* (MP)
24 **Héron pourpré/ Purple Heron,** *Ardea purpurea* (MP)	127 **Sterne fuligineuse/ Sooty Tern,** *Sterna fuscata* (A)
25 **Cigogne noire/ Black Stork,** *Ciconia nigra* (MP)	128 **Sterne naine/ Little Tern** *Sterna albifrons* (MP)
26 **Cigogne blanche/ White Stork,** *Ciconia ciconia* (MP)	129 **Guifette moustac/ Whiskered Tern,** *Chlidonias hybridus* (MP)
27 **Spatule blanche/ Eurasian Spoonbill,** *Platalea leucorodia* (MP, H)	130 **Guifette noire/ Black Tern,** *Chlidonias niger* (MP)
28 **Flamant rose/ Greater Flamingo,** *Phoenicopterus roseus* (MP, H)	131 **Guifette leucoptère/ White-winged Tern,** *Chlidonias leucopterus* (MP)
29 **Bernache cravant/ Brant Goose,** *Branta bernicla* (A)	132 **Petit Pingouin/ Razorbill,** *Alca torda* (A)
30 **Tadorne de Belon/ Common Shelduck,** *Tadorna tadorna* (MP, H)	133 **Tourterelle des bois/ Turtle Dove,** *Streptopelia turtur* (MP)
31 **Tadorne casarca/ Ruddy Shelduck,** *Casarca ferruginea* (MP ?, H)	134 **Coucou-geai, Great Spotted Cuckoo,** *Clamator glandarius* (MP)
32 **Canard siffleur/ Eurasian Wigeon,** *Anas penelope* (MP, H)	135 **Coucou gris/ Common Cuckoo,** *Cuculus canorus* (MP)
33 **Canard chipeau/ Gadwall,** *Anas strepera* (MP, H)	136 **Hibou des marais/ Short-eared Owl,** *Asio flammeus* (MP, H)
34 **Sarcelle d'hiver/ Common Teal,** *Anas crecca* (MP, H)	137 **Engoulevent d'Europe/ European Nightjar,** *Caprimulgus europaeus* (MP)
35 **Canard colvert/ Mallard,** *Anas platyrhynchos* (MP, H)	138 **Engoulevent à collier roux/ Red-necked Nightjar,** *Caprimulgus ruficollis* (MP)
36 **Canard pilet/ Pintail or Northern Pintail,** *Anas acuta* (MP, H)	139 **Martinet noir/ Common Swift,** *Apus apus* (MP)
37 **Sarcelle d'été/ Garganey,** *Anas querquedula* (MP)	140 **Martinet pâle/ Pallid Swift,** *Apus pallidus* (MP)
38 **Canard souchet/ Northern Shoveler,** *Anas clypeata* (MP, H)	141 **Martinet alpin/ Alpine Swift,** *Apus melba* (MP)
39 **Sarcelle marbrée/ Marbled Duck, or Marbled Teal,** *Marmaronetta angustirostris* (MP, H)	142 **Martin pêcheur/ Common Kingfisher,** *Alcedo atthis* (H)
40 **Fuligule milouin/ Common Pochard,** *Aythya ferina* (MP, H)	143 **Guêpier d'Europe/ European Bee-eater,** *Merops apiaster* (MP)
	144 **Rollier d'Europe/ European Roller,** *Coracias garrulus* (MP)

41 **Fulicule à bec cerclé/ Ring-necked Duck,** *Aythya collaris* (A)
42 **Fuligule morillon/ Tufted Duck,** *Aythya fuligula* (H)
43 **Fuligule milouinan/ Greater Scaup,** *Aythya marila* (A)
44 **Macreuse noire/ Common Scoter,** *Melanitta nigra* (MP, H)
45 **Bondrée apivore/ Honey Buzzard,** *Pernis apivorus* (MP)
46 **Milan royal/ Red Kite,** *Milvus milvus* (MP, H)
47 **Milan noir/ Black Kite,** *Milvus migrans* (MP)
48 **Percnoptère d'Egypte/ Egyptian Vulture,** *Neophron percnopterus* (MP)
49 **Vautour fauve/ Griffon Vulture,** *Gyps fulvus* (MP)
50 **Circaète Jean le Blanc/ Short-toed Eagle,** *Circaetus gallicus* (MP)
51 **Busard des roseaux/ Western Marsh Harrier,** *Circus aeruginosus* (MP, H)
52 **Busard Saint-Martin/ Hen Harrier,** *Circus cyaneus* (H)
53 **Busard cendré/ Montagu's Harrier,** *Circus pygargus* (MP)
54 **Autour sombre/ Dark Chanting Goshawk,** *Melierax metabates* (A)
55 **Epervier d'Europe/ Eurasian Sparrowhawk,** *Accipiter nisus* (MP)
56 **Buse variable/ Common Buzzard,** *Buteo buteo* (H)
57 **Aigle ravisseur/ Tawny Eagle,** *Aquila rapax* (Er)
58 **Aigle impérial/ Eastern Imperial Eagle,** *Aquila heliaca* (MP)
59 **Aigle royal/ Golden Eagle,** *Aquila chrysaetos* (Er)
60 **Aigle botté/ Booted Eagle,** *Hieraaetus pennatus* (MP)
61 **Aigle de Bonelli/ Bonelli's Eagle,** *Hieraaetus fasciatus* (Er)
62 **Balbuzard pêcheur/ Osprey,** *Pandion haliaetus* (MP, H)
63 **Faucon crécerellette/ Lesser Kestrel,** *Falco naumanni* (MP)
64 **Faucon crécerelle/ Common Kestrel,** *Falco tinnunculus* (MP, H)
65 **Faucon d'Eléonore/ Eleonora's Falcon,** *Falco eleonorae* (MP)
66 **Caille des blés/ Common Quail,** *Coturnix coturnix* (MP)
67 **Gallinule poule d'eau/ Common Moorhen, or Common Gallinule,** *Gallinula chloropus* (MP, H)
68 **Foulque macroule/ Eurasian Coot,** *Fulica atra* (MP, H)
69 **Huîtrier pie/ Eurasian Oystercatcher,** *Haematopus ostralegus* (MP, H)
70 **Echasse blanche/ Black-winged Stilt,** *Himantopus himantopus* (MP)
71 **Avocette élégante/ Pied Avocet,** *Recurvirostra avosetta* (MP)
72 **Oedicnème criard/ Eurasian Stone-curlew,** *Burhinus oedicnemus* (MP, H)
73 **Courvite isabelle/ Cream-coloured Courser,** *Cursorius cursor* (MP)
74 **Glaréole à collier/ Collared Pratincole,** *Glareola pratincola* (MP)
75 **Petit Gravelot/ Little Ringed Plover,** *Charadrius dubius* (MP, H)
76 **Grand Gravelot/ Ringed Plover,** *Charadrius hiaticula* (MP, H)
77 **Gravelot à collier interrompu/ Kentish Plover,** *Charadrius alexandrinus* (MP, H)
78 **Pluvier doré/ Eurasian Golden Plover,** *Pluvialis apricaria* (A)
79 **Pluvier argenté/ Grey Plover,** *Pluvialis squatarola* (MP, H)
80 **Vanneau huppé/ Northern Lapwing,** *Vanellus vanellus* (A)
81 **Bécasseau maubèche/ Red Knot,** *Calidris canutus* (MP, H)
82 **Bécasseau sanderling/ Sanderling,** *Calidris alba* (MP, H)
83 **Bécasseau minute/ Little Stint,** *Calidris minuta* (MP, H)
84 **Bécasseau de Temminck/ Temminck's Stint,** *Calidris temminckii* (MP)
85 **Bécasseau cocorli/ Curlew Sandpiper,** *Calidris ferruginea* (MP, H)
86 **Bécasseau variable/ Dunlin,** *Calidris alpina* (MP, H)
87 **Bécasseau falcinelle/ Broad-billed Sandpiper,** *Limicola falcinellus* (A)
88 **Combattant varié/ Ruff,** *Philomachus pugnax* (MP)
89 **Bécassine sourde/ Jack Snipe,** *Lymnocryptes minimus* (MP)
90 **Bécassine des marais/ Common Snipe,** *Gallinago gallinago* (MP, H)

145 **Huppe fasciée/ Hoopoe,** *Upupa epops* (MP)
146 **Torcol fourmilier/ Eurasian Wryneck,** *Jynx torquilla* (MP)
147 **Alouette calandrelle/ Greater Short-toed Lark,** *Calandrella brachydactyla* (MP)
148 **Alouette pispolette/ Lesser Short-toed Lark,** *Calandrella rufescens* (MP, H)
149 **Alouette des champs/ Skylark,** *Alauda arvensis* (H)
150 **Hirondelle de rivage/ Sand Martin,** *Riparia riparia* (MP)
151 **Hirondelle de cheminée/ Barn Swallow,** *Hirundo rustica* (MP)
152 **Hirondelle rousseline/ Red-rumped Swallow,** *Hirundo daurica* (MP)
153 **Hirondelle de fenêtre/ Common House Martin,** *Delichon urbica* MP)
154 **Pipit de Richard ou Pipit austral / Australasian Pipit,** *Anthus novaeseelandiae* (H)
155 **Pipit rousseline/ Tawny Pipit,** *Anthus campestris* (MP)
156 **Pipit des arbres/ Tree Pipit,** *Anthus trivialis* (MP)
157 **Pipit des prés/ Meadow Pipit,** *Anthus pratensis* (MP, H)
158 **Pipit à gorge rousse/ Red-throated Pipit,** *Anthus cervinus* (MP)
159 **Pipit maritime/ Rock Pipit,** *Anthus petrosus* (A)
160 **Bergeronnette printanière/ Yellow Wagtail,** *Motacilla flava* (MP, H)
161 **Bergeronnette des ruisseaux/ Grey Wagtail,** *Motacilla cinerea* (MP)
162 **Bergeronnette grise/ White Wagtail,** *Motacilla alba* (MP, H)
163 **Agrobate roux/ Rufous-tailed Scrub-Robin,** *Cercotrichas galactotes* (MP)
164 **Rougegorge familier/ European Robin,** *Erithacus rubecula* (MP, H)
165 **Rossignol philomèle/ Common Nightingale,** *Luscinia megarhynchos* (MP)
166 **Gorge-bleue à miroir/ Bluethroat,** *Luscinia svecica* (MP, H)
167 **Rougequeue noir/ Black Redstart,** *Phoenicurus ochruros* (MP, H)
168 **Rougequeue à front blanc/ Common Redstart,** *Phoenicurus phoenicurus* (MP)
169 **Rougequeue de Moussier/ Moussier's Redstart,** *Phoenicurus moussieri* (MP, H)
170 **Tarier des prés/ Whinchat,** *Saxicola rubetra* (MP)
171 **Tarier pâtre/ European Stonechat,** *Saxicola torquata* (MP, H)
172 **Traquet motteux/ Northern Wheatear,** *Oenanthe oenanthe* (MP)
173 **Traquet oreillard/ Western Black-eared Wheatear,** *Oenanthe hispanica* (MP)
174 **Monticole de roche/ Rufous-tailed Rock-Thrush,** *Monticola saxatilis* (MP)
175 **Monticole bleu/ Blue Rock-Thrush,** *Monticola solitarius* (MP, H)
176 **Merle à plastron/ Ring Ouzel,** *Turdus torquatus* (A)
177 **Grive musicienne** *Turdus philomelos* (H)
178 **Grive mauvis/ Redwing,** *Turdus iliacus* (H)
179 **Cisticole des joncs/ Zitting Cisticola,** *Cisticola juncidis* (A)
180 **Locustelle tachetée/ Common Grasshopper-Warbler,** *Locustella naevia* (MP)
181 **Locustelle luscinioïde/ Savi's Warbler,** *Locustella luscinioides* (MP)
182 **Phragmite des joncs/ Sedge Warbler,** *Acrocephalus schoenobaenus* (MP)
183 **Rousserolle effarvatte/ Eurasian Reed-Warbler,** *Acrocephalus scirpaceus* (MP)
184 **Hypolaïs obscure/ Western Olivaceous Warbler,** *Hippollais opaca* (MP)
185 **Hypolaïs polyglotte/ Melodious Warbler,** *Hippolais polyglotta* (MP)
186 **Fauvette de l'Atlas/ Tristram's Warbler,** *Sylvia deserticola* (H)
187 **Fauvette à lunettes/ Spectacled Warbler,** *Sylvia conspicillata* (MP, H)
188 **Fauvette passerinette/ Subalpine Warbler,** *Sylvia cantillans* (MP)

91 **Barge à queue noire/ Black-tailed Godwit,** *Limosa limosa* (MP) 92 **Barge rousse/ Bar-tailed Godwit,** *Limosa lapponica* (MP, H) 93 **Courlis corlieu/ Whimbrel,** *Numenius phaeopus* (MP, H) 94 **Courlis cendré/ Eurasian Curlew,** *Numenius arquata* (MP, H) 95 **Chevalier arlequin/ Spotted Redshank,** *Tringa erythropus* (MP) 96 **Chevalier gambette/ Common Redshank,** *Tringa totanus* (MP, H) 97 **Chevalier stagnatile/ Marsh Sandpiper,** *Tringa stagnatilis* (MP) 98 **Chevalier aboyeur/ Greenshank,** *Tringa nebularia* (MP, H) 99 **Chevalier culblanc/ Green Sandpiper,** *Tringa ochropus* (MP) 100 **Chevalier sylvain/ Wood Sandpiper,** *Tringa glareola* (MP) 101 **Chevalier guignette/ Common Sandpiper,** *Actitis hypoleucos* (MP, H) 102 **Chevalier grivelé/ Spotted Sandpiper,** *Actitis macularia* (A) 103 **Tournepierre/ Ruddy Turnstone,** *Arenaria interpres* (MP, H)	189 **Fauvette mélanocéphale/ Sardinian Warbler,** *Sylvia melanocephala* (MP, H) 190 **Fauvette orphée/ Western Orphean Warbler,** *Sylvia hortensis* (MP) 191 **Fauvette grisette/ Common Whitethroat,** *Sylvia communis* (MP) 192 **Fauvette des jardins/ Garden Warbler,** *Sylvia borin* (MP) 193 **Fauvette à tête noire/ Blackcap,** *Sylvia atricapilla* (MP) 194 **Pouillot de Bonelli/ Bonelli's Warbler,** *Phylloscopus bonelli* (MP) 195 **Pouillot siffleur/ Wood Warbler,** *Phylloscopus sibilatrix* (MP) 196 **Pouillot véloce/ Common Chiffchaff,** *Phylloscopus collybita* (MP, H) 197 **Pouillot fitis/ Willow Warbler,** *Phylloscopus trochilus* (MP) 198 **Gobemouche gris/ Spotted Flycatcher,** *Muscicapa striata* (MP) 199 **Gobemouche nain/ Red-breasted flycatcher ,** *Ficedula parva* (A) 200 **Gobemouche noir/ European Pied Flycatcher,** *Ficedula hypoleuca* (MP) 201 **Loriot d'Europe/ Eurasian Golden-Oriole,** *Oriolus oriolus* (MP) 202 **Pie-grièche à tête rousse/ Woodchat Shrike,** *Lanius senator* (MP) 203 **Etourneau sansonnet/ Common Starling ,** *Sturnus vulgaris* (A) 204 **Pinson des arbres/ Chaffinch,** *Fringilla coelebs* (A) 205 **Chardonneret élégant/ European Goldfinch,** *Carduelis carduelis* (A) 206 **Linotte mélodieuse/ Eurasian Linnet,** *Carduelis cannabina* (A) 207 **Bruant ortolan/ Ortolan Bunting,** *Emberiza hortulana* (MP) 208 **Bruant proyer/ Corn Bunting,** *Miliaria calandra* (MP, H)

5.2.4.4 Particularités de la migration des oiseaux au niveau de l'aire d'étude

La côte atlantique marocaine, d'orientation générale NE-SW, s'infléchit vers l'ouest à partir d'El Ouatia (Tantan-plage) et présente une orientation presque est-ouest entre Akhfenir et Tarfaya. Ce changement d'orientation de la côte a pour conséquence de placer la région de Tarfaya au carrefour de plusieurs voies migratoires (Figure 5-7). Sa situation très à l'ouest, permet en particulier à d'assez nombreuses espèces terrestres une traversée océanique directe entre les îles britanniques et/ou le Cap Saint Vincent au Portugal et le Cap Juby. Cette portion de côte est aussi un des secteurs du littoral du Maroc où arrivent à la côte le plus grand nombre d'espèces égarées d'origine néarctique (Mouette atricille, Chevalier grivelé, Fuligule à bec cerclé).

Pour les oiseaux marins pélagiques, cette configuration de la côte et l'orientation des vents dominants obligent de nombreuses espèces à passer très près de la côte. Or les eaux de la région sont très riches en poissons et donc en oiseaux marins grâce au phénomène d'upwelling (remontées d'eaux froides riches en éléments nutritifs et en plancton). Tarfaya et le Cap Juby sont d'ailleurs réputés pour être d'excellents spots pour le sea-watching.

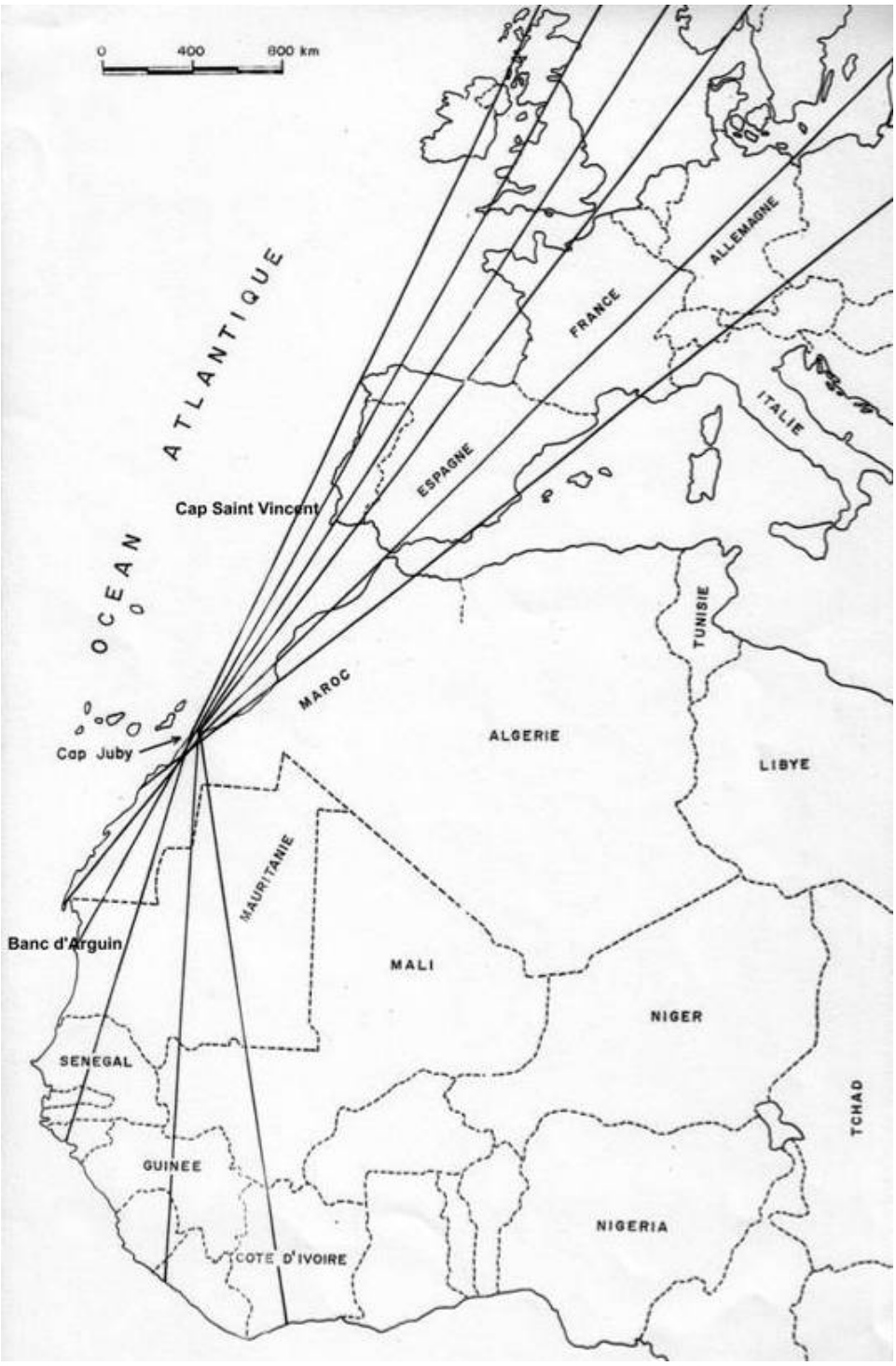


Figure 5-7: Situation du Cap Juby et de la région de Tarfaya sur les voies de migration des oiseaux terrestres paléarctiques hivernant en Afrique de l'Ouest

Source: Pienkowski 1975, modifié

5.2.4.5 Méthodologie de la campagne ornithologique

Les prospections ornithologiques pour l'étude des impacts d'un éventuel parc éolien implanté sur le site d'étude a été menée du 08 au 13 avril 2009 (pour la campagne du printemps) et du 14 au 21 octobre 2010 (pour la campagne d'automne), par une équipe de quatre ornithologues professionnels.

Lors de cette mission, les prospections ont été effectuées de la manière suivante:

- De 07h00 à 11h00: réalisation de relevés en divers points du site (Figure 5-8) selon deux méthodes:
  - un relevé concernant l'avifaune en déplacement (migratrice) à partir d'un point fixe d'observation afin d'évaluer le flux de migration et l'altitude de vol des oiseaux et d'identifier les couloirs empruntés;
  - réalisations de relevés dans l'ensemble du site, selon des itinéraires-échantillons: A partir d'un même point, trois observateurs se séparent pour prospecter, avec la même vitesse de progression, trois itinéraires de directions différentes. Cette prospection dure 20 minutes, lors desquelles tous les oiseaux vus ou entendus sont recensés et leur comportement (migrateur ou nicheurs) est noté.
- Après 11h00: recherche et localisation d'habitats favorables aux oiseaux, identification de sites de nidification (notamment des Rapaces et du Corbeau brun) et observations qualitatives d'oiseaux (comportement) au niveau des falaises des Sebkhas Tah et Tizfourine. En parallèle, tous les oiseaux observés ou entendus sont notés/localisés.

Afin de déterminer l'importance relative (par rapport au littoral) de la migration dans le site d'étude, des observations de passages ont été réalisées à partir de points fixes situés au sud et au nord-est du Cap de Tarfaya, sachant que la zone littorale constitue une voie principale de migration des grands voiliers. Ces observations permettent d'avoir une idée des flux et des directions des vols.

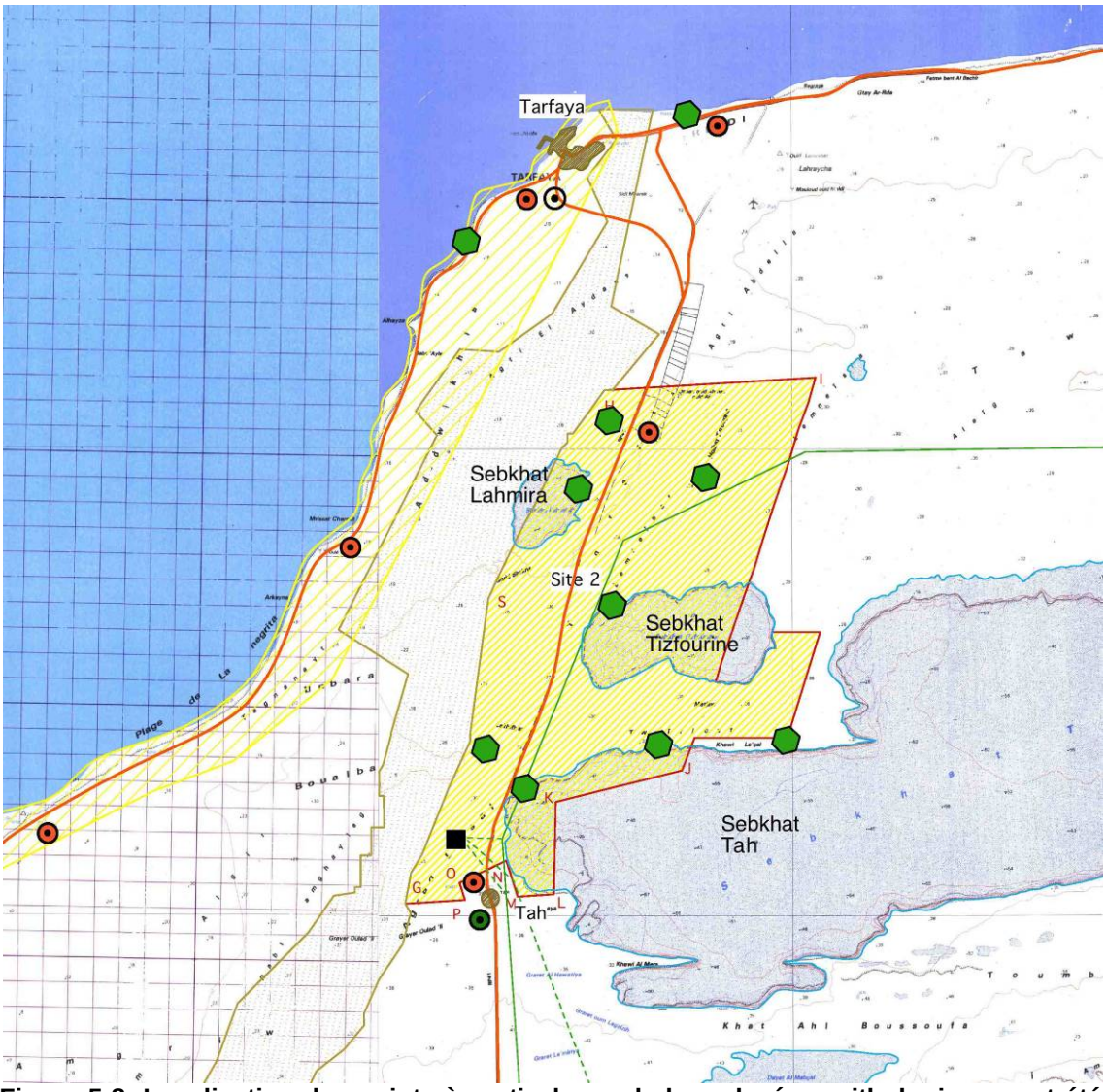


Figure 5-8: Localisation des points à partir desquels les relevés ornithologiques ont été réalisés (hexagons en vert). Les points rouges réprésentent les nouveaux mâts de l'ONE. Le site 2 représente le site d'étude.

5.2.4.6 Résultats de la campagne ornithologique

Avifaune nicheuse

Rapaces et Corbeau brun

Quatre espèces de Rapaces (Buse féroce, Faucon de Barbarie, Faucon crécerelle et Grand-duc ascalaphe) et le Corbeau brun ont été retrouvés. Tous ces oiseaux, excepté le Faucon crécerelle, nichent au niveau des falaises des Sebkhas Tizfourine et Tah.

Tous les nids ont été identifiés dans les secteurs nord-ouest de ces deux Sebkhas, là où ce sont des falaises pratiquement verticales et offrent de bons sites d'installation de grands nids. Ailleurs, les bordures des Sebkhas se présentent sous forme de Krebs, effacés par de grandes masses d'éboulis et/ou de sable, et ne permettent pas l'installation des nids.

Il faut noter que la densité des nids de Rapaces/corbeau est relativement élevée: dans le bord nord-ouest de Sebkha Tah, on a pu recenser 4 nids de Buse féroce et au moins un nid de Faucon de Barbarie; dans la Sebkha Tizfourine, la courte durée de prospection a

permis de relever un nid de Buse féroce, un nid de Corbeau brun et un nid de Hibou Grand-duc ascalaphe.

Oiseaux steppiques

Le long de la route nationale, le peuplement ornithologique nicheur a été très appauvri, en conséquence de la dégradation des habitats steppiques par les travaux de construction de diverses infrastructures (route, poteaux électriques, canalisations d'eau potable) et par les chantiers d'extraction de matériaux de construction.

Dans le secteur nord-est du site, se concentrent une série de Graras (dépressions où se développent une végétation luxuriante herbacée et arbustive grâce à la rétention prolongée des eaux de pluies et de la rosée) qui sont connues pour être des lieux privilégiés pour la nidification et l'alimentation de plusieurs espèces d'oiseaux (parallèlement à une grande diversité d'insectes, de Reptiles et de Mammifères).

Quelques espèces d'oiseaux intéressantes ont été localisées comme nicheuses dans ces Graras: Perdrix gambra (espèce endémique maghrébine qui était considérée comme disparue de la région de Tarfaya), Courvite isabelle, Sirli du désert, Dromoïque du désert et Fauvette naine.

Avifaune migratrice

Les campagnes printanière et automnale ont permis de caractériser les directions et l'intensité des flux migratoire, à partir de plusieurs points d'observation, situés à l'intérieur du site d'étude et le long de la côte de part et d'autre de Cap Tarfaya.

Les résultats de ces observations sont consignés dans une carte (Figures 5-9 et 5-10). La migration est symbolisée par des flèches, dont l'orientation indique la direction des déplacements d'oiseaux toutes les espèces confondues, alors que l'épaisseur indique l'intensité des flux migratoires.

Ces figures font ressortir deux principaux résultats:

- à l'intérieur des limites du site d'étude :

  - la migration printanière (prénuptiale) se caractérise par une direction générale SSW-NNE et par un faible flux migratoire ne concernant que quelques espèces de passereaux;

  - la migration automnale (post-nuptiale) se caractérise par une direction générale NNE-SSW et toujours par un faible flux migratoire concernant en premier lieu des passereaux.

- de part et d'autre de Cap Tarfaya, les flux migratoires sont beaucoup plus importants qu'à l'intérieur du site d'étude; les passages se font principalement le long du trait de côte. La majorité des migrateurs notés sont des Laro-Limicoles (Goélands et Sternes) et des Fous de Bassan, alors que seuls quelques Rapaces ont été observés.

  Aussi bien le long du littoral qu'au niveau de la zone de projet, les flux migratoires s'affaiblissent progressivement vers l'intérieur des terres.

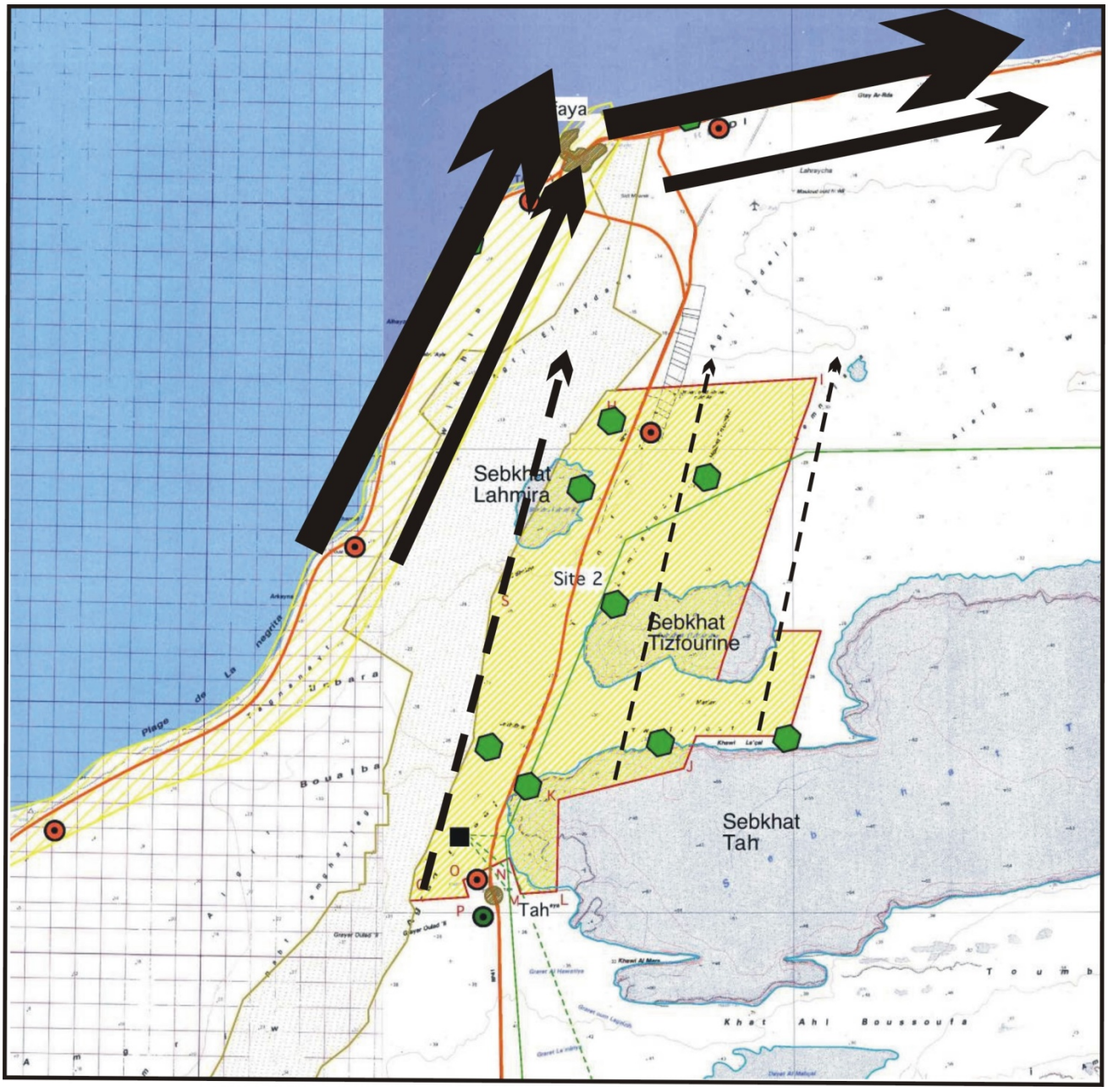


Figure 5-9: Schématisation des directions et des flux de la migration prénuptiale (avril 2009) dans le site 2 et sur le secteurs à l'Est et au Sud Ouest de Cap Juby (Tarfaya).

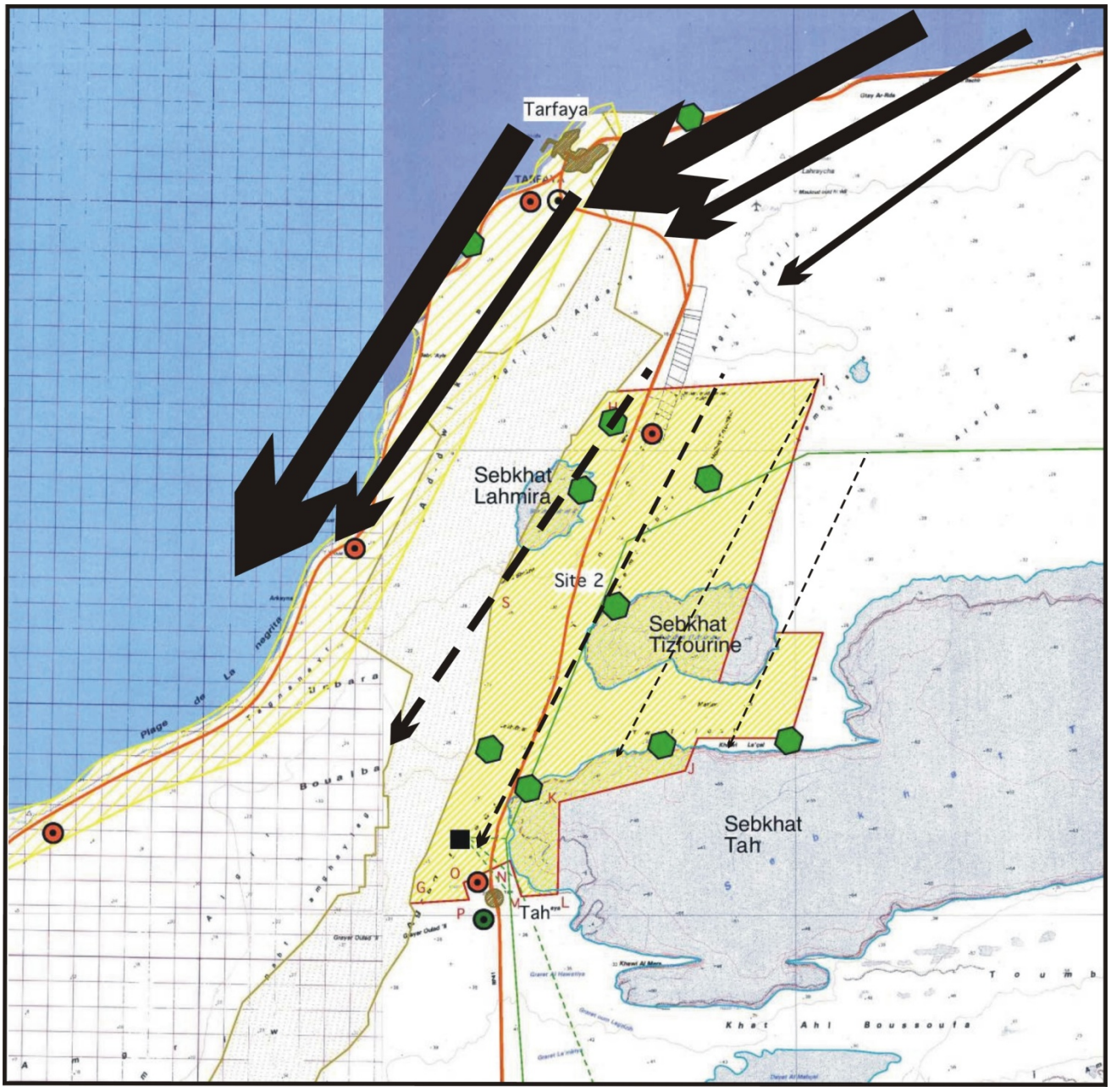
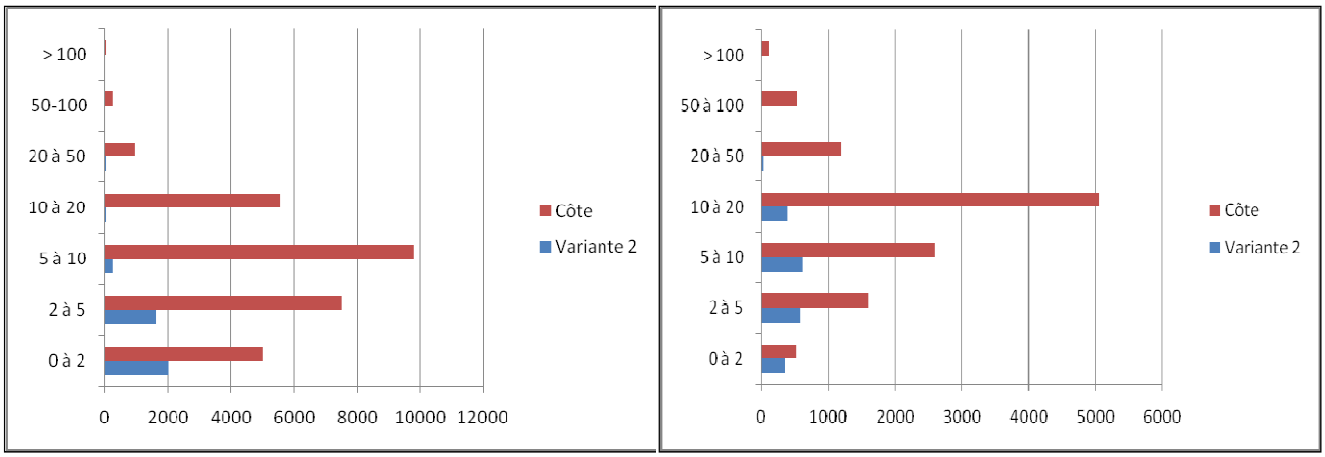


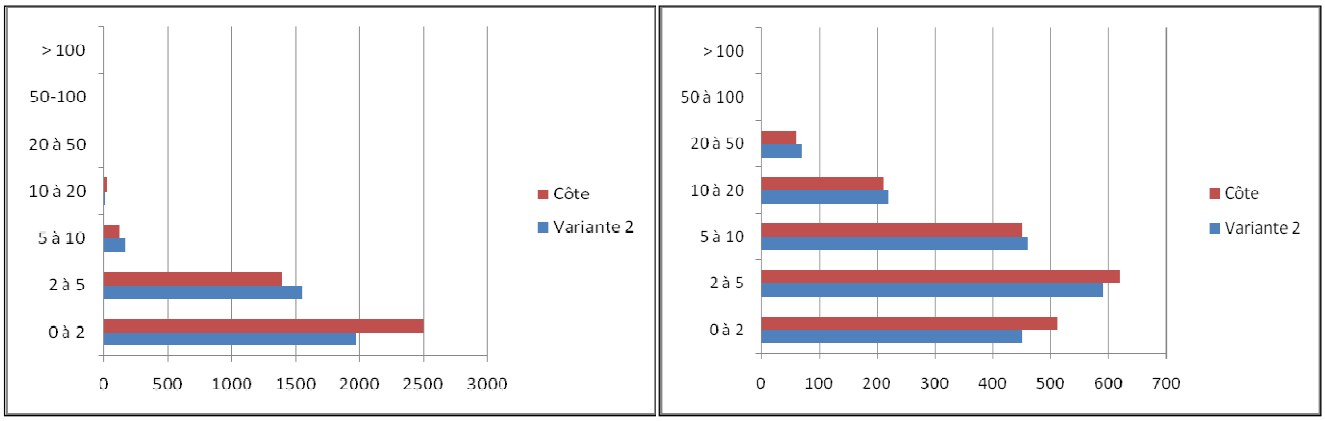
Figure 5-10: Schématisation des directions et des flux de la migration post-nuptiale (octobre 2010) dans le site 2 et sur le secteurs à l'Est et au Sud Ouest de Cap Juby (Tarfaya).

Les altitudes de vol des migrateurs aussi bien printaniers qu'automnaux sont très faibles à travers toute la zone de projet qui est traversée essentiellement par des Passereaux volant très bas (Figure 5-11). Sur la côte, les altitudes sont relativement plus élevées à cause de passages d'autres groupes d'oiseaux comme les Laridés et les Rapaces qui volent en général plus haut que les Passereaux.

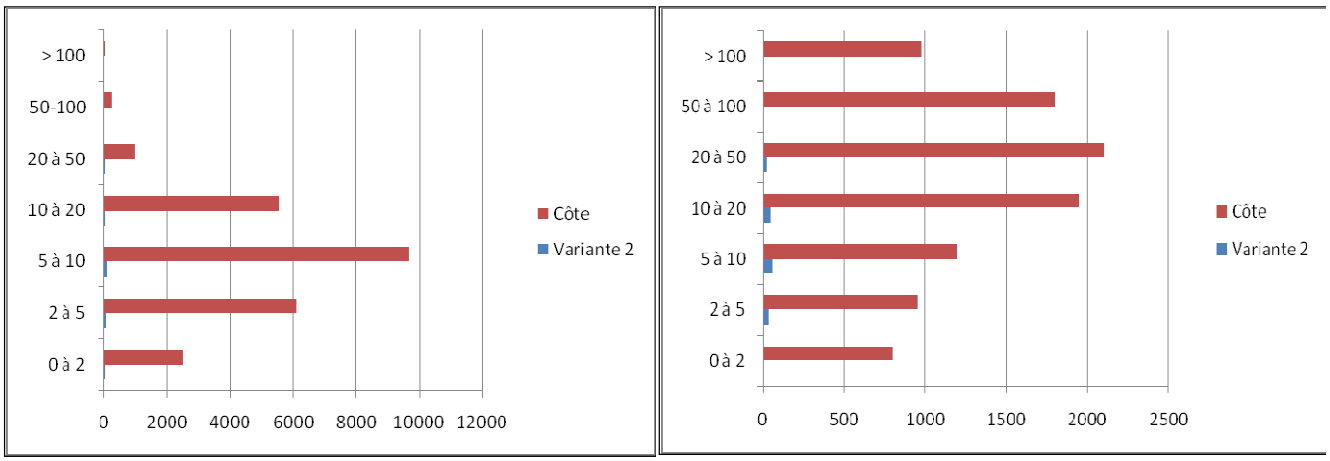
Remarquons, qu'en général, les oiseaux ont volé plus haut lors de la migration automnale par rapport à la migration de printemps.



Peuplement global



Passereaux



Grands Oiseaux

Figure 5-11: Altitudes de vol des migrateurs dans le site d'étude (en bleu) du projet de parc éolien de Tarfaya ainsi que le long du littoral marin (côte, en rouge). A droite : Migration d'automne ; à gauche : migration de printemps.

5.2.5 Milieux naturels d'intérêt ornithologique

La Figure 5-10 a été élaborée par spatialisation et superposition des informations ornithologiques recueillies à l'intérieur des limites du site d'étude. Les polygones en rouge matérialisent les zones/habitats de grande importance ornithologique. Il s'agit de:

- la frange nord-est du site d'étude, caractérisée par une grande richesse en Graras, lieux/habitats de grande qualité pour l'alimentation et la reproduction d'espèces remarquables (Perdrix gambra, Courvite isabelle, Sirli du désert, Dromoïque du désert, Fauvette naine, etc.);
- les falaises nord-ouest bordant la Sebkha Tizfourine et la Sebkha Tah, dont l'intérêt pour la nidification de grands oiseaux a été confirmé par l'observation de plusieurs nids de Rapaces (Buse féroce, Faucon de Barbarie, Faucon crécerelle, Grand-duc ascalaphe) et d'un grand Corvidé (Corbeau brun).

En contre partie, la carte indique les zones de moindre intérêt écologique, où il est recommandé d'installer des aérogénérateurs (secteurs indiqués par des surfaces de couleur verte):

1) le long de la route nationale, entre Sebkha Lahmira et Sebkhat Tizfourine,

2) tout le secteur au Nord et autour de Sebkhat Tizfourine, excepté la partie nord-ouest,

3) le secteur Ouest de Sebkhat Tah.

Signalons que la zone située entre les deux Sebkha Tizfourine et Tah correspond à un couloir particulièrement venté. Par ailleurs, les falaises bordant ces deux Sebkhas, faisant partie de ce couloir, sont complètement ensablées.

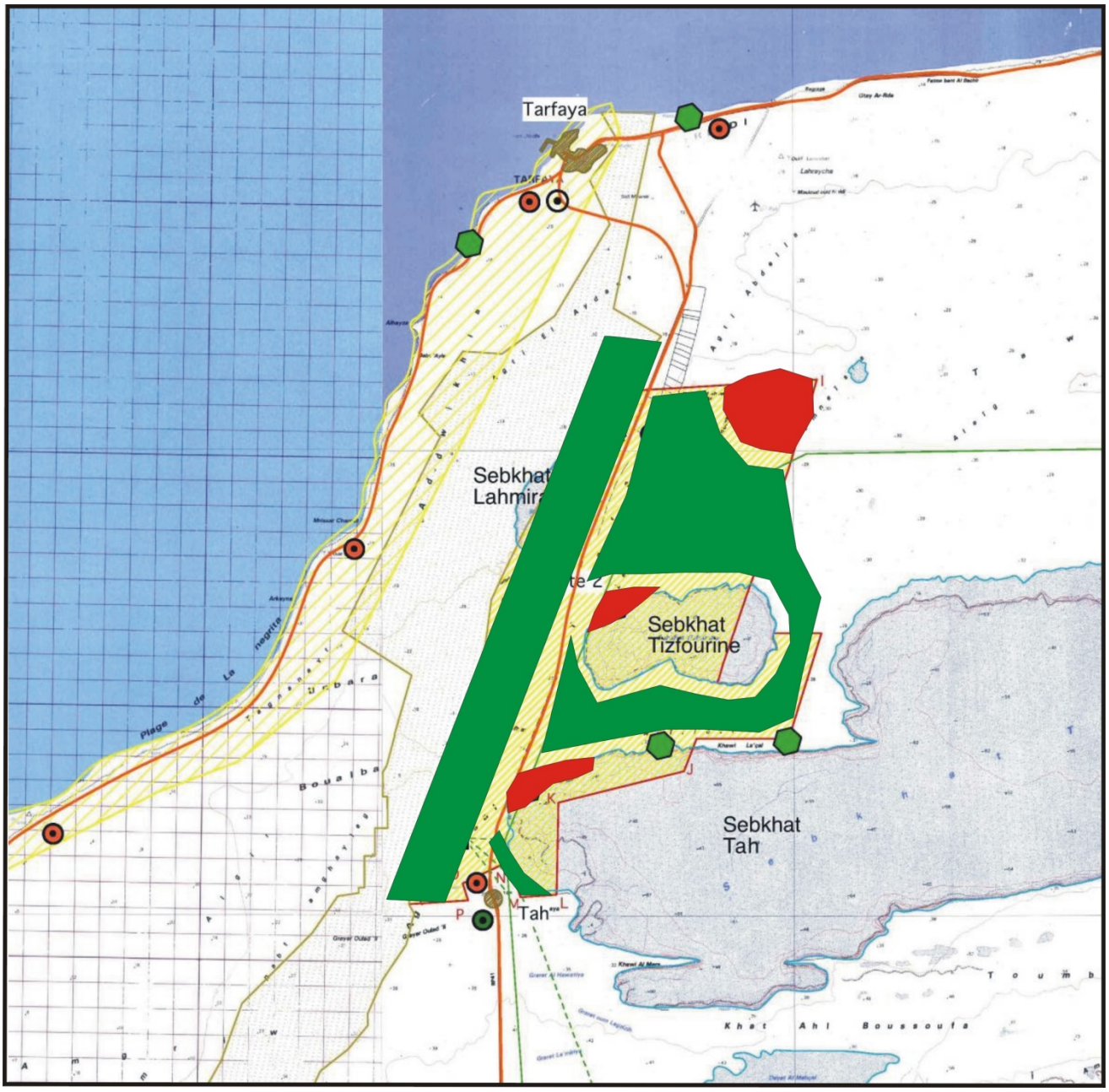


Figure 5-10: Localisation symbolique des milieux/habitats d'intérêt ornithologique dans le site d'étude. En rouge, les zones sensibles car d'intérêt ornithologique majeur (nous précisons ici que la zone située au Nord est plutôt une zone de graras d'intérêt pour l'avifaune). En vert, les zones de moindre intérêt ornithologique.

Les zones d'intérêt ornithologique majeures ont été ajoutées au plan des composantes du parc éolien afin de voir où se trouvent exactement les éoliennes. Comme l'Annexe 9 le montre, IP-NAREVA a respecté l'exigence de l'étude d'impact environnemental et a implanté les éoliennes en-dehors des zones sensibles, d'intérêt ornithologique majeur et zone de graras de valeur .

5.2.6 Les milieux naturels d'intérêt

L'aire d'étude a des atouts naturels et elle est riche en potentialités touristiques: dunes de sable, sebkhas, un littoral vierge et naturel, ainsi qu'un patrimoine culturel très riche qui s'inspire entièrement de la vie des nomades.

Par ailleurs, il est à signaler qu'il n'existe ni SIBE ni Parc Naturel dans la zone d'étude. Il faut se déplacer plus au Nord Est pour rencontrer le Parc National de Khnifiss (PNK).

L'originalité de ce Parc est liée à la présence de la lagune de Khnifiss qui est classée site RAMSAR d'importance mondiale depuis 1980, date à laquelle le Maroc a signé et ratifié la convention internationale sur les zones humides connue sous le nom de convention de RAMSAR. Elle a été également identifiée en tant que Zone d'Importance Internationale pour la Conservation des Oiseux (ZICO) par l'organisation BirdLife Internationale.

Au niveau national, ce site est doté depuis 1962 d'instruments juridiques en matière de protection, notamment l'arrêté numéro 582 62 du 3/11/1962, portant réglementation de la permanence de la chasse qui a érigé la lagune de Khnifiss en "Réserve Permanente de Chasse".

Située sur la côte atlantique, entre la ville de Tan-Tan et celle de Tarfaya, la lagune de Khnifiss est un véritable bras de mer, entrant profondément dans les terres de plus de 20 km et constituant un vaste espace humide enserré entre les dunes vives et des petites falaises gréseuses. C'est la plus grande lagune atlantique du Maroc (60 km^2) qui se prolonge au sud par une immense dépression salée (Sebkha Tazgha) qui peut être ennoyée lors des fortes marées.

Pour assurer la sauvegarde de cette lagune, le PNK a été crée en 2006 par décret numéro 2.06.461 du 26 septembre 2006 et apparu au bulletin officiel numéro 5461 en date du 2 octobre 2006. La surface de ce PNK s'étend sur 185'000 ha dont 164'100 ha couvrent la zone continentale et 20'900 ha en zone marine.

5.2.7 Synthèse du milieu naturel

Le site d'implantation du parc éolien de Tarfaya est localisé dans la frange littorale caractérisée par un relief plat et sableux où les conditions du milieu sont assez homogènes. La couverture végétale pérenne rencontrée est pauvre et discontinue sous forme de broussaille ou steppe arborée basse et éparse. Elle est caractérisée par le groupement végétal du littoral marqué par le Zygophyllum.

Le site proposé ne pose pas de contraintes majeures vis à vis de la végétation et de la faune terrestre (présence de végétation clairsemée et absence de zones humides favorables au maintien d'une faune diversifiée).

Aussi, la relative pauvreté du couvert végétale et la fragilité des écosystèmes du milieu, font que toute régénération du couvert végétal s'avère difficile dans les conditions climatiques actuelles d'où l'impératif de conservation de ces milieux et de leur protection pour la lutte contre l'ensablement.

Concernant l'avifaune nicheuse, il faut considérer principalement l'importance des falaises des Sebkath (Rapaces et Corbeau brun) et des Graras (oiseaux steppiques).

L'étude ornithologique a montré que trois zones sont d'importance pour l'avifaune dans l'aire d'étude : deux zones d'intérêt ornithologique majeur (au milieu et sud de l'aire d'étude) et une zone de graras de valeur pour l'avifaune (au Nord).

Le flux migratoires dans le site et les altitudes de vol des migrateurs (principalement passereaux) sont relativement faibles.

5.3 Milieu socio-économique

5.3.1 Evolution démographique

A l'état actuel, il est très difficile d'estimer le mode d'évolution naturelle de la population des provinces sahariennes, car on ne dispose d'aucune série statistique complète la concernant:

- Les différents découpages administratifs ont fait que les limites des entités spatiales changent et rendent toute comparaison statistique aléatoire; (Annexe 10)
- Le mode de vie des populations, surtout marqué par la transhumance, n'a pas aidé à la fixation des noms de localités et par conséquent des entités humaines statistiquement et spatialement facilement repérables;
- Avec la sédentarisation massive et brutale des transhumants (effet politique, effet de route et effet de la succession des années de sécheresse), plusieurs groupements qui n'existaient pas avant ont émergé (Akhfenir, Tah, Daoura, etc.).

Le Tableau 5-6 nous permet de situer la problématique de croissance démographique dans l'ensemble de la province de Lâayoune qui englobait le site du projet puisque ce n'est qu'en 2009 que la province de Tarfaya a été créée. Elle met en évidence une très forte croissance, concentrée essentiellement dans les grands centres.

Tableau 5-6 : Evolution de la population de la Province de Laâyoune

Date	1971	1982	1994	2004
Population globale	2'835	113'411	153'978	210'023

Source : RGPH 1971 – 1982 -1994 et 2004

Néanmoins, si nous considérons que le chiffre donné par le recensement de 1971 manque de base fiable pour des raisons de conjoncture politique, les données de Recensements 1982, 1994 et 2004 traduisent bien une réalité vécue ces trois dernières décennies par les Provinces du Sud. Le taux d'accroissement pour la période intercensitaire (82-94) est de 35,5%, soit une moyenne annuelle de 2,96% contre 2,06% à l'échelle nationale.

En fait, la dynamique générée par le retour de ces provinces vers la mère patrie à partir de 1975 leur donne un attrait exceptionnel. Elles sont devenues la deuxième destination après l'axe côtier Kenitra – El Jadida. Cet attrait a touché au début, outre les affiliés à des corps militaires, une main d'œuvre masculine qui cherchait de l'emploi salarial et une vie décente après le départ des Espagnols. Avec le temps, le mouvement est devenu plus sélectif en ne touchant que les cadres et les hommes d'affaires.

Ainsi, la dynamique démographique connue par ces Provinces est quasi unique dans son genre. La commune de Tah qui constitue l'environnement principal des trois sites proposés du projet, ne forme pas l'exception dans cette mouvance. Elle est caractérisée par une dynamique important dans sa région (taux d'accroissement 8.3%).

L'effort consenti par le pays pour absorber, assimiler et intégrer ces populations en donne un exemple rare dans son genre. Aujourd'hui, trente ans après, il en résulte un

brassage ethnique, une concentration spatiale, un fort taux de jeunes masculins, un fort taux de fonctionnaires et un faible taux d'analphabètes parmi les jeunes.

5.3.2 Structure démographique

5.3.2.1 Répartition de la population

En général, la densité de la population enregistrée au niveau de la région de Laâyoune - Boujdour – Saquia El Hamra n'est que de 1.3 hab/km². Elle est de loin inférieure à la moyenne nationale (37.8 hab/km²). Cette population est fortement concentrée sur la côte et dans des centres urbains parfois fraîchement créés.

Tableau 5-7: Répartition communale des populations (Province de Laâyoune)

Commune ou municipalité	1982	1994	2004	Taux d'accroissement (1994-2004) en %
LAAYOUNE	93'875	136'950	183'691	3,0
EL MARSA	2'295	4'334	10'229	9,0
TARFAYA	9'044	4'506	5'615	2,2
BOUKRAA	7'188	1'985	2'519	2,4
DCHEIRA	129	1'540	1'745	1,3
FOUM EL OUED	-	918	1'419	4,5
AKHFENIR	-	1'334	1'583	1,7
DAOURA	426	966	878	-1,0
EL HAGOUNIA	454	882	1'089	2,1
TAH	-	563	1'255	8,3
Total	113'411	153'978	210'023	3.2

Source : RGPH 1982 -1994 et 2004

Si on se concentre sur l'environnement immédiat du site du projet, autrement dit, sur Tarfaya et Tah, on constate que :

- La Province de Tarfaya a été classée après Lâayoune en 1982 en tant que la région la plus peuplée. Néanmoins cette zone a connue une chute de sa population pendant 1994 et à repris une légère évolution pendant 2004 avec un taux d'accroissement de 2.2%.
- la CR de Tah, qui forme l'arrière pays immédiat de l'ancien port de Tarfaya, constituait un territoire presque vide en 1982 alors qu'entre 1994 et 2004, elle a connue, après El Marsa, le taux d'accroissement annuel le plus fort de la zone (8.3 %).

5.3.2.2 La taille des ménages et groupes d'âges

La taille des ménages est un indice qui synthétise plusieurs éléments démographiques. Il met en évidence le comportement social envers la natalité et la mortalité. En 1994, la moyenne de la taille des ménages de la province de Tarfaya était de 4.5. Pour les communes rurales Akhfenir, et Tah, la taille des ménages était respectivement de 4.8, 4.5. En 2004, la taille des ménages a augmenté pour la commune Tah et elle a chuté pour Tarfaya. Les tailles de ménages restent inférieures à la moyenne nationale qui est de 5.3, ce qui démontre le caractère urbain de la zone (Tableau .5-8).

Tableau 5-8 : Evolution de la population et de la taille des ménages

Municipalités ou Communes	Année 1994			Année 2004			Taux d'accroissement (%)
	Population	Ménages	Tailles des ménages	Population	Ménages	Tailles des ménages	
M Tarfaya	4506	1003	4,5	5615	1328	4,2	2,2
C Akhfenir	1334	279	4,8	1583	343	4,6	1,7
C Tah	563	124	4,5	1255	242	5,2	8,3
C El Hagounia	882	166	5,3	1089	180	6,1	2,1
C Daoura	966	179	5,4	878	192	4,6	-1,0

Source: Recensements Généraux de la Population et de l'Habitat 1994 -2004

La faible taille de ménages enregistrée à Tarfaya peut être expliquée par l'importance des hommes célibataires venus de l'extérieur de la zone pour travailler (une partie de l'année ou toute l'année), puisque on note que la population masculine est plus importante que la population féminine (3'097 individus masculins contre 2'518 individus féminins à Tarfaya).

La répartition des âges de la population de 5 communes se fait selon le Tableau 5-9.

Tableau 5-9 : Répartition selon les grands groupes d'âge

	Sexe	Population	Moins de 6 ans (%)	De 6 à 14 ans (%)	De 15 à 59 ans (%)	60 ans et plus (%)
M Tarfaya	Masculin	3097	12,8	17,7	65,4	4,2
	Féminin	2518	15	19,7	60,5	4,8
CR Akhfenir	Masculin	899	10,00	17,10	67,20	5,70
	Féminin	676	13,90	18,30	61,20	6,50
CR Tah	Masculin	657	11,60	15,40	65,80	7,30
	Féminin	598	12,50	18,20	61,70	7,50
El Hagounia	Masculin	533	9,60	18,40	64,90	7,10
	Féminin	556	8,80	20,10	65,80	5,20
Doura	Masculin	470	10,60	13,20	66,20	10,00
	Féminin	406	11,10	12,10	65,50	11,30
Total	Masculin	5656	11,73	17,03	65,75	5,55
	Féminin	4754	13,47	18,71	61,80	5,98

Source: Recensement Général sur la Population et l'Habitat -2004

Selon le tableau, 64% de la population a un âge compris entre 15 et 59 ans, environ 30% sont des moins de 15 ans et seulement 6% de la population sont âgés de 60 ans et plus ce qui reflète le caractère jeune de la population de la zone du projet.

5.3.2.3 Scolarisation et niveau d'études

Les bénéficiaires des études supérieures dans toutes les communes ne représentent que 3.2% dont 2% sont des femmes et 4% des hommes. Par contre, 53% de la population totale de cette zone ayant plus de dix ans, a eu des études primaires jusqu'au secondaire dont 44% sont des femmes et 60% des hommes. Voir Tableau 5-10.

Tableau 5-10 : Répartition de la population selon le niveau d'étude

Municipalité ou commune	Sexe	Population	Langues lues et écrites			Population de 10 ans et plus selon le niveau d'étude		
			Arabe seule	Arabe et français	Autre	Préscolaire	Primaire, collégial et secondaire	Supérieur
M Tarfaya	Masculin	3097	22,8	38	10,9	3,7	62,3	4,9
	Féminin	2518	14,5	30,7	7,9	0,8	49,1	2,5
	Total	5615	19,2	34,8	9,6	2,5	56,6	3,8
C Akhfenir	Masculin	899	21,7	39,2	3,5	12,1	51	1,9
	Féminin	676	14,4	24,7	2,1	5,9	33,8	0,9
	Total	1'575	18,7	33,1	2,9	9,5	43,8	1,5
C Tah	Masculin	657	30	25,7	5,6	7,5	50,5	2,3
	Féminin	598	18,4	15,9	2,9	2,3	33,3	0,4
	Total	1'255	24,6	21,1	4,4	5	42,4	1,4
C El Hagounia	Masculin	533	21,9	47,1	14,9	5,7	71,7	5,4
	Féminin	556	16,7	35,3	12,4	4,3	53,5	4,9
	Total	1089	19,3	41	13,6	5	62,4	5,2
C Daoura	Masculin	470	34	30,9	9,2	12	58,1	3,3
	Féminin	406	19,8	22,1	2,1	7,1	33,9	1,5
	Total	876	27,4	26,8	5,9	9,7	46,8	2,5
Total	Masculin	5656	24,31	37,03	9,34	6,35	59,67	4,04
	Féminin	4754	15,69	27,79	6,48	2,66	44,15	2,20
	Total	10410	20,48	32,87	8,07	4,73	52,73	3,20

Source: Recensement Général sur la Population et l'Habitat -2004

5.3.2.4 Taux d'activité et situation dans la profession

Le taux d'activité à Tarfaya est de 36%.

Le taux d'activité est de 60% pour les hommes et 7% pour les femmes. Pour Tah, il est de 65% pour les hommes et 18.2% pour les femmes.

Cette différence entre les hommes et les femmes est principalement due aux habitudes locales qui font que les femmes s'occupent principalement du foyer.

Tableau 5-11 : Taux d'activité

Municipalité ou commune	Sexe	Population	Population active	Population inactive	Taux d'activité (%)
M Tarfaya	Masculin	3097	1853	1244	59,80
	Féminin	2518	187	2331	7,40
C Akhfenir	Masculin	899	613	286	68,20
	Féminin	676	69	607	10,20
C Tah	Masculin	657	427	230	65,00
	Féminin	598	109	489	18,20
C El Hagounia	Masculin	533	291	242	54,60
	Féminin	556	112	444	20,10
C Daoura	Masculin	470	326	144	69,40
	Féminin	406	91	315	22,40
Total	Masculin	5656	3510	2146	62,05

	Féminin	4754	568	4186	11,92

Source: Recensement Général sur la Population et l'Habitat -2004

Vu le niveau éducatif de la population, la répartition selon les activités professionnelles des individus est comme suit : les salariés présentent la majorité de la population avec 64 % répartie entre 29 % dans le secteur public et 35 % dans le secteur privé puis les indépendants avec 27 %. En dernière position, on trouve les employeurs, l'aide familial et les apprentis (voir Tableau 5-12).

Tableau 5-12 : Répartition des professions des actifs et des chômeurs ayant déjà travaillé

Municipalité ou commune	Sexe	Population	Employeur	Indépendant avec local	Indépendant à domicile	Indépendant ambulants	Salarié Secteur public	Salarié Secteur privé	Aide familiale	Apprenti
M Tarfaya	Masculin	3097	5,60	13,50	0,00	6,90	24,10	45,80	0,20	3,80
	Féminin	2518	0,00	8,90	2,10	8,20	59,60	17,10	3,40	0,70
	Total	5615	5,10	13,20	0,20	7,00	27,00	43,50	0,50	3,60
C Akhfenir	Masculin	899	1,20	15,30	0,00	36,20	13,60	26,30	7,30	0,20
	Féminin	676	0,00	12,30	3,50	3,50	22,80	40,40	17,50	0,00
	Total	1575	1,10	15,00	0,30	33,30	14,40	27,60	8,20	0,20
C Tah	Masculin	657	4,60	24,90	0,00	0,00	33,70	31,90	4,60	0,40
	Féminin	598	0,00	12,90	0,00	0,00	67,10	10,00	10,00	0,00
	Total	1255	3,70	22,50	0,00	0,00	40,30	27,60	5,60	0,30
C El Hagounia	Masculin	533	3,20	15,80	0,00	4,10	41,20	23,10	8,60	4,10
	Féminin	556	0,00	1,50	4,50	0,00	51,50	33,30	0,00	9,10
	Total	1089	2,40	12,50	1,00	3,10	43,60	25,40	6,60	5,20
C Daoura	Masculin	470	0,30	48,30	0,00	0,00	30,50	12,80	7,00	1,20
	Féminin	406	0,00	7,30	0,00	0,00	50,90	10,90	18,20	12,70
	Total	876	0,30	42,60	0,00	0,00	33,30	12,50	8,50	2,80
Total	Masculin	5656	4,12	18,22	0,00	9,92	25,69	36,20	3,20	2,65
	Féminin	4754	0,00	8,88	2,14	4,84	53,62	20,89	7,10	2,52
	Total	10410	3,64	16,99	0,26	9,14	28,96	34,68	3,59	2,79

Source: Recensement Général sur la Population et l'Habitat -2004

5.3.3 Urbanisation et occupation du sol

Les deux principaux régimes fonciers de la région, outre le domaine public, sont le privé et le domaine collectif appelé localement «Ard Moulana», dont tout le monde a droit.

Les parcours de la zone sont localisés essentiellement dans le domaine collectif et appartiennent à l'état. Bien que ces parcours soient très grands, ils jouent un rôle capital dans le calendrier fourrager du troupeau.

Pour l'agriculture, les conditions particulières tant climatiques qu'édaphiques font que les terrains de culture sont très réduits, aléatoires et variables d'une année à l'autre.

Le cercle de Tarfaya et la CR Tah sont dotés de plusieurs types d'habitats. Leur répartition est mentionnée dans le Tableau 5-13 ci-dessous:

Tableau 5-13 : Répartition du type d'habitat dans le CE Tarfaya et CR Tah

Municipalité ou commune	Villa	Appartement	Maison Marocaine	Habitat Sommaire	Logement type rural	Autres*
M Tarfaya	0,3	2,9	90,9	0,5	0,0	5,4
C Akhfenir	0,3	1,7	58,0	7,6	0,3	21,3
C Daoura	0,0	0,0	30,7	22,4	32,8	6,3
C El Hagounia	5,6	20,0	52,8	10,6	0,0	2,2
C Tah	0,0	0,0	30,6	48,3	10,3	7,4

Source: Recensement Général sur la Population et l'Habitat -2004
*Autres : tentes sahariennes

Le type d'habitat dominant dans la zone est la maison marocaine puisqu'il représente plus de 30% dans toutes les communes avec un pic à Tarfaya (91%). Cette situation nous fait remarquer le taux élevé de population vivant au sein même du village et non pas dans les régions alentours et nous confirme le caractère urbain de la population.

5.3.4 Tourisme

Le tourisme dans la région de Tarfaya est un secteur porteur et pourrait jouer facilement le rôle d'une véritable locomotive de développement économique et social.

La province offre en effet un paysage touristique fabuleux, mais non encore exploité en sa totalité; la lagune de Khnifiss, située à quelques kilomètres de la Province de Tarfaya représente un intérêt biologique et écologique important, du fait qu'elle représente un axe principal de migration des oiseaux. Les atouts dont dispose cette région, réputée pour ces traditions séculaires en matière d'hospitalité, ne manquent pas.

Mais, c'est surtout sa proximité des îles Canaries qui lui offre un avantage indéniable. Dotée de paysages naturels variés, allant des dunes de sables aux plages d'une beauté exceptionnelle (1'700 km de côtes), la région se prête par excellence au tourisme saharien.

A l'heure actuelle, le tourisme dans les provinces sahariennes se limite au tourisme d'affaires, représentant 85 % de l'activité touristique.

L'activité des agences de voyages se base sur les touristes venant surtout des îles Canaries pour des visites qui ne dépassent pas la journée, voire quelques heures.

Les professionnels recommandent cependant des mesures afin de hisser le tourisme à un niveau qui soit à la hauteur des potentialités de la région; par exemple le renforcement des campagnes publicitaires et le recrutement de personnel qualifié dans les hôtels et la recherche des ressources de financement.

Conscient de cet état de fait, le ministère de tutelle a développé une stratégie à long terme en identifiant plusieurs sites susceptibles d'être intégrés dans de véritables circuits touristiques, dont la Lagune de Khnifiss et la sebkha de Tah.

La lagune de Khnifiss a un potentiel d'attirer aussi les touristes marocains naturalistes grâce à sa biodiversité.

En attendant, la région continue de vibrer au rythme de certaines manifestations touristiques comme les concours de pêche de la corbine et le Rallye aérien Toulouse, Tarfaya, Saint Louis, le Raid Maroc Evasion. Des manifestations, une fois revalorisées, seraient susceptibles d'attirer davantage de visiteurs dans la région.

5.3.5 Activités socio-économiques

A part la pêche artisanale, principale source de revenus pour la population établie dans la province de Tarfaya et surtout dans les villages côtiers de Tah tel qu'Amigriou, il existe d'autres activités économiques génératrices de revenus qui méritent d'être signalées.

5.3.5.1 L'agriculture

En raison des conditions climatiques qui règnent dans la zone, les sols sont généralement squelettiques et très peu évolués. Ils présentent une texture grossière sauf au niveau du lit des oueds et des dépressions (graaras), qui grâce aux dépôts des eaux de crues ont des sols profonds, de texture limoneux - sableux - argileuse.

Tableau 5-14 : La superficie agricole et les exploitations par commune rurale

Communes	Nbre foyers	Exploitations	SAU* (ha)	Nbre parcelles	SAU/Exp	Parc/expl
Akhfenir	279	110	513	108	4,7	1,0
Daoura	179	572	3486	1408	6,1	2,5
El Hagounia	166	174	267	86	1,5	0,5
Tah	124	135	195	60	1,4	0,4

Source : Recensement Général de l'Agriculture (RGA), 1996
*Superficie Agricole Utile

La superficie agricole utile reste faible dans la zone. Elle représente environ 513 ha étalée sur 108 parcelles. Les statistiques montrent que la SAU par exploitation varie de 1.4 ha/exploitation (Tah) à 6.1 ha/exploitation (Daoura). Pour Akhfenir, cette moyenne est de 4.7 ha/ exploitation; elle est largement en deçà des normes moyennes nationales qui permettent d'assurer une auto-suffisance en produits agricoles: 5 ha irrigués/exploitation de 5 personnes ou 11 à 12 ha/exploitation en culture pluviale. Ce qui montre que la pratique agricole ne peut constituer un support économique de l'activité rurale dans la zone.

Enfin, il est à noter que, contrairement aux autres régions du Maroc, l'exploitation agricole est regroupée en une seule parcelle, voir même moins d'une parcelle à El Hagounia et Tah.

La zone mise en culture correspond à des bas fonds en plein désert. Ces terres profitent du peu de pluies qui ruissellent vers la parcelle et constitue une zone de stockage d'eau qui favorise la germination et le développement de la culture céréalière. Le travail du sol s'effectue après la chute des pluies et la semence s'en suit juste après.

La fertilisation chimique utilisée par tous les agriculteurs, varie en fonction de la disponibilité financière de l'agriculteur, de 75 kg/ha à 115 kg/ha. Le rendement dépend des pluies de mars. S'il pleut pendant ce mois, le rendement est estimé à 10 qx/ha, sinon le rendement chute à 6 ou 7 qx/ha.

La production est destinée exclusivement à l'autoconsommation. Elle n'est jamais commercialisée.

Sur le site 2 il n'y a aucune superficie agricole.

5.3.5.2 L'élevage

La population totale de la province de Tarfaya est essentiellement rurale. Les agriculteurs, qui sont pour la plupart des éleveurs, pratiquent essentiellement un élevage

à caractère nomade mais qui tend vers la sédentarisation autour des oasis et des grandes agglomérations urbaines.

Les dromadaires étaient auparavant à la tête des espèces vivant dans le Sahara. Mais ce mode de vie a bien changé. D'une part, le cheptel camelin n'a pas cessé de diminuer à cause de nombreuses sécheresses que le Maroc a connues lors des deux dernières décennies. D'autres parts, le phénomène de la sédentarisation a favorisé l'apparition d'autres activités d'élevage extensif.

Tableau 5-15 : Le cheptel dans la zone

Communes	Nbre foyers	Exploitations	Bovins	ovins	Caprin	Camelins	Anes
Akhfenir	279	110	27	7'612	10'142	2'332	144
Daoura	179	572	0	9'155	20'433	4'366	170
El Hagounia	166	174	0	7'556	16'929	5'487	106
Tah	124	135	0	7'497	189	0	115

Source : RGA, 1996

Si on analyse l'aspect relatif à la production animale, on constate que ce sont les exploitations agricoles qui se donnent à l'élevage. Parmi les cinq communes rurales de la zone du projet, Akhfenir et Tah disposent de la moyenne la plus élevée de petits bétails par exploitation (161.4 et 140.7 %).

Tableau 5-16 : L'importance du cheptel par exploitation

Communes	Nbre foyers	Exploitations	Tot PB*	PB*/expl	caml/exp
Akhfenir	279	110	17754	161,4	21,2
Daoura	179	572	29588	51,7	7,6
El Hagounia	166	174	24485	140,7	31,5
Tah	124	135	7686	56,9	0,0

Source : RGA, 1996, *Petit bétail

La production animale permet ainsi de compenser le manque existant de la pratique agricole.

5.3.5.3 Le ramassage des algues

Les algues représentaient depuis des années une des sources les plus exploitées au Sahara marocain par les espagnols. Aujourd'hui, cette activité subsiste encore dans la région de Tarfaya et surtout à Amigriou.

Les algues sont ramassées pour en faire du fourrage et des engrais. Les ramasseurs d'algues sahraouis sont payés au poids.

5.3.5.4 La pêche

Le Sud du Maroc est réputé pour ses richesses halieutiques abondantes et variées (en 2002 la production s'est élevée à 700 000 tonnes). La côte sud atlantique recèle en effet d'importantes potentialités dans le secteur de la pêche, qui, grâce à 1700 km de côtes, constitue un vrai moteur de la croissance économique.

Rien que le littoral de la région Laâyoune-Boujdour-Saquia el Hamra constitue environ 20% du littoral atlantique du Royaume.

Dans le cadre du développement économique et social du sud du Royaume, la construction des villages de pêche figure parmi les priorités et constitue un axe de

développement stratégique, en ce sens qu'il devra permettre à terme le regroupement et la sédentarisation des populations ciblées ainsi qu'une lutte efficace contre la prolifération de l'habitat insalubre.

A Laâyoune, capitale du Sahara marocain, les efforts déployés par l'Etat dans le secteur de la pêche maritime ont permis l'émergence d'un tissu industriel comprenant notamment 9 unités de production de farine et huile de poisson, 17 unités de congélation, 2 unités de conserve et 7 fabriques de glace. 537 unités de pêche côtière opèrent actuellement aux ports de Laâyoune et Tarfaya.

En vue d'une exploitation rationnelle de ces ressources, les pouvoirs publics ont procédé à la mise en place d'infrastructures portuaires adéquates. Ainsi, les débarquements en produits de pêche sont commercialisés par l'Office national des pêches au moyen de deux halles aux poissons au port de Tarfaya. Ce port fait partie du programme de développement régional qui prévoit l'implantation des ports de pêche et de cabotage tous les 150 à 200 km le long des 1700 km de côtes entre Agadir et Lagwira. La première tranche des travaux du port de Tarfaya a été achevée en 1979. Le port est desservi par la route nationale RN1 reliant Agadir à Laâyoune.

Le port de Tarfaya ne représente que 18 palangriers et 66 sardiniers, mais cela n'empêche qu'il représente une activité de premier ordre dans l'économie locale de la zone du projet.

Ci-contre le Tableau 5-17 sur l'armement de la pêche côtière opérant aux ports de Laâyoune et Tarfaya:

Tableau 5-17 : Armement de la pêche côtière à Laâyoune et Tarfaya

Désignation	Laâyoune	Tarfaya	Total
Chalutiers	300	00	300
Palangriers	77	18	95
Sardiniers	200	66	266
Total	577	84	661

Les trafics de pêche enregistrés entre 1994 et 2003 (Tableau 5-18) montrent que la pêche dans la zone a connu plusieurs chute au terme de quantité pêchée surtout en 1997 avec seulement 2'907 tonnes. Cette quantité a enregistré un maximum de 46 729 tonnes en 1995.

Tableau 5-18 : Trafic de pêche en tonnes dans le port de Tarfaya

Année	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Trafic	17'785	46'729	40'401	2'907	6'231	20'804	12'596	22'335	34'335	35'564

Source: Direction Regionale de l'Equipement de Laayoune

Les principaux types de pêches dans la zone sont :

- La pêche par barques,
- La pêche à la canne,
- La pêche sportive.

5.3.5.5 Le commerce

Ce secteur a connu un développement du fait de l'emplacement de la commune de Tah prés de la route nationale N1. Les services commerciaux sont localisés au centre des communes.

L'essentiel du commerce local dans la commune de Tah et son voisinage se limite aux transactions qui lient les pêcheurs aux mareyeurs et les ramasseurs d'algues aux acheteurs, largement basées sur un système de troc où les premiers livrent leurs poissons et leurs algues aux seconds, en échange de l'approvisionnement en produits alimentaires, carburant et eau potable. Il n'existe que quelques cafés à la région, qui fait aussi office d'épiceries et de buralistes.

Il faut néanmoins signaler l'existence au village côtier Amigriou d'activités subalternes annexées à la pêche, comme c'est le cas dans tous les sites nationaux de pêche artisanale. Il s'agit des hisseurs de barques (Azdouz), des apprentis, chargés du nettoyage, et des cuisiniers pour les pêcheurs célibataires ou en situation de célibat.

5.3.5.6 L'industrie

Malgré tous les efforts fournis et quelques unités créées au niveau du port de Tarfaya et ses régions, cette province n'est pas encore dotée d'un tissu industriel suffisant.

En matière d'emploi, le secteur industriel reste secondaire par rapport à d'autres secteurs. La totalité de la main d'œuvre industrielle se concentre dans la ville de Tarfaya.

5.3.5.7 Infrastructures et équipements

Le site objet de l'étude se trouve à Tah.

Vu la position côtière, et l'importance de l'axe routier qui traverse la commune de Tah. Elle devait être dotée d'une infrastructure et des équipements principaux. Néanmoins, elle ne dispose que de quelques équipements.

Les équipements et infrastructures de cette zone sont :

- Réseau d'électricité: le centre dispose d'un générateur électrique. Il fonctionne entre 19 heures et 3 heures du matin, néanmoins, la parabole est positionnée sur tous les toits. On y capte les satellites les plus répandus dans le monde.
- Téléphone: Selon Maroc Télécom de Laâyoune, le site ne dispose d'aucun réseau filaire téléphonique local. La zone du site est reliée au mobile GSM par émetteurs, mais la connexion est difficile sur le site.
- Réseau de l'AEP: L'eau potable est rare et constitue une ressource dont la disponibilité est marquée par une irrégularité prononcée dans le temps et dans l'espace. Conscient de cette contrainte, les pouvoirs publics ont déployé de grands efforts pour répondre aux besoins grandissants en cette matière, induits par l'urbanisation rapide dans les centres et les villages de pêche qui sont le noyau d'une nouvelle organisation spatiale de la région.

  Les villes des provinces sahariennes sont alimentées actuellement par des systèmes indépendants du fait de la pénurie généralisée des ressources en eau et des grandes les séparant.

  En ce qui concerne l'alimentation en eau potable de la population, elle se fait actuellement par petites citernes de 200 litres à partir de Tarfaya.

  Les efforts ont été orientés vers l'exploitation des eaux souterraines et la construction des Metfias (14 unités). Aussi la commune a pu créer plusieurs points d'eau dans la zone (21 puits).

Dans le cadre du programme «Saquia El Hamra», l'ONEP avait envisagé, pour satisfaire les besoins du centre, par le schéma d'approvisionnement suivant: une unité de dessalement d'eau de mer de 130m^3/j au niveau du site du village d'Amigriou par l'exploitation du forage numéro 1161/120.

- Assainissement: La récupération des régions sahariennes et la dynamique socio-économique qui l'a accompagnée, a enclenché une urbanisation rapide et non planifiée. Ce qui s'est traduit par une multitude de formes de dégradation de l'environnement.

  L'assainissement reste l'un des problèmes majeurs des villes sahariennes. La majorité des centres urbains de la région ne possède pas de réseau d'assainissement;

  Les déchets solides sont déversés dans des dépôts non gérés spontanés, engendrant ainsi des problèmes de salubrité pour la population, ainsi qu'une dégradation des paysages et de l'environnement.

  Par ailleurs, le littoral de la région, milieu fragile et vulnérable doit faire face à un nombre croissant d'implantations non maîtrisées de villages de pêcheurs, dont l'impact paysager et écologique est loin d'être négligeable et constitue même, à long terme une sérieuse menace pour la valorisation d'un littoral parmi les plus riches du Maroc.

  Toutes ces contraintes ne peuvent qu'entraver sérieusement toute activité économique dont la valorisation immédiate passe par le tourisme et le secteur de la pêche.

  Pour le centre de Tah, il ne dispose (mis à part équipements d'assainissement réalisés dans le cadre du projet du point de débarquement) actuellement d'aucun réseau d'assainissement structuré. L'assainissement se fait actuellement par un système autonome fosse septique ou puits perdus construits par les particuliers. Ces fosses ou puits ne répondent en général pas aux règles de l'art propres à ce type d'installation. Ce sont des trous de 2 à 4 m de profondeur.

- Enseignement : la commune possède deux annexes; une à Tah et l'autre à Amigriou.
- Santé: la commune est servie par le biais d'un centre de santé rural.
- Autres équipements: Maison des jeunes, club féminin, crèche, etc.

5.3.6 Synthèse du milieu socio-économique

La CR Tah compte aujourd'hui plus de 1'255 habitants. La principale activité de la population est représentée par les indépendants, suivi par les salariés du secteur public et les salariés du secteur privé.

Les deux principaux régimes fonciers de la région, outre le domaine public, sont le privé et le domaine collectif appelé localement «Ard Moulana», dont tout le monde a droit.

Les majeures sources de revenu de la population locale sont l'élevage et la pêche. Quant au tourisme et au commerce, ils ne jouent pas un rôle important à l'heure actuel, mais des efforts sont faits pour soutenir le développement du tourisme saharien.

5.3.7 Patrimoine

5.3.7.1 Le caractère nomade

La tente sahraoui est un mode de vie qui n'a pas encore livré ses secrets, ni été décodé par les professionnels. Pourtant c'est dans la vie courante des nomades dans le Sahara marocain que devront être relevés les signes et des solutions pour proposer un habitat idoine à la sédentarisation de ces populations.

5.3.7.2 Art et culture

La société sahraouie de la région se distingue par de nombreuses coutumes, traditions et festivités particulières se rapportant à la fois aux différents aspects de la vie, ainsi qu'aux cérémonies religieuses y compris les fêtes religieuses.

Par ailleurs, il existe d'autres types de traditions liées à l'art culinaire traditionnel qui comprennent les plats et boissons populaires et l'habit traditionnel appelé «al-malhfa» chez les femmes et «darrâa» chez les hommes.

Dans la région de Tarfaya, la richesse des traditions nourrit un artisanat extrêmement varié. Activité ancestrale des tribus nomades, l'artisanat est organisé dans le cadre de coopératives. Il regroupe diverses activités consistant notamment à transformer des matières premières naturelles, telles que la laine, le duvet, le cuir caprin et camelin, le cuivre, l'argent, et les émaux de couleurs en produits utilitaires ou en objets d'art (bijoux, dinanderie, etc.).

D'une manière générale, cette activité qui contribue à la création d'emplois a subit une profonde mutation en raison du changement des habitudes de consommation de la population et de la sédentarisation des nomades. Par ailleurs, son développement devient de plus en plus tributaire du développement du tourisme dans les provinces du Sud du Royaume.

Comme dans l'ensemble des provinces du Sahara marocain, la création artistique du peuple sahraoui se résume dans le chant et la poésie des "sahraouis" et "hassanis"; les thèmes de ces dernières sont toujours inspirés des sensations du "vécu en plein désert".

5.3.7.3 Archéologie

A l'échelle géologique et même historique, la région n'a pas toujours été un désert, et des civilisations néolithiques, préislamiques et coloniales européennes y ont laissé des vestiges de leur présence sédentarisée.

Néolithique

Un site de peintures rupestres a été récemment découvert près de M'seid, à une centaine de kilomètres à vol d'oiseau du périmètre du Parc National de Khnifiss pouvant laisser espérer que d'autres découvertes majeures soient possibles.

Des nombreux gisements de silex, tessons de poterie en céramique, tests d'autruche gravés, amas coquillers, etc., sont répertoriés dans le périmètre du Parc National de Khnifiss ou directement aux alentours, comme le long du lit de l'oued Khaoui Naâm (dans le Parc National de Khnifiss), ou autour de dunes littorales en allant vers Tarfaya.

Vestiges préislamiques

Très peu d'éléments bibliographiques existent sur les civilisations, berbères ou autre, ayant prévalu dans la région avant l'avènement de l'Islam. Certaines théories parlent même d'intrusions de Vikings dans la région, remontant le fleuve Drâa (entre 500 avant Jésus-Christ et 500 après), à la recherche du cuivre dont ils avaient besoin pour forger leurs armes.

Le fait avéré est la présence de très nombreux monuments funéraires préislamiques dans l'aire d'étude, ainsi que dans la région alentour. Ces monuments appelés «tumulus» consistent en une calotte sphérique censée recouvrir une chambre funéraire, façonnée avec les matériaux ambiants. Il en existe de plusieurs sortes, différant de par leur forme, leur conception et le matériau utilisé.

Ainsi, une grande nécropole, concentrant une vingtaine de tumulus constitués de galets d'oued sur environ vingt kilomètres a été récemment découverte le long de l'oued Chebeïka. A l'intérieur du parc, plusieurs endroits recèlent de tels tumulus, notamment autour de Khaoui Naâm et du site de Chguiguen. Ces tumulus sont fabriqués avec des dalles du grès ambiant, résultant probablement de l'érosion de l'ancien fond marin, certains laissant supposer une porte d'entrée de chambre funéraire.

En 1998, une mission scientifique menée par l'anthropologue marocain Mustapha Naimi, et réunissant plusieurs universitaires canariens, français et canadiens entre autres, a cru y découvrir les restes de murailles d'une ancienne cité décrite par Ptolémée il y a près de deux mille ans. Cette théorie n'a pas été approfondie, le dallage en question pouvant se réduire à une simple antenne de tumulus funéraire à signification culturelle.

Présence coloniale européenne

Tarfaya est une ville historique par excellence, vu son histoire riche par la colonisation des Anglais, Espagnols, et Français.

Les principaux sites historiques qui date et mémorise ces colonisations sont:

- Casamar : un fortin Anglais construit par les Anglais en 1882, il a servi de prison pour les Espagnols.
- Dar Lamia: une architecture spéciale, elle a servi d'administration pour la police civile espagnole. 100 soldats, ce qui explique sa nomination.
- Le Fort Espagnol: construit en 1916, c'est la nouvelle "KASBAH" pour "Villa Bens", le nom de Tarfaya à l'époque. Une Eglise, des villas, des habitations, et un jardin. La tour et le portail sont encore des témoins de cette "Kasbah"
- La piste: C'est la piste d'atterrissage mythique de l'époque de l'aéropostale. Antoine de Saint-Exupéry, Jean Mermoz et d'autres ont atterris leur avion ici.
- La stèle de Breguet XIV: Un cadeau de la ville de Verrière le Boisson pour Tarfaya en 1987. Le Breguet XIV est un avion spécial de l'aéropostal.
- Musée Antoine de saint Exupéry: Crée en 2004 par l'association Mémoire de l'aéropostal. Aujourd'hui il est géré par l'association les Amis de Tarfaya. Dans ce musée est conservée toute la documentation sur l'Aéropostale et Antoine de Saint-Exupéry.

- L'ancienne digue: Construite par les Anglais pour garantir l'accostage des bateaux et de petites barques qui assurait le transport des matériaux entre le village et le fortin «Casamar».
- Le Cinéma: Construit au début des années '30 par les Espagnols. C'est une architecture très spéciale. Cette salle a servi comme lieu de rencontre et de plaisir pour les habitants pendant les années '60, '70, et début des '90. La salle a fermé ses portes en 1993.

L'aire d'étude est souvent traversée par les nomades et utilisée comme lieu de pâturage. Sinon, l'aire d'étude n'est pas utilisée et aucun vestige culturel n'y est présent.

Néanmoins, vu les découvertes archéologiques de la région, il est possible que le site recèle de vestiges archéologiques.

5.4 Analyse Paysagère

La recherche d'une intégration du parc éolien dans le paysage est vaine. Il n'est pas possible de prendre une attitude de protection du paysage, au sens classique du terme. Il faut au contraire chercher à réussir un aménagement du paysage, soit mettre en place des actions présentant un caractère prospectif particulièrement affirmé, qui vise la mise en valeur, la restauration ou la création de nouveaux paysages.

La question donc n'est pas «comment implanter des éoliennes sans qu'elles se voient?», mais «comment implanter des éoliennes en produisant de beaux paysages?».

5.4.1 Eléments de base formant le paysage

D'une première vue, l'aire d'étude se présente au spectateur comme une plaine vide, aride et pauvre de vie, un paysage étendu ou l'égard ne rencontre que peu d'obstacles.

Néanmoins, il faut considérer que l'aire est directement influencée par l'humidité de l'océan, et donc assez trouble et brumeuse. Pour cette raison, la visibilité est relativement limitée.

La géologie prend une grande importance dans l'aire d'étude. Elle forme directement le paysage. Les éléments suivants sont directement reconnaissables:

- La végétation est peu épaisse et laisse reconnaitre les formes géologiques. L'emprise de l'homme et de ces activités sont peu nombreuses.
- Les sédiments marins qui forment le grand plateau
- Les nombreuses et immenses sebkhas avec leurs dimensions de plusieurs km^2 et leur profondeur de plusieurs dizaines de mètres
- Les accumulations de sel dans les sebkhas. Dans les sebkhas de Tah et de Tizfourine et Lahmira encore intactes.
- Les formes de l'érosion et les marques laissées par des eaux superficielles. Ces formes prennent vie durant les pluies plus intenses.
- Les fossiles (coquillages, bélemnites, etc.) dans les calcaires superficiels et la couleur blanche du gypse dans les parois des falaises des sebkhas
- Formation de dunes et érosion éolienne. La présence des dunes n'est pas accidentelle, mais le résultat d'un long processus de développement dépendant du vent et de la topographie.

5.4.2 Exploitation humaine

L'aire d'étude est un espace, où on ressent peu la présence de l'homme. Les infrastructures de l'homme sont peu développées, les lignes HT et les infrastructures routières sont peu nombreuses.

Les éléments paysagers dominants dans l'aire d'étude sont les structures verticales, comme par exemple les pilons et mâts et les antennes télécom. Ces éléments indiquent la présence de l'homme, et sont des repères dans le paysage.

Les maisons éparses dans le paysage sont petites, ne dépassant pas un étage. Parfois habitées parfois pas, ces constructions sont bâties en utilisant les matériaux du site et donc sont camouflées dans le paysage.

Le réseau de lignes horizontales, représenté par la route nationale N1, les pistes de desserte, les fossés des canalisations de l'eau, tracé des engins de construction, pistes délaissées etc. sont des éléments paysagers qui reflètent le plus l'activité de l'homme.

Le pâturage influence aussi d'une façon importante le paysage et notamment la végétation. La perception de cette influence est fortement dépendante du milieu socioculturel du spectateur.

Etalées dans le paysage, on trouve aussi des petits sites clôturés qui servent aux bergers d'enfermer les animaux. Les puits sont aussi d'une importance capitale pour l'élevage.

Dans l'aire d'étude, on trouve quelque carrière d'extraction de matériaux de construction. Pour cette activité, des trous ont été creusés dans le sol. Pour casser les cailloux, une rampe va être construite, où les engins vont monter pour renverser leur charge de pierres de grande taille dans le briseur. Si la carrière d'extraction était abandonnée, des marques de cette activité resteront dans le paysage comme par exemple: la rampe ne va pas être démontée, des tas de matériaux seront renversés sans aucune logique et planification dans le paysage. L'atteinte visuelle causée par ce type de négligence/abandon reste intacte pendant plusieurs années et décennies, vu que la végétation ne peut pas se régénérer dans ces conditions.

Les photos de structures et éléments paysagers de l'aire l'étude, sont présentées dans l'Annexe 11.

5.4.3 Les unités paysagères

Les unités paysagères sont caractérisées par une combinaison de structures et d'éléments qui lui sont propres. L'aire d'étude présente trois morphologies paysagères de grande qualité:

- la bande littorale, où se mélangent le marin, les dunes et la plage;
- l'immensité désertique avec ses regs, ses Hamadas et ses prolongements dunaires;
- les sebkhas avec ses falaises et les plaines salées.

Ces trois unités présentent des paysages tout à fait remarquables.

Un élément qui caractérise l'unité paysagère du littoral est la forte imprégnation sauvage, où l'on trouvera un estran totalement libre sur des kilomètres. Plus dans l'entre-terre, la présence humaine se fait de plus en plus remarquée par des éléments tels que la route nationale N1, les villages (Tah, Dawra), les mâts HT, etc.

Les sebkhas sont d'une immensité éclatante quasi-azoïque. Dans cette unité paysagère le regard se perd. Ces formations se caractérisent par les falaises multicolores, les surfaces blanches des dépôts de sel, les lignes irrégulières de son bord, très différent de l'homogénéité de l'arrière pays.

Dans l'aire d'étude, on rencontre donc des unités paysagères assez différentes l'une de l'autre, et qui sont elles mêmes plus ou moins hétérogènes. De manière générale, on peut affirmer qu'il s'agit d'unités paysagères sauvages et de valeur.

5.4.4 Caractérisation du site d'implantation

D'un point de vue paysage, le site peut être caractérisé selon les points suivants:

- Bonne accessibilité grâce à la route nationale et en même temps donc bonne visibilité du site depuis la route
- Grande variabilité de formes grâce aux structures géologiques et topographiques (dunes, sebkha, etc.).
- De façon isolée, on trouve dans ce site des accumulations de matériaux fins et une formation de sol. La végétation se distribue en conséquence
- Le long de la route nationale N1, près de «Otman ould Ahmed ould Ali», des structures orthogonales sont présentes. Il n'est pas clair quelle fonction ces structures ont occupé dans le passé (peut être trajet utilisé pendant des travaux sur la route nationale N1). Ces structures sont de vraies cicatrices dans le territoire.
- Le fossé des canalisations d'eau de Tarfaya à Tah, qui a été creusé le long de la route nationale. Ce fossé est très présent dans le paysage, à cause principalement des pierres et des cailloux utilisés et laissés sur la surface durant les travaux d'enfouissement des conduites. Sans aucun soin de ces superficies (par exemple en nivelant la surface et en posant une couche de matériaux fins à la surface) la végétation ne peut pas se régénérer et donc le paysage reste défiguré beaucoup plus longtemps.

5.4.5 Les points de vue

Pour évaluer l'impact du projet sur le paysage, il faut identifier des points de vue. Ceux-ci ont été choisis en fonction, d'une part, de la population qui habite l'aire d'étude et des infrastructures routières, et, d'autre part, du tourisme qui va se développer éventuellement grâce au ferry, qui va de Tarfaya à Fuerteventura (îles Canaries).

L'objectif de cette démarche est donc de montrer quel impact le projet aurait sur le paysage dans ces points de vue.

La distance entre ces points de vue et le projet a une grande influence sur les effets visuels qu'ils peuvent avoir sur une personne. On peut ainsi parler d'un effet visuel sur trois échelles: lointaine, rapprochée et immédiate. Trois points de vue, prenant compte de chaque échelle, ont été dessinés en Annexe 12 pour le site d'emplacement du parc éolien.

Aspects positifs d'un parc éolien:

- On peut supposer que la population et les personnes en transit sur la route nationale N1 sont au courant des avantages écologiques de l'énergie éolienne.

Le spectateur va donc juger plus positivement ces infrastructures par rapport à une cheminée de centrale.

- Le projet peut, dans un paysage ouvert comme celui-ci, avoir une fonction de repère pour les gens. Une infrastructure comme celle-ci peut se transformer en un emblème pour la région et donc avoir une connotation positive.

Point de vue immédiat (<1 km du projet)

Vu que la route nationale N1 traverse le site en étude dans sa longueur, on a fixé le point de vision immédiat (point de vue A, voir Annexe 12) au milieu du site. Il faut noter que le long de la route nationale, l'influence de l'homme sur le paysage est plus forte (route, lignes HT, fossés, etc.).Ce point de vision est près de la sebkha Tizfourine, mais l'analyse est valable pour tous les points sur la route nationale N1. Ce point de vue donne un aperçu visuel du projet, et est donc le plus affecté par l'installation en elle-même. Les volumes, les alignements, les mouvements des ailes, les couleurs, les pistes et les autres infrastructures du parc éolien peuvent influencer fortement l'impact visuel. Aussi les infrastructures annexes vont être visibles depuis la route (accès, poste de transformation, etc.).

Point de vue rapproché (10-1 km du projet)

Le point de vue rapproché a été fixé auprès de Tarfaya (voire point de vue B, Annexe 12). Depuis ce point le parc va être visible seulement en partie. Les éoliennes vont indiquer la position et trajectoire de la route nationale vers le Sud, dans une façon similaire aux lignes HT. Vu que le site est très plat, les éoliennes ne vont pas avoir une position dominante dans le paysage. En plus, depuis Tarfaya, le regard du spectateur va être plutôt attiré par la mer et les infrastructures portuaires.

Point de vue lointain (10-15 km du projet)

Le point de vue lointain (point de vue C, voir Annexe 12) a été placé le long de la route nationale, dans le nord de l'aire d'étude. Les personnes qui se rapprochent au site depuis le Nord, entre en contact visuel avec les éoliennes. Il faut noter que à cause principalement de la courbure de la surface terrestre et l'air brumeux, la visibilité est restreinte. Ici, le spectateur peut éventuellement prendre conscience des mouvements des pales et de perspectives créées dans l'implantation des éoliennes en filet.

Un photomontage a été ajouté au présent rapport afin de mieux visualiser les éoliennes, celui-ci est illustré en Annexe 19.

5.4.6 Conclusion

Le paysage est ouvert et impressionnant par sa dimension. Il est caractérisé par les sebkhas et une végétation fragile.

Le désert n'est pas vide de présence humaine, des traces y sont présentes. Traces qui n'ont pas été construites: chemins de bergers, lieu-dits; construits: pylônes, château d'eau de Tah, lignes à Haute Tension, pistes, petites maisons décentralisées, carrières.

Le site est parallèle à la route nationale N1, ce site est donc déjà impacté par l'activité humaine.

5.5 Synthèse de l'état initial

Selon l'état initial, l'aire d'étude appartient à une zone faiblement développée. Sa population vit principalement de pêche et d'élevage. En raison de la présence de la route nationale N1, les perspectives de développement de la zone de Tarfaya et particulièrement de le commune Tah sont importantes.

En ce qui concerne l'avifaune, les altitudes de vol des oiseaux migrateurs sont très faibles à travers toute la zone de projet qui est traversée essentiellement par des Passereaux volant très bas. Concernant l'avifaune nicheuse, il faut considérer principalement l'importance des falaises des Sebkah (Rapaces et Corbeau brun) et des Graras (oiseaux steppiques).

L'aire d'étude est particulièrement marquée par sa richesse en paysage naturelle, ses monuments historiques, ainsi que sa proximité des îles canaries. En conséquence, le potentiel touristique y est important.

L'aire d'étude est également caractérisée par une faible utilisation du sol. L'habitat se concentre dans les villages de Tah et Amigriou et les zones avoisinantes du site sont utilisées surtout pour le pâturage des animaux et pour le déplacement de nomades. Ainsi, le site est relativement «vierge» d'utilisation humaine.

6 ETAT DE REFERENCE PROSPECTIF

L'état de référence prospectif correspond à analyser l'état futur du site si le projet n'était pas réalisé. Pour décrire cet état, il faut tenir compte de l'évolution du site qui se produirait pendant, par exemple, les dix prochaines années (durée prévue pour la planification, la construction et la mise en marche du projet) en l'absence du projet. Ce point de vue tient compte du fait que le projet n'est pas introduit dans un système statique, et que l'aire du projet connaîtrait un développement – et donc des changements – même en l'absence du projet.

Pour décrire cet état futur possible, il faut tenir compte de deux choses:

- Les tendances de développement visibles à l'état actuel,
- Tout autre projet important prévu dans cette région, qui pourrait mener à un changement plus ou moins marqué des conditions environnementales ou socio-économiques.

Il va de soi que, pour cette description, on ne prendra en compte que le développement le plus plausible, et qu'on ne développera pas un grand nombre de scénarios alternatifs.

6.1 Milieu Physique

Pour ce qui est de la topographie, l'hydrologie et la géologie, aucun changement n'est prévu dans le futur proche.

6.1.1 Qualité de l'air et bruit

En vue de l'importance de la Route Nationale N1 pour les transports Nord-sud, il est probable qu'une augmentation du trafic et donc qu'une détérioration du niveau de la qualité de l'air et du bruit ait lieu dans l'aire d'étude.

6.1.2 L'évolution du climat

Selon le Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme, de l'Habitat et de l'Environnement du Royaume du Maroc (2001), les observations des trois dernières décennies (1970-2000) montrent des signes annonciateurs de potentiels changements climatiques: fréquence et intensité des sécheresses, inondations dévastatrices inhabituelles, modification de la répartition spatiotemporelle des pluies, changements des itinéraires etc.

La description de l'état de référence prospectif du climat aux alentours du site du projet se base sur des projections de 2001 pour le changement climatique effectué par le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC 2001). En général pour le Maroc, les changements suivants sont prévus:

- une tendance nette à une augmentation de la température moyenne annuelle, comprise entre 0.6 °C et 1.1°C, à l'horizon 2020,
- une tendance nationale à la réduction moyenne du volume annuel des précipitations de l'ordre de 4% en 2020, par rapport à l'année 2000,
- une augmentation de la fréquence et de l'intensité des orages frontaux et convectifs dans le nord et à l'Ouest de la chaîne de l'Atlas,

- une augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses dans le Sud et à l'Est du pays,
- un dérèglement des précipitations saisonnières (pluies d'hiver concentrées sur une courte période),
- une réduction de la durée d'enneigement et un retrait du manteau neigeux (migration en altitude de l'isotherme 0°C et accélération de la fonte des neiges).

A cause de sa particularité climatique (grande variété et variabilité du climat), le Maroc est sans doute un des pays qui, plus que d'autres, va devoir mettre en place une gestion du territoire efficace pour faire face aux changements climatiques. Déjà dans les années 80, on a assisté à la naissance du Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat.

En général, les changements attendus auraient des conséquences néfastes directes et indirectes, entre autre sur le potentiel en ressource en eau et sur les besoins et l'efficience d'utilisation de cette ressource, sur la désertification, l'agriculture, la biodiversité, etc. (Jamal Alibou 2002).

Plus spécifiquement, les prévisions pour 2020 pour les alentours de Laâyoune et Dakhla, prévoient une hausse des températures moyennes d'environ 0.9°C et une diminution des précipitations qui va de 8 à 10% (Ministère de l'Aménagement 2001). Le climat déjà relativement aride de l'aire d'étude le sera encore plus. Bien que l'environnement naturel de la région soit déjà adapté à un climat difficile, nous pouvons estimer que ces changements auront néanmoins des conséquences, notamment en raison de la raréfaction des ressources en eau. Ceci aura également un impact sur le mode de vie local, particulièrement en ce qui concerne l'élevage d'animaux, lié au mode de vie nomade.

Ainsi, il est possible que l'on assiste à une diminution de l'utilisation du sol dans la région d'étude. Les activités socio-économiques se concentreront vraisemblablement sur le commerce (route N1) et sur le potentiel touristique de la zone, résultant en des changements importants dans le fonctionnement social.

6.2 Milieu Naturel

6.2.1 Les formations végétales

La majorité des formations végétales naturelles de la zone possèdent un statut juridique domaniale ou domaine privé de l'Etat. Selon les textes de lois en vigueur, il s'exercesur ces formations des **droits d'usage** reconnus aux populations riveraines, par la pratique de ramassage de bois de feu, de service, des produits non ligneux et le pâturage.

Malheureusement, ce droit, accordé à la population riveraine, est souvent excessif par rapport au potentiel existant, ce qui entraîne différentes formes de dégradation qui aboutissent, malheureusement par endroit, au stade ultime de **désertification.**

Dans les zones sahariennes, tous les biotopes sont très précieux. Qu'il s'agisse de flore arbustive ou herbacée, la végétation joue un rôle prédominant pour le maintien en vie de nombreuses espèces menacées de disparition.

Conscient du rôle **des écosystèmes** forestiers à l'échelle nationale et de leur **fragilité** dans les zones sahariennes en particulier, le HCEFLCD a tracé une stratégie claire pour la sauvegarde du milieu en fixant les objectifs de conservation de la végétation, d'aménagement et de valorisation des ressources productives, de conservation des sols,

de lutte contre l'érosion et la désertification, de la préservation et valorisation de la biodiversité des milieux naturels et de la promotion du développement des zones forestières et péri-forestières.

Actuellement, le HCEFLCD dispose d'une panoplie de documents stratégiques et de planification à long terme qui traitent des missions centrales du HCEFLCD, des besoins prioritaires et urgents actuels et futurs dans les différentes domaines, des options stratégiques et des mesures institutionnelles, techniques et financières nécessaires à la mise en œuvre des programmes.

Les principaux cadres de référence de l'action forestière et de mise en valeur comprennent :

- Le Plan d'Action National de Lutte Contre la Désertification (PANLCD - 1996),
- Le Plan Directeur des Aires Protégées (PDAP - 1995),
- Le Plan National d'Aménagement des Bassins Versants (PNABV-1995),
- Le Plan Directeur de Lutte Contre les Incendies de Forêts (PDLCI - 1995),
- L'Inventaire Forestier National (IFN-1996),
- Le Plan Directeur des Reboisements (PDR-1997).

Compte tenu des résultats de ces plans, du large débat mené à l'échelle locale, régionale et nationale et des nouveaux concepts internationalement convenus, le Programme Forestier National (PFN - 1999), a été élaboré et adopté. Il vise la gestion durable des ressources forestières dans sa triple dimension économique, sociale et environnementale.

L'approche adoptée par ce plan est basée sur la concertation, le dialogue permanent, et la participation de l'ensemble des partenaires concernés par le développement forestier dans un cadre où prévalent la décentralisation des structures de gestion et la déconcentration des pouvoirs de décision.

Les objectifs à long terme (horizon 2020) du PFN s'articulent autour de :

- La protection et la conservation des ressources naturelles de base (couvert forestier, sol et eau) et la maîtrise des phénomènes érosifs sur 1,5 millions d'hectares (22 bassins versants en amont des grands barrages) ;
- Protection de la biodiversité et de l'environnement dans 156 SIBEs;
- Le renforcement de la contribution des espaces forestiers au développement des populations riveraines et l'instauration d'un équilibre entre leurs besoins toujours croissants et les possibilités durables des écosystèmes forestiers ;
- L'amélioration de la contribution de la production locale dans la couverture des besoins de l'industrie et de l'artisanat avec l'amélioration de la compétitivité et de l'efficience des différentes filières forestières par le reboisement d'un million d'hectares ;
- L'extension et l'aménagement d'espaces récréatifs remarquables et leur valorisation économique à travers des filières touristiques sur 15 milles hectares.
- La préparation et la mise en œuvre du PFN sont guidées par une série de principes de base ou fondements. L'application de ces principes de base devrait augmenter l'efficacité et l'efficience de la planification et de la mise en œuvre

nationales des activités forestières et contribuer de façon significative à atteindre l'objectif du développement durable pour que les espaces forestiers conservent leur vocation multifonctionnelle.

Dans le cadre de la politique de lutte contre l'ensablement dans la zone d'étude, les actions visent en priorité le maintien de la couverture végétale pour lutter contre le phénomène de l'ensablement qui pose un problème aux infrastructures de la ville de Laâyoune et ses environs.

Les travaux de lutte contre l'ensablement par la fixation mécanique, biologique et/ou les deux à la fois ont été commencés à la Direction Régionale des Eaux et Forêts du Sud (DREF-SUD) depuis 1980. A ce jour, le bilan des travaux réalisés dans la province de Laâyoune fait ressortir une surface totale de 242 ha (voir détail par périmètre et par année dans le Tableau 6-1).

Les actions de lutte réalisées ont touché la commune rurale de Foum El Oued, la municipalité de Laâyoune et Tarfaya. Les travaux visent la protection de la route liant Laâyoune - El Marsa, le périmètre irrigué de Foum El Oued et la protection des habitations de la ville de Laâyoune et Tarfaya.

D'une manière générale, les actions de lutte s'inscrivent rarement dans le cadre d'un plan de protection global préétabli et déterminé en fonction de la dynamique éolienne tout en prenant en compte aussi bien des sources de sable, des zones de transport et de dépôt.

En attendant l'élaboration de ces plans de gestion (des études sont en cours sur la frange littorale et au niveau du PNK), la DREF du Sud a établi un programme décennal visant la protection des sites urgents par province. Pour la province de Laâyoune, le programme pour les actions futures fait ressortir une superficie de 332 ha à traiter. Cette surface est répartie selon les périmètres prioritaires comme suit:

Tableau 6-1 : Programme prévu pour la lutte contre l'ensablement (province de Laâyoune)

SITE PREVU (PERIMETRE)		OBJECTIF RETENU	SUPERFICIE POTENTIELLE (Ha)	TECHNIQUE DE LUTTE
Nom	Commune Rurale/Urbaine			
Tarfaya	Tarfaya	Protection de la ville de Tarfaya	10	Biologique
Foum El Oued	CR de Foum El Oued	Protection du périmètre irrigué de Foum El Oued	200	Mécanique et biologique
Laâyoune Nord	CU de Laâyoune	Protection de hay El Kassam	32	Mécanique et biologique
Laâyoune Sud	CU de Laâyoune	Protection de la partie sud de la ville et le quartier industriel	100	Mécanique et biologique

Source : HCEFLCD – DREF du Sud, Mars 2008

6.2.2 Faune sauvage terrestre

Dans le cadre de la réhabilitation de la faune sauvage disparue, le HCEFLCD a entamé un programme national de réintroduction de grande envergure avec l'assistance de la coopération technique marocco-allemande. Ce programme a pour objectifs :

- Le retour au Maroc d'espèces disparues,
- La redistribution des espèces importantes sur des régions géographiques d'où elles ont disparu,
- La création des pools génétiques pour alimenter les aires protégées et améliorer la biodiversité du pays.

Ainsi, les efforts entrepris dans le cadre de ce programme ont été traduits par la réintroduction de cinq espèces: le cerf de Berbérie (réserve de Kissarit à Ain Leuh), la gazelle dama Mhorr (réserve de faune de Rmila à Marrakech), l'addax (parc national de Souss-Massa), l'oryx (parc national de Souss-Massa), et l'autruche à cou rouge (parc national de Souss-Massa).

Dans le cadre de cette politique de réhabilitation de la faune sauvage disparue, aucune action n'a été entreprise dans la zone d'étude.

6.2.3 Milieux naturels d'intérêt

Comme il a été signale plus haut, il n'existe aucun SIBE ni site naturel d'intérêt particulier dans la zone d'étude. Aussi, aucune action n'est prévue pour la création de tels sites dans la zone.

Depuis la création du Parc National de Khnifiss (PNK), les actions réalisées par le HCEFLD ont touché ce qui suit :

- Affectation d'un ingénieur responsable du parc et d'un technicien ;
- Construction à Akhfenir d'un bâtiment administratif et deux logements pour l'ingénieur et le technicien ;
- Construction de bâtiments administratifs faisant office du centre d'information ;
- Aménagement d'une aire de parking à Naila ;
- Réalisation de travaux de réhabilitation et d'entretien de chemins de desserte à la lagune de Khnifiss (sentier de N'aila) pour faciliter l'accès aux visiteurs et pécheurs ;
- Achat et installation du matériel de télécommunications, de matériel technique et d'équipements audio-visuels ;
- Mise en place de panneaux de signalisation ;
- Réalisation d'une étude d'impact et propositions de lutte contre l'ensablement dans la zone du PNK (le rapport de base est approuvé et le rapport définitif relatif aux propositions de lutte est en cours) ;
- Elaboration d'un plan d'aménagement et de gestion du parc pour la période 2008-2013 ;
- Réalisation de neuf microprojets (programmes petits dons) dans le cadre de partenariat entre le HCEFLCD et les associations locales actives dans le domaine du développement social, la protection de l'environnement et le tourisme. Ces programmes visent les objectifs suivants :
    - Sensibilisation de la population locale à la conservation de la biodiversité de la lagune de Naila ;

- Amélioration des revenus de la population (y compris la femme) par création d'activités génératrices de revenus (introduction des chèvres de race améliorée, promotion de l'artisanat local et sa commercialisation, valorisation et exploitation rationnelle du sel dans les salines du PNK) ;
- Promotion de l'écotourisme à travers l'aménagement d'un circuit à dos de chameaux à partir de la lagune de Khnifiss, l'aménagement du gouffre de Ajab Allah, la formation et l'équipement des propriétaires des barques pour l'accueil des touristes) ;
- Renforcement de l'Éducation à l'Environnement par la création d'un club de jeunes pour la sensibilisation à la protection du PNK ;
- Protection du PNK de la pollution provoquée par le déversement des eaux des camions frigorifiques transportant les poissons et aménagement des points de traitement.

Le montant global financé pour ces neuf microprojets s'élève à 570'900 Dhs dont 192'900 Dhs (34%) comme contribution des associations et 377'600 Dhs (66 %) comme contribution du Programme Petits Dons (PPD) du HCEFLCD.

Les principaux **objectifs à long terme** assignés au PNK et qui ont guidé le processus d'élaboration du plan de gestion (2008-2013) sont :

- Créer un espace de gestion des ressources naturelles qui puisse assurer la pérennité de celles-ci, sans compromettre le développement des populations humaines qui en sont dépendantes ;
- Développer les activités régionales et améliorer le niveau de vie des populations par l'apport d'une exploitation rationnelle éco-touristique du Parc National, et une valorisation écologique du site ;
- Etablir un dispositif de gestion permettant d'assurer la cohérence d'une gestion durable, associant les partenaires et la société civile dans la prise en compte de la protection du site ;
- Assurer la conservation de la biodiversité d'importance nationale et mondiale associée aux écosystèmes et habitats du parc national.

Les actions détaillées et prévues pour la période 2008-2013 sont décrites en détail dans le plan d'aménagement et de gestion du PNK.

6.2.4 Milieu socio-économique et Population

Les potentialités de développement du secteur touristique et le commerce dans l'aire d'étude nous permettent d'estimer que la population augmentera au sein de l'aire d'étude dans le moyen terme. Néanmoins, ceci sera accompagné de changements socio-économiques en raison d'une population qui quitte les activités traditionnelles de pêche et d'élevage et d'une plus grande ouverture internationale avec l'arrivée de touristes et d'investisseurs externes et une augmentation du trafic routier par la nouvelle route de Smara.

6.2.5 Urbanisation et occupation du sol

Pour ce qui est de l'urbanisation et de l'occupation du sol, la commune de Tah ne dispose d'aucun plan d'aménagement.

6.2.6 Tourisme

La ville aéroportuaire de Tarfaya est à 20 minutes enavion des îles Canaries. Cette ville est un des pôles touristiques attirant les visiteurs et touristes étrangers.

L'aire d'étude est connue par son fameux rallye aérien (Toulouse, Tarfaya, Saint Louis, le Raid Maroc Evasion). Cette manifestation internationale qui attire davantage de visiteurs, ainsi que la richesse paysagère et historique dans la région montrent que dans les prochaines années, la zone connaîtra un développement sur tous les volets: économique, sociale et touristique. Il va permettre de:

- mettre en exergue les potentialités naturelles et culturelles de la région qui sont d'une valeur inestimable;
- valoriser le savoir-faire des populations riveraines en matière d'artisanat local, d'élevage, de produits de terroir, de pêche traditionnelle et sportive et d'autres activités socioculturelles propres à la région pouvant servir de moteur pour le développement local;
- contribuer au développement économique régional ;

Comme tout le Sahara marocain, la région de Tarfaya est riche en matière de patrimoine. Le développement du tourisme dans la région jouera un rôle primordial dans l'évolution de toute la zone; il ne manquera pas d'avoir une incidence positive sur tout l'environnement économique de la région du Sahara, à commencer par la création de l'emploi et l'offre de plus de possibilités d'investissement marocaine et étrangère.

6.3 Synthèse de l'état de référence prospectif

En vue des potentiels, il est prévu que l'aire d'étude se modifiera d'une zone axée sur le secteur primaire vers une économie de services axée sur le commerce. L'impact du changement climatique régional poussera à un tel développement vu la diminution des ressources en eau déjà déficitaire.

Le point principal de ce développement est la route nationale N1 qui donnera à la région une forte attractivité. Le tourisme pourra aussi se développer, surtout vu la présence du parc national de Khnifiss plus loin et des caractéristiques sauvages et intactes du paysage.

7 IMPACTS DU PROJET ET MESURES DE COMPENSATION

Les effets engendrés par la construction, l'exploitation et le démantèlement du parc éolien de Tarfaya peuvent avoir différents impacts (positifs ou négatifs) sur l'environnement. Les effets peuvent être décrits de différentes façons:

- Effets pendant la phase de construction
- Effets pendant la phase d'exploitation
- Effets directs/indirects: les effets directs sont ceux qui sont directement attribuables aux travaux et aménagement projetés. Les effets indirects sont ceux qui résultent d'autres interventions induites par la réalisation du parc.
- Effets temporaires/permanents: Les effets peuvent être distingués par leur durée. Les effets temporaires sont liés normalement à la phase de réalisation du projet tandis que les effets permanents sont plus durables dans le temps et sont liés à la cicatrisation plus ou moins bien réussie du site.
- Effets réductibles: Les effets réductibles sont ceux qui peuvent, grâce à des dispositions appropriées, être limités dans l'espace et dans le temps.
- Effets réversibles/irréversibles: les effets d'un aménagement peuvent être irréversibles, du fait d'une transformation lourde ou de conséquences pouvant s'étendre très loin dans le temps.

L'aménagement du parc éolien de Tarfaya doit être accompagné de mesures pour supprimer, réduire ou compenser les impacts négatifs qui lui sont associés.

On distingue les mesures suivantes:

Mesures de **réduction** qui visent à réduire l'impact du projet (diminution ou augmentation du nombre d'éoliennes, etc.).

Mesures de **suppression** qui permettent d'éviter l'impact dès la conception du projet (changement de l'implantation pour éviter un milieu sensible).

Mesures de **compensation** qui permettent de conserver globalement la valeur initiale des milieux (reboisement compensatoires lors de défrichages nécessaires, mesures de sauvegarde des espèces, préservation des milieux naturels etc.).

7.1 Impacts sur le milieu physique

Les impacts du projet sur le milieu physique se concentrent sur les aspects géomorphologie, sols et hydrologie.

Sur les aspects géologie, topographie et climat, le projet n'a aucun effet direct ni indirect. Néanmoins, il faut remarquer que le site se trouve en grande partie sur les grès et calcaire de la plate-forme côtière – Moghrébien. Cette situation rend la mise en place des éoliennes difficile à cause de la dureté du sol. C'est un impact important sur les travaux puisque le coût des travaux sera augmenté comparativement à un sol meuble et des explosifs devront être utilisés.

7.1.1 Géomorphologie et Sol

L'impact sur la géomorphologie et les sols aura lieu durant la phase de construction.

L'impact principal qui se produira aura pour origine les altérations du terrain dans lesquels auront lieu le déplacement de terre. Ces impacts sont définis comme suit :

- Augmentation du risque d'érosion éolienne (ensablement) et hydrique.
- Perte de terre végétale.
- Altérations des conditions physiques du sol par compactage, excavations, etc.
- Risque de contamination des sols.

Ces impacts seront causés par les actions du projet suivantes:

- Fouilles et terrassement,
- Mouvements de terre,
- Les couvertures de pistes,
- La construction de routes d'accès,
- L'excavation de fossés ou tranchées,
- Le recouvrement de fossés ou des tranchées,

La possibilité d'érosion de terrain se produira sous une forme accentuée durant la construction des installations. Elle est due, dans cette première phase, aux mouvements des engins (piétinement du site), ainsi que des excavations nécessaires pour les fondations, au déplacement des matériaux d'excavations, et aux excavations nécessaires pour installer les câblages et les travaux nécessaires pour la construction des voies d'accès.

Les surfaces utilisées pour chaque éolienne sont mentionnées dans le schéma en annexe 5. On peut y distinguer les surfaces d'occupation permanente et temporaires.

En restant sans protection de leur couverture végétale, les sols se voient exposés à l'érosion hydrique et surtout éolienne, qui s'accentue sur les sols pauvres. Ceci peut empêcher ou retarder le développement postérieur de la végétation. Dans la mesure où la couverture végétale sur le site est initialement faible, les sols ont déjà largement subi les processus érosifs. Ainsi, le projet devrait uniquement avoir un faible effet aggravant.

L'impact du projet sur le site, du point de vue du risque d'érosion et d'ensablement, est faible. Ceci est dû principalement à la présence de la route nationale N1, qui diminue le besoin de construction de nouvelles routes d'accès. De plus, les pistes d'accès internes sont prévues de manière logique (voir chapitre 3). La surface totale et l'occupation permanente du sol (voir schéma en annexe 5) n'est pas énorme comparé à d'autres projets d'énergie.

Le risque de contamination des sols par accident industriel ou par rejet d'eaux usées lors de la phase de construction doit cependant être à tout prix évité.

Mesures de réduction des impacts

Pour réduire l'emprise de la construction et exploitation du parc éolien sur la géomorphologie et les sols, les mesures suivantes sont proposées:

- Définition et délimitation des sites d'extractions afin de préserver le plus possible les sols et afin d'éviter tout risque supplémentaire de pollution et de dégradation du site ; les pistes de transport, les zones de stockage des matériaux (si existant) et des engins ont déjà été planifiées par le Client en annexe 5.

- Gestion des déchets sur le chantier et pendant la maintenance.
- Optimiser l'utilisation du sol pour les infrastructures permanentes afin de diminuer les risques d'érosion et d'ensablement dus à la perte de végétation.
- Eviter toute pollution des sols durant la manutention, grâce à une correcte gestion des matériaux polluants ; l'huile des engins et des éoliennes pourrait être polluante et contaminer aussi le sol en cas de fuites, mais ceci sera traité selon les procédures habituelles sur les chantiers ; en cas de contamination du sol, prévoir un dépôt séparé pour les matériaux contaminés et évacuation et traitement conforme et systématique hors du site.

Le parc éolien de Tarfaya bénéficie d'une bonne accessibilité et les pistes d'accès internes sont planifiées stratégiquement, ce qui permet de limiter la construction de nouvelles routes d'accès et diminue considérablement les risques d'érosion.

Les bases-vie seront placées hors du site, ce qui évitera le rejet d'eaux usées ménagères sur le site et déchets ménagers.

Les excavations concerneront surtout :

1) Les fondations des éoliennes
2) Les tranchées pour les câbles souterrains

Dans les deux cas, il serait important de racler la terre végétale, première couche du sol (environs 10 cm), si existante, avant d'excaver, et de stocker cette terre végétale de côté pour la réutiliser sur la surface du sol plus tard lors de la remise en état des excavations ou aux alentours. Ceci est valable aussi, en général, pour toutes les surfaces utilisées temporairement pour le chantier. En effet, cette couche du sol, contenant des graines et de la matière organique, permet à la végétation, vulnérable dans le désert, de se régénérer.

Dans le cas des fondations des éoliennes : l'excès des terres excavées sera utilisé pour le corps de la piste principale. En cas de surplus de déblais, une décharge correcte doit être aménagée. Les remblais seront aménagés selon l'entreprise, et la terre autour de la fondation, compactée à des degrés élevés. La zone d'extraction doit être par la suite remise en état, les déchets évacués, et la terre végétale, mise de côté, pourra être placée aux alentours des fondations, afin de permettre la régénération de la végétation. Si la terre végétale n'était pas existante, du matériel concassé pourrait être placé sur le sol autour des fondations. Les décharges de déblais, si existantes, devront aussi être remises en état à la fin des travaux (aplanir les surfaces et remettre la couche de terre végétale dessus).

Dans le cas des tranchées : une décharge correcte devra être aménagée pour les déblais, en cas de surplus de matériel, celui-ci, normalement utilisé pour le corps de la piste. Les remblais seront aménagés selon l'entreprise. Cependant, IP-NAREVA exigera aux entreprises électriques d'enlever la première couche de terre végétale lors des excavations, si existante, et de séparer cette terre végétale et la stocker pour la réutiliser lors de la remise en état des excavations, et la placer sur la surface du sol tout à la fin. Si la terre végétale n'était pas existante, du matériel concassé pourrait être placé sur la surface, permettant le développement de la végétation sur gravier sans matière organique. Les déchets seront évacués. Les décharges de déblais, si existantes, devront aussi être remises en état à la fin des travaux (aplanir les surfaces et remettre la couche de terre végétale dessus).

Voir les photos concernant les excavations et déblais en Annexe 13.

7.1.2 Hydrographie

Le risque de contamination des eaux de surface et souterraines existe, notamment en raison du:

- Transport et exploitation de la machinerie lourde.
- Stockage des matériaux polluants et des déchets de chantier.
- Accidents lors de la maintenance.

Les principaux impacts qui peuvent se produire sur l'hydrologie et l'hydrographie du milieu sont:

- Altérations dans le régime hydrique.
- Modifications dans le réseau de drainage.

Les sites d'implantations n'ont pas de oueds et surfaces d'eau. La région se caractérise par un écoulement uniquement épisodique en temps d'averses.

Lors de la visite du site, aucune zone d'eaux stagnantes (sauf celle des sebkhas) n'a été observée sur les sites du projet. Néanmoins, l'existence de ces surfaces, temporairement, ne peut être exclue. Ces surfaces d'eaux peuvent jouer un rôle dans l'approvisionnement en eau de la flore et la faune locale. Les infrastructures de projet doivent éviter donc, dans la mesure du possible, d'interférer avec ces zones. L'impact du projet est donc faiblement négatif.

Mesures de réduction des impacts

- La planification de l'emplacement des éoliennes, des routes d'accès et de l'ensemble des infrastructures annexes doit être faite en évitant les zones écologiques sensibles tels que les mares.
- Les baraquements éventuels sont à organiser avec souci de cohérence et de composition.
- Définition des pistes de transport, des zones de stockage des matériaux (si existant) et des engins, afin d'éviter toute zone montrant des eaux de surfaces, de préserver le plus possible les eaux du sous-sol et afin d'éviter tout risque supplémentaire de pollution et de dégradation du site.
- Bonne manutention des véhicules et des engins.
- Stockage adéquat des carburants, lubrifiants et autres produits.

7.1.3 Climatologie

Les principaux impacts qui peuvent se produire sur le climat et la santé humaine en phase de construction et d'exploitation concernent la gestion des disjoncteurs dans les postes de transformations. Ces disjoncteurs contiennent de l'hexafluorure de soufre (SF6). Ce gaz est destiné à protéger les circuits et les installations contre une éventuelle surcharge due à un courant de défaut (orage, court-circuit). Le SF6 est, à l'état pur, un gaz non toxique. Néanmoins, à cause de ces caractéristiques chimiques (c'est un gaz plus lourd que l'air), il y a des risques d'étouffement, lors de son inhalation.

De plus, ce gaz est un gaz à effet de serre, visé par le Protocole de Kyoto. Son potentiel de réchauffement global est 22'200 fois supérieur à celui de dioxyde de carbone (CO2), ce qui en fait potentiellement le plus puissant gaz à effet de serre sur Terre.

Considérant le fait que les postes sont à l'air libre et que les quantités de SF6 sont restreintes, l'impact est jugé comme étant faible en phase de construction et d'exploitation.

7.2 Impacts sur le Milieu Biologique

7.2.1 Impact sur la Végétation

Phase de Construction et d'Exploitation

Les travaux qui pourront avoir des effets négatifs sur la végétation sont essentiellement les suivants :

- Implantation des pistes d'accès internes ;
- Implantation des éoliennes (fondations et aires de montage) ;
- Enfouissement des câbles électriques souterrains;
- Implantation des postes MT/THT
- Lignes aériennes pour 1) de 60 kV pour le transport de l'énergie accumulée par une grappe vers les postes MT/BT ; 2) de 225 kV pour l'acheminement de l'énergie produite au Nord vers le poste TAH (les pylônes utilisés sont de la famille des pylônes ONE).
- Aménagements des structures annexes (sites de chantier, zones de stockage, baraquements).

On distingue une différence d'impact entre l'occupation du sol (et la destruction de la végétation) de nature temporaire tel que les installations de chantier (sites de chantier, zones de stockage, baraquements) à celle de nature permanente, tel que l'implantation des routes d'accès (voir schéma en annexe 5 montrant les surfaces par éolienne du sol occupé temporairement ou de manière permanente). Cependant, en vue de la relative courte durée de vie d'un parc éolien (environs 20 ans pour les aérogénérateurs et 40 ans pour les mâts) et la facilité du démantèlement du site, on estime que cet impact est de nature semi-permanente.

La réhabilitation du site permet de supprimer en grande partie cet impact direct sur le milieu naturel. L'impact du projet sur le site est jugé faible. Ceci, principalement dû à la bonne accessibilité du site et donc à la possibilité de diminuer le nombre de pistes d'accès.

Pendant la phase d'exploitation, les impacts potentiels concernent essentiellement les pertes d'habitats.

Mesures de compensation et réduction des impacts

- Eviter toute destruction inutile de la végétation.
- Les zones écologiques sensibles tels que les zones de végétation dense et sebkhat doivent être évitées et l'utilisation du site minimisée. Il est à indiquer que selon les données techniques du projet, la ligne 225 kV raccordant le poste Nord au poste Sud passerait par le sebkhat Tizfourine et les falaises. Le

Consultant propose ici de changer le tracé de la ligne pour éviter le sebkhat. Sur la carte en Annexes 3 et 9, un nouveau tracé a été proposé. IP-NAREVA a pris en considération la recommandation de Pöyry et a changé le tracé en conséquence.

- Diminuer au maximum la destruction directe de la végétation en délimitant les surfaces des sites de chantiers, de baraquements, des pistes d'accès et des sites de stockage et d'extraction de matériaux de construction au strict minimum et en concentrant l'ensemble des activités au sein de ces sites.
- Identifier et délimiter les sites dans la mesure du possible (en informant les ouvriers) les zones à ne pas abîmer, considérant leur valeur écologique (végétation plus dense, etc.)
- La remise en état des sites de construction à la fin des travaux de chantiers (restauration de la végétation, voir plus haut). Les surfaces utilisées doivent être libérées de quelconque déchet (pierres, déchets solides et liquides), afin de permettre la régénération de la végétation dans de brefs délais.

A la fin de la vie du parc après 20 ans d'exploitation (fin du contrat avec l'ONE) ou lors d'une résiliation de contrat avec l'ONE avant cette échéance, le parc sera cédé à l'ONE. On peut considérer que, la bonne accessibilité au site permet de limiter la construction de nouvelles routes d'accès et diminue donc considérablement la nécessité de destruction de la végétation.

Il est cependant important de suivre les recommandations du Consultant concernant la remise en place des zones d'extraction (voir plus haut), afin de permettre la régénération de la végétation.

7.2.2 Faune sauvage terrestre

Phase de construction

En ce qui concerne la faune sauvage terrestre, les impacts sont liés essentiellement à:

- La présence humaine.
- La circulation des engins pour l'exécution des travaux.
- La destruction et l'occupation des habitats naturels durant la phase de construction.

Les deux premiers impacts directs auront des conséquences sur la quiétude de la faune (surtout les grands mammifères) et le stress occasionné par les chantiers et par le trafic sur les routes d'accès. Ces impacts sont limités dans le temps.

L'utilisation temporaire des espaces au niveau des chantiers pourrait entraîner une disparition partielle ou totale de plusieurs espèces (particulièrement reptiles) en raison de la destruction des habitats, résultant en une migration des espèces. Cet impact est limité dans le temps et peut être mitigé par la remise en état des sites de construction.

Finalement, il y a lieu de prendre en compte les impacts sur la faune locale provenant du risque de braconnage des animaux par les ouvriers durant la période de construction.

Phase d'exploitation

Pendant l'exploitation, les impacts potentiels concernent essentiellement les pertes d'habitats. Le dérangement induit par la maintenance, ou d'une manière générale par

l'augmentation de la fréquentation humaine en raison de l'aménagement de nouveaux accès, peut être également un facteur important pour certaines espèces.

Finalement, dans son ensemble et en vue de la faible présence initiale de la faune sauvage terrestre pour des raisons naturelles (climat, disponibilité de l'eau, etc.) et anthropiques (faible fréquentation du milieu), cet impact est globalement faible.

Mesures de réduction des impacts

Pour réduire l'impact du parc éolien sur la faune sauvage terrestre on propose les mesures suivantes:

- Remise en état des lieux, dans la mesure du possible, après la fin des travaux pour permettre une reprise de l'activité faunistique.
- Sensibilisation et contrôle des ouvriers sur la protection et le respect de la faune locale.
- La planification de l'emplacement des éoliennes, des routes d'accès et de l'ensemble des infrastructures annexes doit être faite en évitant les zones écologiques sensibles et diminuer l'occupation total du sol.
- Ne pas clôturer le site afin de permettre le passage et l'utilisation du site par la faune

On peut considérer que, généralement, la bonne accessibilité au site permet de limiter la construction de nouvelles routes d'accès et diminue donc considérablement le dérangement de la faune sauvage dans des endroits vierges et la destruction des habitats de ces animaux.

7.2.3 Avifaune

Nous soulignons ici que le site en étude avait été choisi lors d'une étude d'impact antérieure faite par l'ONE, où trois sites avaient été étudiés. Il en était sorti que le site 2, site de l'aire d'étude du présent projet, était le plus adéquat pour l'implantation du parc éolien dû à :

- Les facteurs qui influencent le plus l'impact environnemental et social des sites d'installations durant la phase de construction sont les problèmes engendrés par la construction de voies d'accès supplémentaires aux parcs (destruction de végétation, érosion, ensablement, occupation du sol).
- Pendant la phase d'exploitation, ce sont les facteurs liés au tourisme, à l'avifaune et au paysage, qui font que le site 2 est plus approprié que les autres.

Phase de planification

Il est à indiquer que selon les données techniques du projet, la ligne 225 kV raccordant le poste Nord au poste Sud passerait par le sebkhat Tizfourine et les falaises, zones importantes pour l'avifaune. Le Consultant propose ici de changer le tracé de la ligne pour éviter le sebkhat. Sur la carte en Annexes 3 et 9, un nouveau tracé a été proposé. IP-NAREVA a pris en considération la recommandation de Pöyry et a changé le tracé en conséquence.

Les résultats des études ornithologiques ont montré deux zones d'intérêt ornithologique majeur ainsi qu'une zone de Graras de valeur pour l'avifaune dans le site d'étude. Ces trois zones ont été dessinées en Annexe 9, dans la zone de projet, indiquant aussi

l'emplacement des éoliennes. Cette carte nous montre que IP-NAREVA a respecté ces zones et que toutes les éoliennes sont en-dehors des zones sensibles. Les éoliennes ne doivent donc pas être déplacées.

Phase de Construction

Les travaux d'implantation du parc éolien génèrent des pertes d'habitats dans les espaces d'implantation des aérogénérateurs et des voies de circulation (y compris leur voisinage, où sont rejetés les matériaux solides prélevés); si les recommandations faites ci-après sont respectées, ces impacts seront relativement faibles, sachant que certaines zones d'implantation, longeant la route nationale, possèdent des habitats déjà dégradés ou très pauvres ou largement représentés dans la région.

Les travaux de génie civil, la circulation des véhicules et la présence humaine (chantier) constituent une source certaine de dérangement pour les oiseaux au cours de la saison de reproduction, notamment en milieu désertique ouvert. Ils peuvent être pratiquement pourchassés de leurs lieux de nidification. Ce dérangement est d'autant plus sévère lorsque les travaux se prolongent dans le temps et s'accompagne de nuisances sonores (moteurs de grands véhicules, usages de dynamite, etc.).

Mesures en phase de construction

Selon les résultats des études ornithologiques, il existe deux zones d'intérêt ornithologique majeur (voir surfaces en rouge en Annexe 9) dans l'aire d'étude. Les travaux de génie civil et l'utilisation d'explosifs peuvent déranger la période de nidification sur une distance de 600 m. Il a donc été décidé que les travaux de génie civil et utilisation d'explosifs devront être évités pour toutes les éoliennes placées sur un périmètre de 600 m des zones d'intérêt ornithologique majeur, pendant la période de janvier à avril (voir traitillé autour des deux zones d'intérêt ornithologique majeur en Annexe 9). Il s'agit donc de 5 éoliennes, dessinées en bleu sur l'Annexe 9, au Sud de l'aire d'étude.

Il est aussi conseillé de mandater un ornithologue pendant la phase de construction.

Il est conseillé d'ouvrir un minimum de nouvelles pistes lors de la phase de construction en privilégiant les zones déjà dégradées et d'utiliser plutôt le réseau de pistes déjà existantes.

Afin de limiter les perturbations causées par les véhicules lors de la phase de construction, il est conseillé de faire passer les voies de circulation propres au projet le plus loin possible des sites de nidification d'oiseaux, soit loin des falaises et hors de toute graras (Annexe 9).

Avant le lancement de la phase de construction et durant son exécution, des actions de sensibilisation quant au respect des oiseaux et de leurs habitats devraient être menées auprès de tout le personnel impliqué dans le projet. Ces actions devraient également toucher le personnel en exercice hors de l'exploitation du parc éolien.

Phase d'Exploitation

Outre le dérangement lié à la présence humaine et la circulation des véhicules, le principal impact ornithologique connu des parcs éoliens se limite aux collisions des oiseaux en déplacement avec les hélices des aérogénérateurs.

Cependant, la faible fréquentation du site par les grands oiseaux et la faible altitude de vol des petits passereaux (les plus fréquents sur le site) réduisent ces risques de collisions accidentelles. A l'intérieur du site, des rapaces nicheurs et une intéressante

espèce saharienne de corvidé sont présents et peuvent effectuer parfois des vols de chasse, y compris pendant la nuit.

L'impact est jugé comme étant faible.

Mesures pendant la phase d'exploitation

Au cas où l'implantation du parc éolien se fera comme il a été recommandé pour le volet ornithologique, l'impact sur les habitats naturels sera relativement faible, puisque les habitats y sont déjà perturbés par les effets de la construction de la route nationale, de l'implantation des lignes électriques de haute et moyenne tensions et du réseau d'eau potable (multiples carrières et pistes déjà existantes).

Lors de la phase d'exploitation, il est recommandé de minimiser les voies de circulation (réseau de pistes) à l'intérieur du parc éolien et de favoriser la réhabilitation et la restauration des pistes ayant servi lors de la phase de construction et qui ne seraient plus utilisées lors de la phase d'exploitation.

De plus, il est recommandé de signaler la présence des éoliennes par un spot lumineux qui les rendraient visibles la nuit ; ce qui a été prévu par le Client (voir balisage des éoliennes).

Enfin, le Consortium IP-NAREVA doit élaborer dès le début de la phase d'implantation, un programme de suivi de l'impact du parc éolien sur le peuplement ornithologique; lequel programme devrait être exécuté dès l'achèvement de cette phase et être basé sur des indicateurs pertinents (évolution de la taille des populations des espèces nicheuses remarquables, intensités et flux de migration, taux de mortalité lié aux collisions avec les aérogénérateurs, degrés de réhabilitation des habitats, améliorations en faveur de l'avifaune, etc.). Des termes de référence spécifiques à ce suivi ont été élaborés dans le cadre de cette même étude.

7.2.4 Impacts sur les milieux naturels

Phase de Planification

Il est à indiquer que selon les données techniques du projet, la ligne 225 kV raccordant le poste Nord au poste Sud passerait par le sebkhat Tizfourine et les falaises, zones importantes pour l'avifaune. Le Consultant propose ici de changer le tracé de la ligne pour éviter le sebkhat. Sur la carte en Annexes 3 et 9, un nouveau tracé a été proposé. IP-NAREVA a pris en considération la recommandation de Pöyry et a changé le tracé en conséquence.

Phase de Construction

Aucun milieu naturel protégé n'est répertorié dans la zone d'étude. Par conséquent, aucun impact n'est prévu au cours de cette phase à l'exception du PNK, qui se trouve près de l'aire d'étude en direction du Nord-est, mais à plus de 40 km.

Mesures de réduction des impacts

Sensibilisation et contrôle des ouvriers pendant le chantier pour le respect des mesures environnementales.

Phase d'exploitation

Compte tenu du faible effectif des ouvriers et du personnel technicien pendant cette phase, l'impact est nul et aucune mesure n'est envisagée.

7.3 Impacts socio-économiques

7.3.1 Dangers

Le centre habité le plus proche du site du parc éolien est le village de Tah.

Les effets principaux du parc éolien sur la population sont liés, en particulier, à la phase de construction, mais aussi à l'exploitation du site.

Les effets peuvent être:

- Problèmes de santé publique
- Risques sur le chantier
- Risques d'accidents
- Explosifs.

Les aspects liés au bruit et à la qualité de l'air sont traités au point 7.3.2.

Les dangers provenant de parcs éoliens peuvent être résumés comme suit:

- Les dangers sur les sites de construction, en raison particulièrement de l'utilisation de machinerie lourde. Les consignes habituelles de sécurité sur un chantier (Organisation Internationale du Travail Convention n°62) doivent être respectées et le chantier doit être interdit à la population locale.
- Pendant la phase de construction, il faut s'attendre à une augmentation temporaire du trafic et donc un risque d'accident ainsi qu'une augmentation temporaire des gênes liées au bruit et aux émissions polluantes.
- Les principaux facteurs de risque lors de l'opération du site sont liés à la présence d'engins lourds et à la proximité d'électricité moyenne tension. Les personnes chargées des installations sont exposées, car la maintenance des machines s'effectue à plusieurs dizaines de mètres de hauteur, et les conditions météorologiques sont parfois difficiles. Ainsi, le personnel doit être formé en conséquence.
- La présence d'un chantier consiste en plus un risque pour la santé de la population locale par le fait de la présence d'une force ouvrière étrangère. Habituellement, le risque le plus important est l'importation de maladies infectieuses. Un risque sanitaire existe, notamment si la force ouvrière n'est pas équipée d'infrastructures adéquates.
- Risque de chutes de la pale ou de l'ensemble de la structure. Vu les critères de dimensionnement des éoliennes (notamment en ce qui concerne leur résistance aux très forts vents), ce risque est très faible. Cependant, une étude des sols dans le site de projet doit être menée afin d'assurer le dimensionnement des fondations. Vu l'éloignement des zones d'habitat et la faible utilisation du site, ce risque est limité.

Les impacts sur la santé humaine sont faibles, que ce soit dans la phase de construction ou dans la phase d'exploitation.

Mesures de suppression et de compensation des impacts

- Durant la phase de planification, respecter les normes internationales en vigueur concernant l'espacement entre les éoliennes et les infrastructures (routes, lignes

de transmission, etc.) et les phénomènes topographiques (sebkha, dunes, etc.). Selon l'exigence du CRI (Centre Régional d'Investissement), cette distance serait de 250 m et elle a été respectée par IP-NAREVA.

Selon les Commentaires et propositions de France Energie dans le cadre du projet de loi d'Orientation Energétique, la distance minimale entre les infrastructures et des bâtiments recevant des personnes de manière permanente (écoles, industrie) doit être égale à la hauteur de l'éolienne, pale en position verticale augmentée de 10 m.

Pour les infrastructures routières et routes classées à grande circulation, il est prévu une bande d'interdiction minimale de part et d'autre de l'axe de la route équivalente à une dimension égale à la hauteur de l'éolienne, pale en position verticale augmentée de 20m.

La distance entre les infrastructures de réseau électrique (lignes HT), les éoliennes devront être éloignées d'une distance minimale égale à la hauteur de l'éolienne, pale en position verticale augmentée de 10m par rapport à l'axe des lignes HT.

- Délimitation et interdiction des chantiers de construction pour la population locale et contrôles.
- Application des mesures de sécurité habituellement mises en place sur tout chantier (Organisation Internationale du Travail Convention n°62) telles que: respect des règles relatives à la limitation de l'accès du public au chantier, à la circulation des véhicules à l'intérieur de celui-ci et, au port de casque, gants et chaussures de sécurité par les ouvriers, etc.
- Mise en place d'infrastructures sanitaires adéquates pour la force ouvrière (eaux, assainissement, trousse de premier secours, etc.)
- S'assurer que l'augmentation du trafic n'occasionne pas de risque pour les habitants de toute la commune de Tah et pour le trafic normal.
- Concertation avec l'ensemble de la population locale afin de dissiper des éventuelles craintes faces aux éoliennes et la sécurité.

La distance entre les turbines et les centres habités dépend essentiellement du bruit causé par le parc éolien (voir 7.4.2).

7.3.2 Interférences électromagnétiques

Toute structure importante, particulièrement si elle contient une quantité substantielle de métal, est une cause potentielle d'interférences pour les signaux électromagnétiques tels que ceux des émissions radio et TV et des communications hertziennes (telles que celles présentes sur le site). Le risque de brouillage par les éoliennes dépend de plusieurs paramètres de l'éolienne: largeur et surface de chaque pale, matériaux, longueur de la pale, vitesse de rotation et variation de la direction, etc. Pour plus de détails, voir l'Annexe 14.

Tous ces facteurs peuvent donc causer des problèmes de brouillage, parce qu'ils créent des signaux parasites intermittents qui interfèrent avec les trajectoires originales de transmission.

Les éoliennes peuvent fortement dégrader la mesure des radars proches (radar maritime pour le port, radar militaire, radar météorologique et radar de transmission radio et télévision). Leur impact peut être très important même lorsque le faisceau principal du radar ne pointe pas directement en direction des éoliennes. En effet, l'énergie rayonnée

par l'antenne radar pour des ouvertures angulaires éloignées de l'axe du faisceau est suffisante pour que l'écho renvoyé par des éoliennes perturbe la mesure du radar. Une seule éolienne peut ainsi rendre inexploitable une zone étendue de la couverture géographique d'un radar.

Une procédure internationale (Annexe 15) a été définie pour estimer cet impact en fonction du type de radar, de la taille des éoliennes, de leur localisation par rapport au radar, et de leur "surface équivalente radar" qui caractérise la capacité d'une cible à rayonner l'énergie électromagnétique incidente en direction du radar. Tout projet de parc éolien situé à proximité d'un radar météorologique doit prendre en compte ce type d'impact.

En cas de problèmes ou réclamations des entités concernées, IP-NAREVA étudiera avec ces entités, les solutions appropriées pour résoudre les problèmes.

L'impact potentiel du parc éolien sur les interférences électromagnétiques est jugé comme faible sur le site, étant donné que la Direction de l'Aviation civile a donné son accord à IP-NAREVA.

Par contre, l'impact sur la perturbation du fonctionnement du radar et jugé comme faible.

Mesures de réduction des impacts

De manière simplifiée, il est recommandé de :

- Respecter les distances minimales entre les éoliennes et le poste de télécommunication présent sur le site et concertation avec l'opérateur du poste et en prenant compte les données techniques des éoliennes (voire Annexe 14).
- Au cas de problème ou réclamation des entités concernées, IP-NAREVA étudiera avec cette entité les solutions appropriées pour résoudre les problèmes.
- Situer le projet dans une plage de distance bien définie autour du radar (Annexe 15).
- Voire le compte rendu fait avec la direction de l'aviation civile qui confirme que le parc éolien n'a aucun n'impact sur les radars (Annexe 17).
- En général, appliquer la procédure internationale pour estimer l'impact sur les radars dans la zone et appliquer les mesures techniques adéquates.

7.3.3 Utilisation d'explosifs durant la phase de construction

L'utilisation des explosifs est courante dans le domaine de la construction afin de faciliter l'excavation des zones de fondations. Les principaux impacts sont :

- Bruit : une forte décharge résulte en un impact sonore important pouvant être un stress autant pour les populations locales, que pour la faune locale et en particulier l'avifaune ;
- Qualité de l'air : les explosifs à forte intensité résulte en des grandes quantités de poussières, affectant ainsi la qualité de l'air ;
- Sécurité : un risque d'accident pour les travailleurs sur le site de construction ;
- Vibration : les vibrations d'une explosion peuvent avoir des impacts sur les structures environnantes sensibles aux vibrations. Celles-ci peuvent être des

structures de génie civil (allant d'un simple bâtiment à un ouvrage de génie civil exceptionnel, tels un château d'eau, un tunnel, les ponts et viaducs, les galeries techniques et ouvrages d'assainissement) et des sites naturels (falaises, cavernes...). L'inventaire des structures doit être fait dans un rayon de 200 m autour de l'explosion. Les vibrations peuvent aussi avoir un impact sur la période de nidification de l'avifaune.

Généralement, l'impact des vibrations peuvent être définies comme suit (pour le cas d'utilisation d'explosifs proches de zones d'habitations) :

- **v < 10 mm/s** faible probabilité de dommages
- **10 mm/s < v < 30 mm/s** nécessité d'un bon contrôle, probabilité accrue de réclamations
- **v > 30 mm/s** non recommandé en zone habitée.

Si les points suivants sont respectés, nous estimons que l'impact est faible au niveau du site du projet:

- Selon les documents techniques reçus, la vitesse maximale d'oscillation en fondation devrait être de 10 mm/s, ce qui rejoint ce qui a été dit plus haut ;
- Les caractéristiques techniques des explosifs qui seront utilisés et notamment leur faible intensité (faible niveau de vibrations et faible rayon de projection de matériaux). Ceci diminue l'impact des vibrations, ressenties à une distance d'environ 50m, et du bruit;
- Les structures les plus proches sont les pylônes électriques qui se trouvent au minimum à 150 m des éoliennes ; Cependant, lors du 1er tir d'essai, la valeur de vitesse d'oscillation sera mesurée par rapport au pylône le plus proche et le plan de tir sera adapté aux contraintes levées sur place, de telle manière à ce que les valeurs de vitesse de vibration ressenties aux pieds des structures, ne dépassent pas 10 mm/s. La projection des matériaux est limitée à un rayon de 50 m maximum.
- De la position de la zone de projet hors de toute zone à bâtir et loin de toute zone bâtie existante, le village de Tah étant situé à 3200 m de l'éolienne la plus proche ;
- De la courte durée de temps de l'impact, et ceci par rapport à d'autres alternatives d'excavations (marteau piqueur, machinerie lourde) ;
- Du suivi des directives nationales et internationales concernant le transport et l'utilisation d'explosifs.

Cependant, nous soulignons que les impacts suivants devront néanmoins être pris en compte et les mesures de mitigation mises en place :

- Bruit et sécurité pour la population locale : il sera nécessaire de communiquer l'utilisation des explosifs à la population locale afin de souligner le danger et communiquer les raisons du bruit. En particulier, les habitants de Tah.
- Gérer le trafic sur la route N1 pendant les explosions
- Sécurité : l'entreprise de construction devra suivre l'ensemble des consignes de sécurité généralement observées sur les sites de construction, ainsi que celles

concernant le transport d'explosifs. L'entreprise devra être bénéficiaire de l'ensemble des autorisations nécessaires à l'utilisation d'explosifs.

Concernant l'avifaune et la période de nidification :

- Les travaux de génie civil et l'utilisation d'explosifs peuvent déranger la période de nidification sur une distance de 600 m. Il a donc été décidé que les travaux de génie civil et utilisation d'explosifs devront être évités pour toutes les éoliennes placées sur un périmètre de 600 m des zones d'intérêt ornithologique majeur, pendant la période de janvier à avril. Il s'agit donc de 5 éoliennes, dessinées en bleu sur l'Annexe 9, au Sud de l'aire d'étude.
- Il est aussi conseillé de mandater un ornithologue pendant la phase de construction.

7.3.4 Déplacement de population

Vu que le site du projet et ses alentours immédiats ne sont pas habités, des déplacements de populations ne sont pas prévus. Les terrains du site appartiennent au domaine privé de l'état, donc aucune mesure de compensation n'est envisagée. Durant la phase d'opération le parc éolien ne sera pas clôturé et donc il n'y aura aucun déplacement ou perte pour les éleveurs de bétail.

7.3.5 Nuisances sonores et qualité de l'air

En ce qui concerne les impacts du projet sur la qualité de l'air et le bruit, on peut différencier les impacts entre la phase de construction et la phase d'exploitation.

En général, es effets négatifs du projet sont essentiellement les suivants:

- Nuisances sonores dues au chantier et au transport;
- Pollution de l'air due aux extractions des matériaux, aux transports de matériel et à leur gestion.
- Nuisances sonores durant la phase d'exploitation

Phase de construction

Le bruit sur le chantier provient essentiellement de l'utilisation des engins de terrassement (bulldozers, trucks, pelles mécaniques, niveleuses, etc.) et des camions de livraisons (bétonnières). Vu l'éloignement des sites des chantiers des zones d'habitats, la nuisance sonore aura uniquement un impact sur la faune locale. Vu la courte durée de l'impact, celui-ci est limité.

Le traitement des matériaux, les déblaiements et le trafic des engins de chantier sont autant de sources de pollution atmosphérique qui pourront avoir un impact sur la qualité de l'air et, par la suite, sur la santé humaine. Cependant, ces impacts sont limités en raison de l'éloignement du site des zones d'habitat et de la courte durée de la phase de construction. Les ouvriers en seront touchés.

Mesures de réduction des impacts

Les mesures pour réduire les impacts liés à la qualité de l'air et du bruit pendant la phase du chantier:

- Les engins utilisés devront être en bon état et respecteront les niveaux sonores réglementaires.

- Les ouvriers devront être équipés de protections contre le bruit.
- Eventuellement, utilisation d'eau afin de diminuer les émissions de poussières.
- Optimiser le nombre de camion de transport. Le nombre de voyages à vide doit être réduit au minimum.

Phase d'exploitation

La principale contribution sonore d'une éolienne est le bruit d'origine aérodynamique qui est lié à la vitesse de rotation des pales et à celle du vent. Le bruit dépend des caractéristiques techniques des éoliennes. Il est constitué avant tout du bruit de la pale qui fend l'air, surtout créé par l'extrémité de la pale. Mais les constructeurs d'éoliennes ont, au fil des années, peaufiné la conception des pales pour réduire les émissions sonores. Au pied d'une éolienne moderne, on n'entend pas davantage de bruit que dans une voiture. On entend surtout le bruit du vent. La puissance sonore d'une éolienne est à 107 dB. Quand on s'éloigne d'une éolienne, le bruit décroît.

Un calcul acoustique fait par le Consultant a permis de dessiner une carte de nuisance sonore du parc éolien de Tarfaya, en Annexe 18. Celle-ci montre que le village Tah, le plus proche du parc éolien, ne sera pas touché par les nuisances sonores.

De plus, il n'existe aucune indication que le bruit provenant des éoliennes ait un impact sur la faune et en particulier sur les oiseaux.

Mesures de suppression

La planification du parc éolien devra tenir compte et respecter les valeurs limites d'exposition au bruit en champ lointain (valeurs de planification) de la Banque Mondiale. La limite dans les zones résidentielle, d'éducation, et institutions est de 55 Leq pendant le jour et 45 Leq pendant la nuit. Dans les zones industrielles et commerciales de 70 Leq pendant toute la journée.

Cependant, à une certaine distance minimale, le bruit de l'éolienne est très faible selon les normes (voir Annexe 16). Vu que le parc est très loin des agglomérations de population et que la carte de nuisance sonore montre que le village Tah, le plus proche du parc éolien, ne sera pas touché, l'impact est faible.

7.3.6 Compatibilité avec les activités locales et occupation du sol

Le site d'implantation proposé du parc éolien est dépourvu de terres agricoles et la végétation limite les possibilités d'élevage. De ce fait, l'impact du projet de parc éolien sur les terres agricoles dans l'ensemble du site est négligeable et ne pose donc pas de problèmes de compatibilité avec les activités locales.

En ce qui concerne l'impact du projet sur l'utilisation du sol et donc l'occupation temporaire ou définitive de différentes superficies (baraquements, pistes d'accès, éoliennes, etc.), il est jugé comme faible pour le site vu que sa bonne accessibilité limite la nécessité de construire un grand nombre de pistes d'accès.

Mesures de réduction et suppression

La planification de l'emplacement des éoliennes doit être faite de manière à limiter l'emprise totale sur le sol, notamment en ce qui concerne la mise en place des routes d'accès ainsi que le creusement des fossés pour les câbles souterrains. La planification a été faite avec logique afin d'utiliser au minimum la surface du terrain. De plus, le parc éolien est situé près de la route nationale qui sera aussi utilisée pendant la phase de

construction. L'emplacement des pistes d'accès internes est optimisé, les entrées au site sont installées proche de la route d'accès principale (route nationale 1). Les éoliennes sont groupées et alignées logiquement de manière à former des grappes.

Les points suivants peuvent encore être recommandés :

- Concernant le tracé de la ligne HT 225 kV, le Consultant a proposé un nouveau tracé évitant le sebkhat Tizfourine, qui est en cours d'étude par la IP-NAREVA.
- Pendant la phase de construction, les pistes d'accès internes planifiées devront être utilisées et non outrepassées ; les camions devront tourner à des endroits précis et pas n'importe où sur le site.
- Les excavations devront être remises en état comme indiqué au chapitre sol.

A la fin de la vie du parc après 20 ans d'exploitation (fin du contrat avec l'ONE) ou lors d'une résiliation de contrat avec l'ONE avant cette échéance, le parc sera cédé à l'ONE.

7.3.7 Retombées locales et aspects socio-économiques

Le projet va créer des postes de travail pendant la phase de construction (estimer à 200 postes temporaires) des travaux, plus des emplois qui seront créés dans les entreprises sous-traitantes et celles qui fournissent les matériaux de construction. En phase d'exploitation du projet, on observera de nouvelles opportunités de réduire le chômage du fait du recrutement de personnel pour la gestion du parc (estimation de 15 postes permanents).

L'arrivée d'entreprises et de travailleurs étrangers, surtout en phase de construction, permettra de donner un effet de levier à l'économie locale puisque des centaines de personnes arriveront sur le site et auront besoin de logement et de nourriture, ce qui développera et créera des activités de commerce ainsi que la promotion immobilière.

Finalement, l'augmentation de la capacité de production énergétique au Sud du Maroc sera bénéfique pour le développement socio-économique de toute la région et accompagnera les projets de développement, notamment touristique.

Le projet pourra engendrer des retombées économiques bénéfiques pour l'ensemble de la région, en particulier, si, pour le recrutement de la force ouvrière (non qualifiée), les habitants de la zone sont considérés avec priorité.

Le projet dans l'ensemble de l'aire d'étude a donc un effet jugé comme positif sur l'ensemble des activités socio-économiques.

7.3.8 Tourisme

Phase de construction

Les impacts majeurs sur le tourisme pendant la phase de construction sont liés aux nuisances (bruit, vibrations, etc.) dues aux engins de construction et au transport.

Phase d'exploitation

Les effets du projet sur l'aire d'étude seront bénéfiques surtout au niveau de la phase d'exploitation. Le parc éolien va donner un atout pour le développement touristique en offrant à la région de Tarfaya:

- Une image valorisante de la région grâce à l'image écologique de l'énergie éolienne.

- Un tourisme technique et des visites du site.

L'image éco-touristique qu'offre le parc éolien, engendre la possibilité de l'exploitation du site comme point d'attraction des visiteurs nationaux et internationaux. Pour cela, il est important de concevoir un plan de gestion touristique du site en cas de demande des entités concernées. Ce plan est défini en incluant les professionnels du secteur (agences touristiques, ministère du tourisme, etc.). Dans le concept d'exploitation touristique du parc, il peut être envisageable d'inclure un centre d'informations, des panneaux explicatifs autant techniques que décrivant les mesures environnementales mises en place, des tours guidés, etc.

L'emplacement du parc éolien pourrait donc avoir un effet positif sur l'aspect tourisme.

7.4 Paysage et Aspects culturels

Phase de planification

Il est à mentionner que le Consortium IP-NAREVA a respecté les exigences de la première EIE de Tarfaya (ONE) en terme de :

- Homogénéisation des types de turbines
- Homogénéisation des hauteurs des nacelles
- Homogénéité dans le choix des tailles des éoliennes et choix de grandes tailles (101 m de diamètre des pales)
- Layout uniforme ; organisation «géométrique» du parc (par rangées) et respect d'un concept d'intégration paysagère.

Il est aussi à indiquer que selon les données techniques du projet, la ligne 225 kV raccordant le poste Nord au poste Sud passerait par le sebkhat Tizfourine et les falaises, zones importantes pour l'avifaune. Le Consultant propose ici de changer le tracé de la ligne pour éviter le sebkhat. Sur la carte en Annexes 3 et 9, un nouveau tracé a été proposé. IP-NAREVA a pris en considération la recommandation de Pöyry et a changé le tracé en conséquence.

Phase de construction

Pour l'aspect culturel, la zone est très riche du point de vue archéologique puisque les civilisations néolithiques, préislamiques et coloniales européennes y ont laissé des vestiges de leur présence sédentarisée. Il n'est donc pas exclu de faire des découvertes importantes durant les travaux. Ainsi, il faut faire appel à des spécialistes lors des travaux à la suite d'éventuelles découvertes archéologiques et aussi associer les représentants du Ministère de la Culture dans la région.

Phase d'exploitation

Le site du projet est très accessible et visible, notamment grâce à son emplacement le long de la route nationale. Ce site paraît optimal d'un point de vue paysage. En effet, il est positionné près de la route nationale, etc. Les infrastructures existantes marquent déjà assez fortement le paysage. De plus, la proximité du site avec ces infrastructures va éviter la construction de structures ultérieures.

Mesures de réduction des impacts

Comme indiqué plus haut, étant donné que certaines exigences ont été respectées en phase de planification par le Consortium IP-NAREVA, ceci diminue l'impact sur le

paysage dans les autres phases. Comme indiqué en chapitre 7.3.8, l'installation du parc éolien permettra d'animer le champ visuel des touristes, et aura donc un potentiel impact positif sur le tourisme de la région.

D'autres mesures et recommandations peuvent encore être mentionnées pour atténuer l'impact sur le paysage et favoriser l'intégration du parc éolien dans le paysage immédiat:

- Remise en état de l'ensemble des zones de construction à la fin des travaux,
- Après excavation (que ce soit pour les tranchées ou pour les fondations), il est possible qu'il y ait des surplus de déblais qui devront être stockés. Ces décharges de déblais devront être placées dans des endroits planifiés, par exemple dans une dépression, sans végétation ; ces potentielles décharges ne doivent pas être placées dans les sebkhats ou au niveau des falaises, d'intérêt pour la faune et le tourisme. Ces potentielles décharges devront être remises en état après les travaux (la surface des décharges de déblais devra être aplanie, elles ne doivent pas être laissées à l'abandon comme le montrent les photos en Annexe 13).
- Camouflage ou mise en valeur des voies d'accès,

A la fin de la vie du parc après 20 ans d'exploitation (fin du contrat avec l'ONE) ou lors d'une résiliation de contrat avec l'ONE avant cette échéance, le parc sera cédé à l'ONE. La bonne remise en état du site diminuera considérablement son impact sur le paysage sur le long terme.

7.5 Evitement des émissions de CO_2, SO_2, NO_x et poussières

La production d'électricité éolienne ne produit pas d'émissions directes de gaz à effet de serre. Néanmoins, la construction d'une centrale éolienne cause des émissions indirectes. Les phases concernées sont les suivantes:

- Production et assemblage du matériel,
- Transport de ce matériel,
- Démantèlement du site,

Il existe plusieurs méthodes d'estimation de l'évitement de gaz à effet de serre dans le cas d'un tel projet. Nous présentons ci-après les résultats de trois différentes méthodes utilisées internationalement. L'ensemble des calculs ont été faits avec l'estimation d'une production annuelle de 1300 GWh pour le projet.

Premièrement, le **«Full Energy Chain Greenhouse Gas Emission Factor**» (FENCH GHG) présenté par R. Dones et al. (2003), soit le facteur d'émission de gaz à effet de serre d'une centrale électrique, prend en compte l'ensemble des émissions durant le cycle de vie de l'infrastructure (Life Cycle Analysis) allant des phases de construction, les émissions causées pendant la phase d'exploitation et de son démantèlement.

Le Tableau 7-1 suivant résume les facteurs d'émissions FENCH GHG pour les différents types de centrales électriques avec hypothèse d'une durée de vie de 20 ans:

Tableau 7-1 : Full Energy Chain Greenhouse Gas Emission Factor

Type de centrale	Minimum [g CO_2-equiv./kWh]	Maximum [g CO_2-equiv./kWh]
Lignite	1060	1690
Hard coal	949	1280
Oil	519	1190
Industrial gas	865	2410
Natural gas	485	991
Nuclear power	8	11
Hydropower	3	27
Windpower	14	21
PV	79	123
Wood cogeneration	92	156

Source : Dones et al. (2003)

Les émissions unitaires de gaz à effet de serre par unité d'électricité produite sont nettement plus élevées pour les centrales électriques alimentées par lignite, charbon, huile et gaz.

Tableau 7-2 : Emissions annuelles en equivalent CO_2 pour la production moyenne annuelle de 1300GWh pour diverses méthodes de production énergétique

	Production équivalent CO2 [g CO2-equiv./kWh]		Production annuelle pour 1300 GWh T CO2 equiv.		Facteur d'émission	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Energie Eolienne	14	21	18'200	27'300	1	1
Centrale Thermique Charbon	949	1280	1'233'300	1'664'000	67.8	61.0
Centrale à Gaz naturel	485	991	630'500	1'288'300	34.6	47.2
Energie Hydroélectrique	3	27	3'900	35'100	0.2	1.3

Le Tableau 7-2 souligne la production annelle de CO_2 équivalent pour certaines sources énergétiques, en utilisant les données de «Full Energy Chain Greenhouse Gas Emission Factor». On voit que le facteur d'émission de la production par éoliennes est équivalent à l'hydrologique, 60 fois moins qu'une centrale thermique fonctionnant au charbon et 40 fois moins qu'une centrale à gaz naturel. Ainsi, cette méthode estime que le parc éolien évitera l'émission d'environ 1'215'100 – 1'636'700 T CO_2 équivalent annuellement par rapport à une centrale thermique à charbon.

Le **Centre d'aide à la décision sur les énergies propres RETScreen International du Gouvernement Canadien** propose un logiciel d'analyse de projets d'énergies propres. Il peut être utilisé partout à travers le monde pour évaluer la production et les économies d'énergies, le coût sur le cycle de vie, les réductions des émissions, la viabilité financière et le risque de différentes technologies d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables. Le logiciel inclut des bases de données de produits, de coûts, ainsi qu'un manuel de l'utilisateur en ligne (www.retscreen.net). Le logiciel compare les émissions prévues par un projet d'infrastructure énergétique avec le taux d'émission actuellement émis par le pays pour la même capacité de production.

En ce qui concerne le Maroc, en prenant en compte les paramètres météorologiques au niveau du site de Laâyoune, le logiciel calcule une réduction annuelle nette d'émissions de GES de 934'343.4 T CO2 équivalent.

Finalement, le **Parliamentary Office of Science and Technology, United Kingdom** propose une méthodologie de calcul d'évitement d'émission en comparant un projet à une centrale thermique utilisant le charbon comme combustible. Ainsi, les facteurs d'émissions d'une centrale thermique sont estimés à :

CO_2 :	705 g/kWh
SO_2 :	14 – 16.4 g/kWh
NO_x :	2.5 – 5.3 g/kWh

Dans le cas du projet de parc éolien de Tarfaya, pour une production moyenne annuelle de 1300 GWh, les émissions suivantes sont évités : 916'500 T CO_2, 18'200 – 21'320 T SO_2 et 3'250 – 6'890 T NO_x.

Aucune des trois méthodes ne donne une méthodologie de calcul pour les émissions de poussières. Cependant, en comparaison avec une centrale thermique à charbon, le parc éolien produira moins émissions de particules fines.

7.6 Synthèse des impacts et des mesures

Le Tableau 7-3 sur les pages suivantes contient une synthèse des impacts et des mesures proposées pour la phase de construction et la phase d'exploitation.

Tableau 7-3 : Synthèse des impacts et des mesures

No	Effet	Composante du projet	Caractérisation	Mesures
Impacts et mesures pendant la phase de planification				
	Dérangement de la zone d'intérêt ornithologique majeur vers le sebkhat Tizfourine Effets sur : l'avifaune, le milieu naturel (sebkhat), la végétation, le paysage, la faune sauvage terrestre	Passage de ligne aérienne 225 kV Pistes d'accès internes	L'impact du projet est négatif fort si la mesure concernant la ligne HT n'est pas prise.	• Les résultats des études ornithologiques ont montré deux zones d'intérêt ornithologique majeur ainsi qu'une zone de Graras de valeur pour l'avifaune dans le site d'étude. Ces trois zones ont été dessinées en Annexe 9, dans la zone de projet, indiquant aussi l'emplacement des éoliennes. Cette carte nous montre que IP-NAREVA a respecté ces zones et que toutes les éoliennes sont en-dehors des zones sensibles. Les éoliennes ne doivent donc pas être déplacées. • En phase de planification, le Consultant propose de changer le tracé de la ligne HT 225 kV reliant le poste Nord au poste Sud. En effet la le tracé actuel passe par le sebkhat Tizfourine. Le nouveau tracé pour cette partie est proposé en Annexe 3 et 9. IP-NAREVA a pris en considération la recommandation de Pöyry et a changé le tracé en conséquence. • Il est aussi recommandé que les pistes d'accès internes évitent les zones d'intérêts ornithologiques majeurs, zones de graras et sebkhats
Impacts et mesures pendant la phase de construction				
Impacts sur le Milieu Physique				
	Augmentation du risque d'érosion, pollution des sols et ensablement Utilisation du sol	Fouilles et terrassement, Mouvements de terre, Les couvertures de pistes, La construction de routes d'accès,	Négatif faible: accès déjà présent.	• Définition et délimitation des pistes de transport, des zones de stockage des matériaux (si existant) et des engins, afin de préserver le plus possible les sols et afin d'éviter tout risque supplémentaire de pollution et de dégradation du site (les pistes de transport, les zones de stockage des matériaux et des engins ont déjà été planifiées par le Client). • Gestion des déchets sur le chantier et pendant la maintenance. • Optimiser l'utilisation du sol pour les infrastructures permanentes afin de diminuer les risques d'érosion et d'ensablement dus à la perte de végétation.

				• Eviter toute pollution des sols durant la manutention, grâce à une correcte gestion des matériaux polluants ; l'huile des engins et des éoliennes pourrait être polluante et contaminer aussi le sol en cas de fuites, mais ceci sera traité selon les procédures habituelles sur les chantiers ; en cas de contamination du sol, prévoir un dépôt séparé pour les matériaux contaminés et évacuation et traitement conforme et systématique hors du site.
	Utilisation du sol	L'excavation pour fondations ou tranchées, Le recouvrement de fossés ou des tranchées Surfaces utilisées temporairement sur le chantier	Négatif moyen	• Pour les tranchées, il serait important de racler la terre végétale, première couche du sol (environs 10 cm), si existante, avant d'excaver, et de stocker cette terre végétale de côté pour la réutiliser sur la surface du sol plus tard lors de la remise en état des excavations. En effet, cette couche du sol, contenant des graines et de la matière organique, permet à la végétation, vulnérable dans le désert, de se régénérer. • Surfaces utilisées temporairement sur le chantier aux alentours des fondations (voir annexe 5): la terre végétale de ces surfaces (couche de quelques centimètres en surface) devrait être mise de côté, puis étalée sur ces surfaces lors de la réhabilitation. Ceci permettra la régénération de la végétation. Si la terre végétale n'était pas existante, du matériel concassé pourrait être placé sur le sol de ces surfaces utilisées temporairement, après construction. • Pour les fondation des éoliennes : l'excès des terres excavées sera utilisé pour le corps de la piste principale. En cas de surplus de déblais, une décharge correcte doit être aménagée. La zone d'extraction doit être par la suite remise en état, les déchets évacués. Etant donné que cette zone sera compactée à des degrés élevés, la végétation ne pourra pas se régénérer. Cependant, la couche végétale peut être remise en place aux alentours des fondations. • Pour les tranchées de câbles souterrains : une décharge correcte devra être aménagée pour les déblais, en cas de surplus de matériel, celui-ci étant utilisé normalement pour le corps de la piste. IP-NAREVA exigera aux entreprises électriques d'enlever la première couche de terre végétale lors des excavations, si existante, et de séparer cette terre végétale et la stocker pour la réutiliser lors de la remise en état des excavations, et la placer sur la surface du sol tout à la fin. Si la terre végétale n'était pas existante, du matériel

				concassé pourrait être placé sur la surface, permettant le développement de la végétation sur gravier sans matière organique. Les déchets seront évacués. Les décharges de déblais, si existantes, devront aussi être remises en état à la fin des travaux (aplanir les surfaces et remettre la couche de terre végétale dessus).
	Altération de la qualité de l'eau	Transport et exploitation de la machinerie lourde. Stockage des matériaux polluants et des déchets de chantier. Accidents lors de la maintenance.	Négatif faible	• Les baraquements éventuels sont à organiser avec souci de cohérence et de composition. • Définition des pistes de transport, des zones de stockage des matériaux (si existant) et des engins, afin d'éviter toute zone montrant des eaux de surfaces, de préserver le plus possible les eaux du sous-sol et afin d'éviter tout risque supplémentaire de pollution et de dégradation du site. • Bonne manutention des véhicules et des engins. • Stockage adéquat des carburants, lubrifiants et autres produits.
Impacts sur le Milieu Naturel				
	Végétation et Flore	Implantation des pistes d'accès internes; Implantation des éoliennes (fondations et aires de montage); Enfouissement des câbles électriques souterrains; Implantation des postes MT/THT Lignes aériennes 60 kV ou 225 kV Aménagements des structures annexes (sites de chantier, zones de stockage, baraquements, surface de manutention).	Destruction directe temporaire et semi-permanente de la végétation. Négatif faible	• Eviter toute destruction inutile de la végétation. • Diminuer au maximum la destruction directe de la végétation en délimitant les surfaces des sites de chantiers, de baraquements, des pistes d'accès et des sites de stockage et d'extraction de matériaux de construction au strict minimum et en concentrant l'ensemble des activités au sein de ces sites. • Les zones écologiques sensibles tels que les sebkhat doivent être évitées et l'utilisation du site minimisée. Il est à indiquer que selon les données techniques du projet, la ligne 225 kV raccordant le poste Nord au poste Sud passerait par le sebkhat Tizfourine et les falaises. Le Consultant propose ici de changer le tracé de la ligne pour éviter le sebkhat. Sur la carte en annexe 9, un nouveau tracé a été proposé. IP-NAREVA a pris en considération la recommandation de Pöyry et a changé le tracé en conséquence. • La remise en état des sites de construction à la fin des travaux de chantiers. Les surfaces utilisées doivent être libérées de quelconque déchet (pierres, déchets solides et liquides), afin de permettre la régénération de la végétation dans de brefs délais. • Remise en place des zones d'extractions comme indiqué plus haut,

				pour permettre la régénération de la végétation. • A la fin de la vie du parc après 20 ans d'exploitation (fin du contrat avec l'ONE) ou lors d'une résiliation de contrat avec l'ONE avant cette échéance, le parc sera cédé à l'ONE.
	Faune sauvage terrestre	La présence humaine. La circulation des engins pour l'exécution des travaux. La destruction et l'occupation des habitats naturels durant la phase de construction.	Négatif faible	• Sensibilisation et contrôle des ouvriers sur la protection et le respect de la faune locale. • Remise en état des lieux, dans la mesure du possible, après la fin des travaux pour permettre une reprise de l'activité faunistique. • Ne pas clôturer le site afin de permettre le passage et l'utilisation du site par la faune
	Avifaune	destruction des habitats dérangement de l'avifaune nicheuse et migratrice dérangement de l'avifaune pendant la phase de nidification au niveau d'une zone d'intérêt ornithologique majeur	L'impact du projet est négatif fort	• Il est conseillé d'ouvrir un minimum de nouvelles pistes lors de la phase de construction en privilégiant les zones déjà dégradées et d'utiliser plutôt le réseau de pistes déjà existantes. • Selon les résultats des études ornithologiques, il existe deux zones d'intérêt ornithologique majeur (voir surfaces en rouge en Annexe 9) dans l'aire d'étude. Les travaux de génie civil et l'utilisation d'explosifs peuvent déranger la période de nidification sur une distance de 600 m. Il a donc été décidé que les travaux de génie civil et utilisation d'explosifs devront être évités pour toutes les éoliennes placées sur un périmètre de 600 m des zones d'intérêt ornithologique majeur, pendant la période de janvier à avril. Il s'agit donc de 5 éoliennes, dessinées en bleu sur l'Annexe 9, au Sud de l'aire d'étude. • Il est aussi conseillé de mandater un ornithologue pendant la phase de construction. • Prévoir des actions de sensibilisation quant au respect des oiseaux et de leurs habitats.
	Milieu naturel d'intérêt		Négatif à négligeable	• Sensibilisation et contrôle des ouvriers pour le respect des mesures environnementales.
Impacts socio-économiques				
	Dangers, santé	Problèmes de santé	Impact négatif faible	• Délimitation et interdiction des chantiers de construction pour la

	publique	publique Risques sur le chantier Risques d'accidents Utilisation d'explosifs		population locale et contrôles. • Application des mesures de sécurité habituellement mises en place sur tout chantier (Organisation Internationale du Travail Convention n°62) telles que: respect des règles relatives à la limitation de l'accès du public au chantier, à la circulation des véhicules à l'intérieur de celui-ci et, au port de casque, gants et chaussures de sécurité par les ouvriers, etc. • Mise en place d'infrastructures sanitaires adéquates pour la force ouvrière (eaux, assainissement, trousse de premier secours, etc.) • S'assurer que l'augmentation du trafic n'occasionne pas de risque pour les habitants de toute la commune Tah et pour le trafic normal. • Concertation avec l'ensemble de la population locale afin de dissiper des éventuelles craintes faces aux éoliennes et la sécurité.
	Utilisation d'explosifs	Interaction avec les pylônes électriques les plus proches Risque pour l'avifaune	faible	• Application des mesures de sécurité habituellement mises en place sur tout chantier (Organisation Internationale du Travail Convention n°62) telles que: respect des règles relatives à la limitation de l'accès du public au chantier, à la circulation des véhicules à l'intérieur de celui-ci et, au port de casque, gants et chaussures de sécurité par les ouvriers, etc. • Application des directives nationales sur le transport d'explosifs. • Concertation et sensibilisation de l'ensemble de la population locale afin de dissiper des éventuelles craintes. • Les structures les plus proches sont les pylônes électriques qui se trouvent au minimum à 150 m des éoliennes ; Cependant, lors du 1er tir d'essai, la valeur de vitesse d'oscillation sera mesurée par rapport au pylône le plus proche et le plan de tir sera adapté aux contraintes levées sur place, de telle manière à ce que les valeurs de vitesse de vibration ressenties aux pieds des structures, ne dépassent pas 10 mm/s. La projection des matériaux est limitée à un rayon de 50 m maximum. • Bruit et sécurité pour la population locale : il sera nécessaire de communiquer l'utilisation des explosifs à la population locale afin de souligner le danger et communiquer les raisons du bruit. En particulier, les habitants de Tah. • Gérer le trafic sur la route N1 pendant les explosions

				• Sécurité : l'entreprise de construction devra suivre l'ensemble des consignes de sécurité généralement observées sur les sites de construction, ainsi que celles concernant le transport d'explosifs. L'entreprise devra être bénéficiaire de l'ensemble des autorisations nécessaires à l'utilisation d'explosifs. Concernant l'avifaune et la période de nidification : • Les travaux de génie civil et l'utilisation d'explosifs peuvent déranger la période de nidification sur une distance de 600 m. Il a donc été décidé que les travaux de génie civil et utilisation d'explosifs devront être évités pour toutes les éoliennes placées sur un périmètre de 600 m des zones d'intérêt ornithologique majeur, pendant la période de janvier à avril. Il s'agit donc de 5 éoliennes, dessinées en bleu sur l'Annexe 9, au Sud de l'aire d'étude. • Il est aussi conseillé de mandater un ornithologue pendant la phase de construction.
	Nuisances sonores et qualité de l'air	Nuisances sonores dues au chantier et au transport; Pollution de l'air du au transport de matériel et à leur gestion.	Négatif faible: Effets temporaires causant du bruit (routes d'accès et sites de construction)	• Les engins utilisés devront être en bon état et respecteront les niveaux sonores réglementaires. • Les ouvriers devront être équipés de protections contre le bruit. • Utilisation, éventuellement, d'eau afin de diminuer les émissions de poussières. • Optimiser le nombre de camion de transport. Le nombre de voyages à vide doit être réduit au minimum.
	Occupation du sol	Chantier, pistes d'accès internes, tranchées, etc.	Impact négatif faible. Occupation temporaire pour certaines structures Et permanentes pour d'autres (mâts)	• Concernant le tracé de la ligne HT 225 kV, le Consultant a proposé un nouveau tracé évitant le sebkhat Tizfourine, qui est en cours d'étude par la IP-NAREVA. • Pendant la phase de construction, les pistes d'accès internes planifiées devront être utilisées et non outrepassées ; les camions devront tourner à des endroits précis et pas n'importe où sur le site. • Les excavations devront être remises en état comme indiqué au chapitre sol. • A la fin de la vie du parc après 20 ans d'exploitation (fin du contrat avec l'ONE) ou lors d'une résiliation de contrat avec l'ONE avant cette échéance, le parc sera cédé à l'ONE.

	Economie locale	Activités en relation avec la construction.	Positif : Création de sources de revenus pour la population locale (emploi, demande de biens)	• Pour le recrutement de la force ouvrière (non qualifiée) les habitants de la zone devront être considérés avec priorité. • Choix de fournisseurs locaux.
Impact sur le paysage				
	Paysage et aspects culturels	Emplacement des sites de chantiers L'ensemble des activités de construction sur le site	Négatif faible : nuisances visuelles temporaires Neutre : découverte archéologique	• Remise en état de l'ensemble des zones de construction à la fin des travaux. • Après excavation (que ce soit pour les tranchées ou pour les fondations), il est possible qu'il y ait des surplus de déblais qui devront être stockés. Ces décharges de déblais devront être placées dans des endroits planifiés, par exemple dans une dépression, sans végétation ; ces potentielles décharges ne doivent pas être placées dans les sebkhats ou au niveau des falaises, d'intérêt pour la faune et le tourisme. Ces potentielles décharges devront être remises en état après les travaux (la surface des décharges de déblais devra être aplanie, elles ne doivent pas être laissées à l'abandon comme le montrent les photos en Annexe 13). • Camouflage ou mise en valeur des voies d'accès • • Autant que les mesures pour la réduction des impacts sur la végétation soient respectées, pas de mesures supplémentaires • Faire appel à des spécialistes lors des travaux à la suite d'éventuelles découvertes archéologiques et aussi d'associer les représentants du Ministère de la Culture dans la région. • A la fin de la vie du parc après 20 ans d'exploitation (fin du contrat avec l'ONE) ou lors d'une résiliation de contrat avec l'ONE avant cette échéance, le parc sera cédé à l'ONE. La bonne remise en état du site diminuera considérablement son impact sur le paysage sur le long terme.

Impacts et mesures pour la phase d'exploitation				
Impacts sur le Milieu Physique				
	Augmentation du risque d'érosion, pollution des sols et ensablement et pollution des sols	Site parc éolien	Négatif faible	• Optimiser l'utilisation du sol pour les infrastructures permanentes afin de diminuer les risques d'érosion et d'ensablement dus à la perte de végétation • Eviter toute pollution des sols durant la manutention, grâce à une gestion correcte des matériaux polluants
Impacts sur le Milieu Naturel				
	Végétation et Flore	chemins d'accès; Implantation des éoliennes (fondations et aires de montage); structures annexes	Destruction directe semi-permanente de la végétation. Négatif faible	• A la fin de la vie du parc après 20 ans d'exploitation (fin du contrat avec l'ONE) ou lors d'une résiliation de contrat avec l'ONE avant cette échéance, le parc sera cédé à l'ONE
	Avifaune	Collision avec les éoliennes	Négatif faible	• Minimiser les voies de circulation (réseau de pistes) à l'intérieur du parc éolien et favoriser la réhabilitation et la restauration des pistes ayant servi lors de la phase de construction et qui ne seraient plus utilisées lors de la phase d'exploitation. • De plus il est recommandé de signaler les présences des éoliennes par un spot lumineux qui les rendraient visibles la nuit ; ce qui a été prévu par le Client (voir balisage des éoliennes). • Les Passereaux ne volent pas aussi haut que les éoliennes, le risque de collision est minimisé. • Elaborer un programme de suivi ornithologique dès le début la phase d'implantation • Prévoir des actions de sensibilisation quant au respect des oiseaux et de leurs habitats.
Impacts socio-économiques				
	Dangers, santé publique	Risques d'accidents	Impact négatif faible	• Respecter la distance minimale entre les éoliennes et les infrastructures et des bâtiments recevant des personnes de manière

				permanente (écoles, industrie): hauteur de l'éolienne, pale en position verticale augmentée de 10m. • Respecter la distance minimale entre les éoliennes et les infrastructures routières et routes classées à grande circulation: 250 m (CR CRI). • Respecter la distance minimale entre les éoliennes et le réseau électrique (lignes HT): hauteur de l'éolienne, pale en position verticale augmentée de 10m
	Nuisances sonores et qualité de l'air	Nuisances sonores dues au parc en phase d'exploitation	Négatif faible	• La planification du parc éolien devra tenir compte et respecter les valeurs limites d'exposition au bruit en champ lointain (valeurs de planification) de la Banque Mondiale (voir chapitre 2.1). Cependant, l'impact est faible car le bruit de l'éolienne est faible selon les normes données par Siemens (voir Annexe 16), même à courte distance. De plus, la carte de nuisance sonore du parc étolien en Annexe 18 montre que le village Tah, le plus proche du parc éolien, n'est pas touché par des nuisances sonores et que les valeurs sont largement respectées.
	Interférences électromagnétiques et perturbations du fonctionnement des radars	Phase d'exploitation	Interférences électromagnétiques: impact potentiel moyen perturbation du fonctionnement du radar: impact faible	• Au cas de problème ou réclamation des entités concernés, IP-NAREVA étudiera avec cette entité les solutions appropriées pour résoudre les problèmes, mais comme le montre l'annexe 17, le parc éolien ne devrait avoir aucun impact sur les radars.
	Occupation du sol	Placement des éoliennes et des infrastructures annexes	Impact négatif faible	• Voir mesures citées dans la phase de construction • A la fin de la vie du parc après 20 ans d'exploitation (fin du contrat avec l'ONE) ou lors d'une résiliation de contrat avec l'ONE avant cette échéance, le parc sera cédé à l'ONE
	Déplacement de la population	Aucun déplacement de population ou d'expropriation de terres		
	Economie locale	Activités en relation avec l'exploitation.	Positif : Création de sources de revenus pour la population locale (emploi, demande de biens)	• Pour le recrutement de force ouvrière (non qualifiée), les habitants de la zone devront être considérés avec priorité.

				• Choix de fournisseurs locaux.
	Paysage et Tourisme	Parc éolien dans la phase d'exploitation	Positif	• Le parc éolien peut animer le champ visuel des touristes de la région. • Plan de gestion touristique du site selon la demande de l'administration concernée et en concertation avec eux.

8 PLAN DE GESTION

8.1 Objectifs et limitations

8.1.1 Développement du plan d'action

Pendant l'élaboration du projet, il sera nécessaire de définir un Plan de Gestion et de Suivi Environnemental, qui tiendra compte des impacts identifiés et des mesures proposées dans le présent rapport EIE. Ce plan définira, outre les mesures concrètes, les responsabilités, les normes à suivre et les mesures à prendre en cas de déviations.

A ce stade, il est possible de présenter une ébauche de ce plan qui contient les points suivants:

- Mesures à prendre (qui sont les mesures identifiées et présentées brièvement dans le Tableau 7-1).
- Description de l'impact (impact qui nécessite la mise en œuvre de la mesure spécifiée, y compris la composante du projet causant l'impact).
- Définition détaillée de la ou des mesures.
- Effet (effet attendu de la mise en œuvre de la mesure; cette description de l'effet servira comme point de référence pour le suivi, c'est-à-dire pour le monitoring qui aura comme but d'évaluer la mise en œuvre de la mesure selon le plan, ainsi que son efficacité).
- Responsabilités (pour la planification en détail de la mesure, pour la mise en œuvre, et pour le monitoring).
- Coûts (dans la mesure du possible à ce stade; cela dépend de la mesure elle-même et de l'avancement du projet, voir remarques ci-dessous).

Au stade actuel du projet, il est possible d'identifier les impacts sur l'environnement, de définir pour lequel de ces impacts des mesures de réduction, d'atténuation ou de compensation sont nécessaires, et de définir la nature de ces mesures.

Les coûts présentés dans le PGE sont des estimations à renforcer lors de la définition du plan final.

La plupart des mesures mentionnées dans le Tableau 8-3 seront à la charge de l’entreprise de construction. Elles figureront dans le Cahier des Charges des appels d’offres puis dans le marché à signer par les entreprises en vue des respects des clauses environnementales sur le chantier et ce, durant la phase de préparation, de démarrage des travaux jusqu’à la réception définitive des ouvrages réalisés dans le cadre de ladite étude. Le suivi et contrôle de la mise en œuvre des mesures est à la charge du CONSORTIUM IP-NAREVA.

8.2 Mise en œuvre des mesures

8.2.1 Mesures pendant la phase de planification

La phase de planification doit prendre en compte les impacts suivants sur l'environnement :

- Les prescriptions en matière de distance recommandée entre les éoliennes et les autres infrastructures présentes sur le site, distances respectées par IP-NAREVA.
- L'occupation du sol : optimiser l'occupation totale du sol en cette première phase de projet ;
- L'intégration paysagère du parc éolien ;
- La protection des sites d'intérêts ornithologiques majeurs et sebkhats et zones de graras ;
- L'impact sur la qualité des eaux et le milieu naturel : en évitant de placer les surfaces d'occupation permanente et temporaire sur ou proche des zones écologiques sensibles.

Les principaux points pour la phase de planification :

- Changer le tracé de la ligne HT 225 kV reliant le poste Nord au poste Sud pour éviter le sebkhat Tizfourine. Le nouveau tracé pour cette partie est proposé en annexe 3 et 9. Cependant, la IP-NAREVA a pris conscience de ce problème et est déjà en train d'étudier ce nouveau tracé proposé.
- Les résultats des études ornithologiques ont montré deux zones d'intérêt ornithologique majeur ainsi qu'une zone de Graras de valeur pour l'avifaune dans le site d'étude. Ces trois zones ont été dessinées en Annexe 9, dans la zone de projet, indiquant aussi l'emplacement des éoliennes. Cette carte nous montre que IP-NAREVA a respecté ces zones et que toutes les éoliennes sont en-dehors des zones sensibles. Les éoliennes ne doivent donc pas être déplacées.
- Il est aussi recommandé que les pistes d'accès internes évitent les zones d'intérêt ornithologique majeurs, zone de graras et sebkhats.

Nous recommandons aussi, durant cette phase de projet, de débuter les efforts de communication et de sensibilisation de la population locale.

8.2.2 Mesures pendant la période de construction

La grande majorité des recommandations évoquées dans la présente étude concerne la phase de construction et sont liées au respect des bonnes pratiques sur les chantiers.

La plupart des mesures mentionnées dans le Tableau 8-3 seront à la charge de l'entreprise de construction. Elles figureront dans le Cahier des Charges des appels d'offres puis dans le marché à signer par les entreprises en vue du respect des clauses environnementales sur le chantier et ce, durant la phase de préparation, de démarrage des travaux jusqu'à la réception définitive des ouvrages réalisés dans le cadre de ladite étude.

Les mesures devront faire l'objet d'un suivi continu durant cette phase (comme par exemple les mesures de protection des sols, mesures de sécurité, etc.). Ce suivi environnemental en phase de chantier est détaillé ci-dessous. Certaines mesures, notamment la remise en état des sites occupés temporairement, devront être mises en œuvre après la terminaison des travaux (dont la réhabilitation des sites d'occupation temporaire).

8.2.3 Mesures pour la période d'exploitation et la remise en état du site

Les mesures prévues pour cette phase sont mentionnées plus haut. Les suivis environnemental et ornithologique du site devront être implémentés. Ils sont définis ci-dessous.

A la fin de la vie du parc après 20 ans d'exploitation (fin du contrat avec l'ONE) ou lors d'une résiliation de contrat avec l'ONE avant cette échéance, le parc sera cédé à l'ONE.

La phase de démantèlement induit les mêmes types d'impact que la phase de construction avec la présence d'engins de chantier. Cependant, à priori, les impacts liés à la phase de démantèlement devraient être moindres pour plusieurs raisons :

a) le site éolien présente une sensibilité environnementale moindre qu'avant l'implantation des éoliennes ;

b) la durée du chantier de démantèlement est logiquement plus courte que celle de montage.

En vue de l'utilisation actuelle du site, le démantèlement nécessitera le démontage et l'évacuation des :

- superstructures et machines,
- les voies d'accès, les pistes, les aires de stationnement et de travaux ;
- les ouvrages et équipements de sécurité ;
- les lignes aériennes et câbles souterrains ;
- tout équipement et aménagement lié à l'exploitation de l'éolienne (installations techniques et d'accueil du public, etc.).

La remise en état consiste à rendre le site éolien apte à retrouver sa destination antérieure. La remise en état des accès et des emplacements des fondations doit faire l'objet d'une revégétalisation du site, afin de limiter les zones sans couverture végétale.

8.2.4 Programme de suivi (monitoring)

En plus du suivi habituel du fonctionnement technique des éoliennes, le CONSORTIUM IP-NAREVA mettra en place un programme de suivi dans le cadre du Système de Management Environnemental et ceci durant la phase de construction et d'exploitation du parc éolien. En effet, bien que l'entreprise choisie soit responsable de l'exécution des clauses environnementales, comme indiqué dans son contrat, le CONSORTIUM IP-NAREVA devra tout de même s'assurer que celles-ci ont été respectées.

Le tableau suivant détaille le suivi environnemental prescrit pour le projet en question :

Tableau 8-1 : Programme de surveillance environnementale pour le parc éolien de Tarfaya

Parc éolien de Tarfaya : Programme de surveillance environnementale						
Elément du milieu	**Aspect à contrôler**	**Finalité**	**Moyen de contrôle**	**Périodicité du contrôle**	**Durée de la surveillance**	**Niveau de qualité à maintenir**
Phase de construction						
Risque d'érosion	Existences de zones dénudées, ravinements, etc. induit par le projet	Eviter les processus érosifs	Observation visuelle	Journalière	Durant la phase de construction	Perte minimale des sols
Qualité des eaux et des sols	Vérifier gestion des déchets et rejets liquides.	Prévenir, éviter ou limiter la production des déchets et rejets liquides, directs ou accidentels	Observation visuelle des opérations. Contrôle des documents. Gestion des autorisations. Inventaires et enregistrement des déchets et rejets	Journalière	Durant la phase de construction	Respect de la législation en vigueur.
Végétation	Inventaire et enregistrement des incidences. Suivi de la réhabilitation après constructions.	Eviter les altérations. Contrôler la réhabilitation après constructions.	Observation visuelle	Journalière	Durant la phase de construction	Minimiser l'altération Assurer la restauration après les constructions
Faune	Inventaire, enregistrement et interprétation des incidences. Conception des mesures correctrices spécifiques au problème détecté.	Détecter les altérations possibles des espèces ou groupes d'espèces quand aux modes de comportement, sinistralité.	Observation visuelle	Journalière	Durant la phase de construction	Minimiser l'altération de la faune en général, et des espèces de grande qualité en particulier.
Danger, risques et santé public.	Contrôle qualité des sites de construction	Prévenir et éviter tout accident	Observation visuelle	Journalière	Durant la phase de construction	Zéro accident et zéro sinistre.
Patrimoine archéologique	Inventaire de découvertes et balisage des éléments inventoriés.	Eviter l'altération du patrimoine	Observation visuelle	Lors de la découverte d'un site archéologique	Durant la phase de construction	Zéro altération
Qualité de l'air	Emissions	Contrôler l'état de maintenance des	Révision des fiches d'inspection technique	Entrée de nouveaux engins ou véhicules au	Durant la phase de construction	Engin et véhicules en parfait état d'entretien

Parc éolien de Tarfaya : Programme de surveillance environnementale						
Elément du milieu	**Aspect à contrôler**	**Finalité**	**Moyen de contrôle**	**Périodicité du contrôle**	**Durée de la surveillance**	**Niveau de qualité à maintenir**
		engins et des véhicules de chantier.		chantier		Combustion correcte dans les moteurs.
Société	Perception des riverains avant le développement du projet.	Etablir et maintenir un canal de communication. Détecter et traiter inquiétudes et plaintes.	Communication avec autorités municipales et riverains	Trimestriel, et à chaque incident anormal.	Durant la phase de construction	Communication fluide
Général	Application des critères environnementaux dans le chantier	Assistance technique environnementale dans la phase de construction	Analyse in situ et consultation d'experts en environnement	Journalière	Durant la phase de construction	Minimiser l'impact sur l'environnement
Général	Contrôle de l'implantation adéquate de toutes mesures correctives.	Assurer l'accomplissement des objectifs de prévention, minimisation des impacts et restauration des effets produits	Suivi in situ des actions	Journalière	Durant la phase de construction	Zéro dérive et zéro non conformités.
Phase d'exploitation						
Faune	Changements dans les modes de comportements	Identifier problèmes possibles et définir si nécessaire, mesures correctives supplémentaires	Observations visuelles	Mensuel	Première année d'exploitation	Réponse immédiate quand le problème surgit
Avifaune	Mortalité, changements de comportement	Vérifier l'efficacité des mesures de protection	Les suivis de type BA ou BACI	Selon le programme de suivi	A définir	Efficacité des mesures correctrices.
Végétation	Evolution des actions de restauration	S'assurer de l'accomplissement des objectifs de restauration.	Observation visuelle	Mensuel	Première année d'exploitation	Accomplissement des critères d'intervention
Interférences électromagnétiques et perturbations fonctionnement de radars	Impact sur les infrastructures radar et télécommunication	Identifier problèmes possibles et définir si nécessaire, mesures correctives supplémentaires	En cas d'incident	A chaque incident anormal.	Durée de vie du projet	Réponse immédiate quand le problème surgit

Parc éolien de Tarfaya : Programme de surveillance environnementale						
Elément du milieu	**Aspect à contrôler**	**Finalité**	**Moyen de contrôle**	**Périodicité du contrôle**	**Durée de la surveillance**	**Niveau de qualité à maintenir**
Risque d'érosion	Existences de crânes, ravinement, etc. Induits par les actions du projet.	Eviter le processus	Observation visuelle	Mensuel	Première année d'exploitation	Perte minimale des sols
Général	Contrôle de l'instauration des mesures correctives prévues pour cette phase.	Assurer l'accomplissement des objectifs de prévention, minimisation des impacts et restauration des effets	Suivi in situ des actions	Moment d'instauration	Première année d'exploitation	Zéro dérives et zéro non conformités
Général	Suivi de l'efficacité de toutes les mesures correctives	Identifier et corriger les incidences possibles	Observation visuelle	Mensuel	Première année d'exploitation	Efficacité des mesures correctrices.

8.2.5 Programme de suivi pour l'avifaune

Le but d'un suivi étant de rendre compte des impacts éventuels que peut avoir un parc éolien sur l'avifaune. Il est indispensable de retenir pour objectif global du suivi le maintien ou l'amélioration de l'état initial de l'avifaune, c'est-à-dire celui décrit avant l'installation du parc (effectifs, statuts, comportements, etc.). Ce suivi se fera donc à travers une analyse périodique des populations d'oiseaux basée surtout sur des indicateurs d'abondance dans les trois sites.

Le programme de suivi environnemental vise l'atteinte de trois objectifs spécifiques:

- Vérifier l'efficacité des mesures de protection de l'environnement prévues;
- Recueillir des informations afin de parfaire les connaissances en regard d'un projet éolien;
- Vérifier la justesse des évaluations des impacts, principalement en regard des composantes pour lesquelles cette évaluation comporte des aspects de risque et d'incertitude.

Les suivis qui permettent d'effectuer une telle comparaison sont dits de type BA (Before/After). Les suivis de type BACI (Before/After – Control/Impact) permettent quant à eux d'effectuer une double comparaison. Outre le fait de comparer l'avifaune dans le temps (avant et après l'installation), ce type de suivi permet d'effectuer une comparaison dans l'espace en comparant la dynamique et les comportements des oiseaux utilisant le site où a été effectué l'aménagement avec un site témoin n'ayant subi aucun aménagement. Il sous-entend donc la nécessité d'effectuer un suivi parallèle sur une zone de référence, si possible à proximité du site d'implantation afin que les deux sites présentent des enjeux similaires (en termes d'espèces, de milieux, et de configuration géographique principalement).

Trois phases doivent être retenues quel qu'en soit le protocole de suivi :

- L'analyse de l'état initial
- Le suivi post-implantation
- La comparaison des données.

L'analyse de l'état initial

Cette première phase du suivi consiste en une analyse équivalente à celle d'une l'étude ornithologique détaillé. Elle est à effectuer avant la planification détaillée de l'implantation du parc éolien. Elle a pour but de :

- Déterminer et dénombrer les espèces utilisant le site, leur statut et leur répartition.
- Déterminer les axes de migration s'il y en a et quantifier les flux.
- Identifier les principaux comportements.

Pour ce faire, il est nécessaire de distinguer les espèces nicheuses des migratrices qui ont chacune une utilisation différente du site.

Le suivi post-implantation

Le but du suivi post-implantation est d'évaluer de façon concrète les risques dus aux parcs éoliens, encourus par l'avifaune. Cette évaluation se fera sur deux fronts :

- par l'étude de la dynamique des populations d'oiseaux par comparaison entre l'état initial pré-implantation et l'état post-implantation,
- par l'étude des comportements des oiseaux au regard des éoliennes nouvellement installées.

Le suivi post-implantation ne peut donc être envisagé que si l'analyse de l'état initial à travers une étude ornithologique détaillée préalable à la construction du site, a été ou peut être réalisée dans de bonnes conditions.

Plus la durée du suivi est importante, plus les données obtenues permettent de révéler des tendances significatives.

Exemple de programme de suivi pour la population nicheuse

La méthodologie (indicateurs et méthodes), faite pour évaluer la **variation de l'utilisation** de la zone d'étude par les nicheurs, est décrite ci-dessous:

- Indicateurs: Variation du nombre de couples nicheurs par espèce et évolution de la répartition.
- Protocole: Indices Ponctuelles d'Abondance (IPA), Plan Quadrillés, itinéraire échantillon.

Un parc éolien est susceptible de déranger certaines espèces au point de les exclure de la zone, réduisant par ailleurs la compétition interspécifique.. Cette thématique d'étude a pour objectif d'évaluer l'impact du parc éolien sur la richesse aviaire. La méthodologie (indicateurs et méthodes), faite pour évaluer la **biodiversité** de la zone d'étude, est décrite ci-dessous:

- Indicateur: Variation du nombre et abondance des espèces en fonction du temps (%)
- Protocoles: IPA (passereaux nicheurs); comptage brut (recensement exhaustif de chanteurs par point d'écoute); recensement et suivi des colonies de rapaces nicheurs

Tableau 8-2 : Fiche de terrain du suivi comportemental pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune

Fiche de terrain du suivi comportement

Observateurs :
Ciel * : clair / éclaircies / couvert / brouillard

Date : **Heure début :** **Heure fin :**
Vent *: nul / faible / moyen / fort / tempête **Direction : SE**

Point et zone d'observation : **Météo :**

**** Entourer la bonne mention***

Heure	Espèce	Nombre	Direction / comportement	Causes du déplacement	Hauteur de vol	Remarque	Oiseaux fréquents

8.3 Description détaillée des mesures

Une description détaillée des mesures est donnée ci-dessous sous forme de fiches (Tableau 8-3), y compris les modalités de leur mise en œuvre, des responsabilités et, si possible, les coûts.

Cependant, il est à noter que, pour la plupart des mesures, il faudra actualiser et compléter ces fiches en accord avec les progrès dans l'élaboration de plans détaillés, comme il a été mentionné plus haut.

Tableau 8-3 : Fiches de description détaillées pour chaque mesure

Mesure 1	**Mesure de protection des zones d'intérêt ornithologique majeurs, zones de graras et sebkhats**
Impact	Impact sur l'avifaune, le milieu naturel (sebkhat), la végétation, le paysage, la faune sauvage terrestre
Phase	Planification
Composante du projet	Passage de la ligne aérienne 225 kV entre le poste Nord et le poste Sud au niveau du Sebkhat Tizfourine ; Emplacement potentiel des pistes d'accès internes au niveau de ces zones
Elément de l'environnement	Zones d'intérêt ornithologique majeurs et zone de graras, sebkhats, falaises ; éléments importants pour la faune, le paysage, et la végétation
Description de l'impact	Dérangement de l'avifaune, du paysage, de la végétation
Caractérisation	Effet négatif fort si aucune mesure n'est prise
Mesures	• Les résultats des études ornithologiques ont montré deux zones d'intérêt ornithologique majeur ainsi qu'une zone de Graras de valeur pour l'avifaune dans le site d'étude. Ces trois zones ont été dessinées en Annexe 9, dans la zone de projet, indiquant aussi l'emplacement des éoliennes. Cette carte nous montre que IP-NAREVA a respecté ces zones et que toutes les éoliennes sont en-dehors des zones sensibles. Les éoliennes ne doivent donc pas être déplacées. • En phase de planification, le Consultant propose de changer le tracé de la ligne HT 225 kV reliant le poste Nord au poste Sud. En effet la le tracé actuel passe par le sebkhat Tizfourine. Un tracé alternatif a été proposé en annexe 3 et 9. Cependant, IP-NAREVA a pris en considération la recommandation de Pöyry et a changé le tracé en conséquence. • Il est aussi recommandé que les pistes d'accès internes évitent les zones d'intérêt ornithologique majeurs et sebkhats
Effets	Le maintien d'un site ouvert et la limitation de l'occupation du sol diminue considérablement les impacts du site sur l'utilisation du sol. Finalement, après le démantèlement, le site est réhabilité et restitué au milieu environnant.
Responsabilités	Consortium IPN
Plan de détail	CONSORTIUM IP-NAREVA : le choix de l'emplacement des éoliennes a été fait par IP-NAREVA ; le tracé de la ligne 225 kV n'est pas optimal, mais le tracé alternatif proposé par le Consultant a été accepté par IP-NAREVA.
Mise en œuvre	CONSORTIUM IP-NAREVA
Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	
Observations	

Mesure 2	**Gestion des zones d'extraction et utilisation du sol**
Impact	Destruction de la végétation, augmentation du risque d'érosion, pollution atmosphérique
Phase	Construction
Composante du projet	Fouilles et terrassement, mouvements de terre, construction de routes d'accès, Excavations pour les tranchées, les fondations,
Elément de l'environnement	Végétation, sol, santé publique
Description de l'impact	Augmentation du risque d'érosion éolienne et hydrique, perte de terre végétale, altérations des conditions physiques du sol par compactage, excavations, etc., pollution de l'air
Caractérisation	Négatif, faible à moyen
Mesures	• Définition et délimitation des pistes de transport, des zones de stockage des matériaux (si existant) et des engins, afin de préserver le plus possible les sols et afin d'éviter tout risque supplémentaire de pollution et de dégradation du site (les pistes de transport, les zones de stockage des matériaux et des engins ont déjà été planifiées par le Client). • Gestion des déchets sur le chantier et pendant la maintenance. • Optimiser l'utilisation du sol pour les infrastructures permanentes afin de diminuer les risques d'érosion et d'ensablement dus à la perte de végétation. • Eviter toute pollution des sols durant la manutention, grâce à une correcte gestion des matériaux polluants ; l'huile des engins et des éoliennes pourrait être polluante et contaminer aussi le sol en cas de fuites, mais ceci sera traité selon les procédures habituelles sur les chantiers ; en cas de contamination du sol, prévoir un dépôt séparé pour les matériaux contaminés et évacuation et traitement conforme et systématique hors du site. Concernant les excavations : • Il serait important de racler la terre végétale, première couche du sol (environs 10 cm), si existante, avant d'excaver, et de stocker cette terre végétale de côté pour la réutiliser sur la surface du sol plus tard, lors de la remise en état des excavations. En effet, cette couche du sol, contenant des graines et de la matière organique, permet à la végétation, vulnérable dans le désert, de se régénérer. • Pour les fondation des éoliennes : L'excès des terres excavées sera utilisé pour le corps de la piste principale. En cas de surplus de déblais, une décharge correcte doit être aménagée. La zone d'extraction doit être par la suite remise en état, les déchets évacués, et la terre végétale, mise de côté, pourra être placée aux alentours des fondations, sur les surfaces qui ont été utilisées temporairement. • Pour les tranchées de câbles souterrains : une décharge correcte devra être aménagée pour les déblais, en cas de surplus de matériel, celui-ci, normalement utilisé pour le corps de la piste. IP-NAREVA exigera aux entreprises électriques d'enlever la première couche de terre végétale lors des excavations, si existante, et de séparer cette terre végétale et la stocker pour la réutiliser lors de la remise en état des excavations, et la placer sur la surface du sol tout à la fin. Si la terre végétale n'était pas existante, du matériel concassé pourrait être placé sur la surface, permettant le développement de la végétation sur gravier sans matière organique. Les déchets seront évacués. Les décharges de déblais, si existantes, devront aussi être remises en état à la fin des travaux (aplanir les surfaces et remettre la couche de terre végétale dessus).
Effets	Réduction des risques d'érosion, restauration des fonctions originales des surfaces affectées, régénération de la végétation
Responsabilité	
Plan de détail	Choix définitif des sites: Consortium IP-NAREVA, Entreprise de construction en concertation avec commune locale avec autorisation de la Délégation Provinciale de l'Equipement. Plan de réhabilitation: Entreprise de construction Approbation du plan: Consortium IP-NAREVA
Mise en œuvre	Limitation des sites occupés au strict minimum: Entreprise de construction

	Réhabilitation des sites : Entreprise de construction
Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	Les coûts doivent être estimés et inclus dans les devis des entreprises en question. Ces mesures font partie de leur obligation de maintien des lieux.
Observations	Cette mesure fait partie de la bonne pratique sur les chantiers. Les clauses environnementales seront intégrées dans l'appel d'offres dont les concurrents seront évalués par le CONSORTIUM IP-NAREVA-IP et seront formulées dans le cahier des charges signé par l'Entreprise. Si les règles ne sont pas observées (par exemple: dégâts causés à la végétation par des véhicules circulant en dehors des surfaces désignées à ce propos, ou dû au stockage de matériel sur des surfaces en dehors des zones identifiées), la réhabilitation devra se faire par l'entreprise, et par ses propres moyens.

Mesure 3	**Réhabilitation de surfaces occupées temporairement**
Impact	Destruction de la végétation, augmentation du risque d'érosion, insertion dans le paysage
Phase	Construction
Composante du projet	Divers sites de chantiers, diverses composantes, voir annexe 3
Elément de l'environnement	Végétation, sol, paysage, faune
Description de l'impact	Occupation temporaire de terres; destruction de la végétation et de la fonction comme habitat naturel.
Caractérisation	Négatif, faible: espaces restreints, effet temporaire.
Mesures	• Diminuer au maximum la destruction directe de la végétation en délimitant les surfaces des sites de chantiers, de baraquements, des pistes d'accès et des sites de stockage et d'extraction de matériaux de construction au strict minimum et en concentrant l'ensemble des activités au sein de ces sites. (cela inclut la défense de circuler en dehors des routes ou pistes désignées). • La remise en état des sites de construction à la fin des travaux de chantiers. Les surfaces utilisées doivent être libérées de quelconque déchet (pierres, déchets solides et liquides), et les excavations remises en état comme proposé plus haut (réutilisation de la couche de terre végétale si existante) afin de permettre la régénération de la végétation dans de brefs délais.
Effets	Restauration des surfaces affectées.
Responsabilité	Consortium IPN
Plan de détail	Choix définitif des sites: CONSORTIUM IP-NAREVA (appui d'un environnementaliste) et Entreprise de construction Plan de réhabilitation: Entreprise de construction Approbation du plan: CONSORTIUM IP-NAREVA
Mise en œuvre	Limitation des sites occupés au strict minimum: Entreprise de construction Réhabilitation des sites : Entreprise de construction
Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	Les coûts doivent être estimés et inclus dans les devis des entreprises en question. Ces mesures font partie de leur obligation de maintien des lieux. Appui d'un paysagiste/environnementaliste : 50'000 MAD/mois
Observations	Cette mesure fait partie de la bonne pratique sur les chantiers. Les clauses environnementales seront intégrées dans l'appel d'offres dont les concurrents seront évalués par la CONSORTIUM IP-NAREVA et seront formulées dans le cahier des charges signé par l'Entreprise. Si les règles ne sont pas observées (par exemple: dégâts causés à la végétation par des véhicules circulant en dehors des surfaces désignées à ce propos, ou dû au stockage de matériel sur des surfaces en dehors des zones identifiés), la réhabilitation devra se faire par l'entreprise, et par ses propres moyens.

Mesure 4	**Surfaces occupées en permanence**
Impact	Destruction de la végétation, perte d'habitats naturels, intégration dans le paysage
Phase	Construction et opération (effet semi - permanent)
Composante du projet	aérogénérateurs, sous-stations de transformation, postes de transformation, pistes de desserte, atelier d'entretien, terminal de contrôle et de supervision du parc. Voir différentes composantes du projet en annexe 3
Elément de l'environnement	Végétation, habitats naturels, paysage
Description de l'impact	Occupation semi-permanente de surfaces; destruction de la végétation et de leur fonction actuelle (habitat, pâturage).
Caractérisation	Négatif, faible: espaces restreints, effet semi-permanent. Aucun type de végétation de haute valeur affecté. Sites d'intérêt ornithologique majeurs et sebkhat Tizfourine affectés si la mesure en phase de planification concernant la ligne HT 225 kV n'est pas prise.
Mesures	• Planification de détail: choix d'emplacement approprié en évitant les zones écologiques sensibles, notamment les zones d'intérêt ornithologiques majeurs et les sebkhats et graras (voir mesure concernant ceci) • Pour toute surface affectée: délimitation sur le terrain. • Choix techniques limitant ainsi l'emprise sur le terrain. • La remise en état des sites de construction à la fin des travaux de chantiers. Les surfaces utilisées doivent être libérées de quelconque déchet (pierres, déchets solides et liquides), et les excavations remises en état comme proposé plus haut (réutilisation de la couche de terre végétale si existante) afin de permettre la régénération de la végétation dans de brefs délais. • A la fin de la vie du parc après 20 ans d'exploitation (fin du contrat avec l'ONE) ou lors d'une résiliation de contrat avec l'ONE avant cette échéance, le parc sera cédé à l'ONE
Effets	Le site est facilement accessible. Les structures occuperont des surfaces limitées de manière semi-permanente, jusqu'au démantèlement et réhabilitation.
Responsabilités	Consortium IPN
Plan de détail	Optimisation des sites: CONSORTIUM IP-NAREVA
Mise en œuvre	ONE (démantèlement)
Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	Les prix de réhabilitation des sites dépendent de la surface totale utilisée. La réhabilitation après démantèlement doit être prise en compte lors du budget de démantèlement. Appui d'un paysagiste/environnementaliste : 50'000 MAD/mois
Observations	Les conditions pour la croissance de la végétation dans la région du projet sont difficiles pour des raisons climatiques (déficience en eau).

Mesure 5	**Mesures luttant contre la contamination des eaux et l'altération du régime hydrique**
Impact	Impact sur la qualité et l'écoulement des eaux
Phase	Construction
Composante du projet	Activités de construction et logement des ouvriers, lieux de stockage de produits toxiques, accidents lors de la maintenance
Elément de l'environnement	Ecologie de la zone affectée et impact sur la qualité des eaux et de tout type d'utilisation de l'eau dans la zone du projet.
Description de l'impact	Contamination des eaux par les rejets d'eaux usées de la phase de construction, en raison des activités de construction et des eaux usées domestiques venant du logement des ouvriers, ainsi que des accidents lors de l'utilisation de produits toxiques tel que les hydrocarbures.
Caractérisation	Négatif, faible, peu de précipitation dans la zone de projet et peu d'utilisation des eaux.
Mesures	• Définition des pistes de transport, des zones de stockage, des matériaux et des engins, afin de préserver le plus possible les eaux du sous-sol et afin d'éviter tout risque supplémentaire de pollution et de dégradation du site; • Les baraquements éventuels sont à organiser avec souci de cohérence et de composition; • Bonne manutention des véhicules et des engins; • Stockage adéquat des carburants et lubrifiants
Effets	Bonne gestion des eaux usées et des produits toxiques limitera le risque de contamination des eaux souterraines.
Responsabilités	Consortium IPN
Plan de détail	Entreprise de construction : Définition des besoins de traitement des eaux usées et des systèmes de traitement adéquats ainsi que leur emplacement dans l'espace. Définition des zones de stockage des produits toxiques et définition des règles d'utilisation ainsi que des procédures d'alarme en cas d'accident.
Mise en œuvre	Entreprise de construction
Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	Coûts doivent être pris en compte par l'entreprise de construction.
Observations	Cette mesure fait partie de la bonne pratique sur les chantiers. Elle est à la responsabilité de l'entreprise de construction. Les propositions des entreprises de construction pour mitiger les impacts sur l'environnement durant la phase de construction doivent être évaluées dans l'Appel d'Offre correspondant.

Mesure 6	**Mesures de limitation de l'impact sur la végétation**
Impact	Impact du projet et en particulier de la phase de construction
Phase	Construction, opération
Composante du projet	Implantation des pistes d'accès internes; Implantation des éoliennes (fondations et aires de montage); Enfouissement des câbles électriques souterrains; Implantation des postes MT/THT Lignes aériennes 60 kV ou 225 kV Aménagements des structures annexes (sites de chantier, zones de stockage, baraquements, surface de manutention).
Elément de l'environnement	Végétation
Description de l'impact	Effet négatif sur la végétation du à l'occupation de l'espace naturel. Utilisation d'un site jusqu'ici vierge.
Caractérisation	Négatif faible. Vu que la régénération dans l'aire d'étude est particulièrement lente et que donc il est préférable d'éviter la destruction de la végétation. Le site d'étude a une bonne l'accessibilité, il est donc possible de diminuer le nombre de pistes d'accès.
Mesures	• Eviter toute destruction inutile de la végétation. • Diminuer au maximum la destruction directe de la végétation en délimitant les surfaces des sites de chantiers, de baraquements, des pistes d'accès et des sites de stockage et d'extraction de matériaux de construction au strict minimum et en concentrant l'ensemble des activités au sein de ces sites. • Les zones écologiques sensibles tels que les sebkhat doivent être évitées et l'utilisation du site minimisée. Il est à indiquer que selon les données techniques du projet, la ligne 225 kV raccordant le poste Nord au poste Sud passerait par le sebkhat Tizfourine et les falaises. Le Consultant propose ici de changer le tracé de la ligne pour éviter le sebkhat. Sur la carte en annexe 3 et 9, un nouveau tracé a été proposé. Cependant, IP-NAREVA a pris en considération la recommandation de Pöyry et a changé le tracé en conséquence. • Identifier et délimiter les sites dans la mesure du possible (en informant les ouvriers), les zones à ne pas abîmer, considérant leur valeur écologique (végétation plus dense, etc.). • La remise en état des sites de construction à la fin des travaux de chantiers, voir plus haut les mesures concernant la couche végétale lors des excavations. Les surfaces utilisées doivent être libérées de quelconque déchet (pierres, déchets solides et liquides), afin de permettre la régénération de la végétation dans de brefs délais. • A la fin de la vie du parc après 20 ans d'exploitation (fin du contrat avec l'ONE) ou lors d'une résiliation de contrat avec l'ONE avant cette échéance, le parc sera cédé à l'ONE
Effets	Diminution des surfaces touchées par le projet et donc évitement de destruction et réhabilitation sur les surfaces affectées temporairement.
Responsabilités	Consortium IPN
Plan de détail	Définition de l'emplacement des sites de chantiers et des éoliennes, de la ligne 225 kV : CONSORTIUM IP-NAREVA
Mise en œuvre	Entreprise de construction
Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	Faible
Observations	

Mesure 7	**Mesures de limitation de l'impact sur la faune terrestre**
Impact	Impact du projet et en particulier de la phase de construction et de la force ouvrière sur la faune sauvage terrestre.
Phase	Construction, opération
Composante du projet	Présence des ouvriers sur le site et destruction directe de la végétation par les travaux de chantier, occupation semi-permanente du site.
Elément de l'environnement	Milieu naturel, faune terrestre
Description de l'impact	Effet négatif sur la faune sauvage en vue de l'occupation de l'espace naturel par les zones d'habitats des ouvriers, ainsi que par la présence de la force ouvrière qui pose un risque de braconnage. Impact faible en vue du caractère anthropique de la zone d'étude.
Caractérisation	Négatif, faible.
Mesures	• Remise en état des lieux, dans la mesure du possible, après la fin des travaux pour permettre une reprise de l'activité faunistique. • Sensibilisation et contrôle des ouvriers sur la protection et le respect de la faune locale et interdiction de chasse. • La planification de l'emplacement des éoliennes, des routes d'accès et de l'ensemble des infrastructures annexes doit être faite en évitant les zones écologiques sensibles tels que les mares et optimiser l'occupation total du sol. • Ne pas clôturer le site afin de permettre le passage et l'utilisation du site par la faune
Effets	L'impact du chantier sur la faune locale sera limité. On assistera à une migration temporaire de la faune en raison des dérangements par le chantier. La réhabilitation du site favorisera la reprise de l'activité faunistique dés la fin des travaux.
Responsabilités	Consortium IPN
Plan de détail	Définition de l'emplacement des sites de chantiers et des éoliennes loin de zones écologiquement sensibles : CONSORTIUM IP-NAREVA (avec l'appui d'un paysagiste/environnementaliste
Mise en œuvre	Elaboration des règles pour la force ouvrière et des moyens de surveillance pour faire valoir cette interdiction : Entreprise de construction
Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	Faible
Observations	

Mesure 8	**Mesures de mitigation des risques pour l'avifaune**
Impact	Impact sur les oiseaux nicheurs, en raison du dérangement pendant la nidification et de la présence humaine sur le site durant la phase de construction, et sur les oiseaux migrateurs en raison des risques de collision avec les éoliennes.
Phase	Construction et opération
Composante du projet	Présence des ouvriers sur le site et destruction directe de la végétation par les travaux de chantier, occupation semi-permanente du site. Rotation des aérogénérateurs et risques de collisions. 8 Eoliennes sont proches (dans un périmètre de 600 m) de la zone d'intérêt ornithologique majeur, située au sud de l'aire d'étude.
Elément de l'environnement	Avifaune
Description de l'impact	Effet négatif fort sur l'avifaune car : - Potentielle destruction d'habitats - Dérangement pendant la phase de nidification
Caractérisation	Négatif de moyen à fort
Mesures	• Il est conseillé d'ouvrir un minimum de nouvelles pistes lors de la phase de construction en privilégiant les zones déjà dégradées et d'utiliser plutôt le réseau de pistes déjà existantes. • Selon les résultats des études ornithologiques, il existe deux zones d'intérêt ornithologique majeur (voir surfaces en rouge en Annexe 9) dans l'aire d'étude. Les travaux de génie civil et l'utilisation d'explosifs peuvent déranger la période de nidification sur une distance de 600 m. Il a donc été décidé que les travaux de génie civil et utilisation d'explosifs devront être évités pour toutes les éoliennes placées sur un périmètre de 600 m des zones d'intérêt ornithologique majeur, pendant la période de janvier à avril. Il s'agit donc de 5 éoliennes, dessinées en bleu sur l'Annexe 9, au Sud de l'aire d'étude. • Il est aussi conseillé de mandater un ornithologue pendant la phase de construction. • Faire passer les voies de circulation propres au projet le plus loin possible des sites de nidification d'oiseaux, soit loin des falaises hors de toute graras (annexe 9). • Prévoir des actions de sensibilisation quant au respect des oiseaux et de leurs habitats. • Le risque de collision des passereaux avec les éoliennes est minime.
Effets	Diminution de l'impact sur les oiseaux nicheurs au niveau de la zone principale d'intérêt ornithologique majeur et sur le site par la réhabilitation du site après les constructions, leur permettant un retour lors de la fin des travaux.
Responsabilités	Consortium IPN
Plan de détail	Prise en compte des recommandations pour diminuer les risques de dérangement de l'avifaune pendant la phase de nidification : CONSORTIUM IP-NAREVA
Mise en œuvre	Entreprise de construction, CONSORTIUM IP-NAREVA
Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	Programme de suivi ornithologique: environ 25'000 MAD/mois per un expert ornithologue plus frais de déplacement
Observations	

Mesure 9	**Diminution des problèmes de santé publique et risques liés au chantier**
Impact	Impact sanitaire et dangers
Phase	Construction et opération
Composante du projet	Force ouvrière
Elément de l'environnement	Santé publique
Description de l'impact	Risque de sécurité sur le chantier. Augmentation durant la phase des travaux du trafic routier et augmentation de la pollution de l'air. Risques sanitaires en raison de la force ouvrière dans la région.
Caractérisation	Négatif, temporaire
Mesures	• Durant la phase de planification respecter la distance minimale entre les éoliennes et les infrastructures et des bâtiments recevant des personnes de manière permanente, les infrastructures routières et routes classées à grande circulation et le réseau électrique (lignes HT) • Délimitation et interdiction des chantiers de construction pour la population locale et contrôles. • Application des mesures de sécurité habituellement mises en place sur tout chantier (Organisation Internationale du Travail Convention n°62) telles que: respect des règles relatives à la limitation de l'accès du public au chantier, à la circulation des véhicules à l'intérieur de celui-ci et, au port de casque, gants et chaussures de sécurité par les ouvriers, etc. • Mise en place d'infrastructures sanitaires adéquates pour la force ouvrière (eaux, assainissement, trousse de premier secours, etc.) • S'assurer que l'augmentation du trafic n'occasionne pas de risque pour les habitants de toute la commune Tah et pour le trafic normal. • Concertation avec l'ensemble de la population locale afin de dissiper des éventuelles craintes faces aux éoliennes et la sécurité
Effets	Les règles de sécurité sur le chantier sont respectées, diminuant sensiblement le risque d'accidents. Le chantier est équipé de services sanitaires suffisants pour une force ouvrière d'environ 200 hommes. La population locale est informée des avancées du projet et comprend les risques sécuritaires liés aux chantiers, ainsi qu'à l'exploitation du parc éolien. Ainsi, la population locale est assez confiante pour pouvoir continuer à utiliser le site (élevage) et même le visiter. Les consignes données aux conducteurs de camions de transports concernant la sécurité dans le centre urbain, ainsi que l'optimisation de l'utilisation des camions permet de diminuer le risque sécuritaire et les impacts sur la circulation, ainsi que les émissions de polluants atmosphériques.
Responsabilités	Consortium IPN
Plan de détail	CONSORTIUM IP-NAREVA : Définition des campagnes de sensibilisation pour la force ouvrière mais aussi pour les populations locales Entreprise de construction : Définition des mesures de sécurité sur le chantier.
Mise en œuvre	Entreprise de construction (sécurité sur le chantier) et CONSORTIUM IP-NAREVA (campagne de sensibilisation)
Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	Campagne de sensibilisation des populations locales : 60'000 MAD

Mesure 10	**Diminution des problèmes de nuisances sonores et pollution de l'air**
Impact	Impact sanitaire
Phase	Construction et exploitation
Composante du projet	Force ouvrière, transports, emplacement des éoliennes
Elément de l'environnement	Santé publique
Description de l'impact	Augmentation durant la phase des travaux du trafic routier sur la route nationale n1 et augmentation de la pollution de l'air. Bruit produit par le parc éolien
Caractérisation	Négatif, temporaire
Mesures	• La planification du parc éolien devra tenir compte et respecter les valeurs limites d'exposition au bruit en champ lointain (valeurs de planification) de la Banque Mondiale. IP-NAREVA a tenu compte de ceci et l'Annexe 16 et 18 le démontre. • Les engins utilisés devront être en bon état et respecteront les niveaux sonores réglementaires. • Les ouvriers devront être équipés de protections contre le bruit. • Utilisation, éventuellement, d'eau afin de diminuer les émissions de poussières. • Optimiser le nombre de camion de transport. Le nombre de voyages à vide doit être réduit au minimum.
Effets	Les règles de sécurité sur le chantier sont respectées, diminuant sensiblement le risque d'accidents. Le chantier est équipé des services sanitaires suffisants pour une force ouvrière d'environ 200 hommes. La population locale est informée des avancées du projet et comprend les risques sécuritaires liés aux chantiers, ainsi qu'à l'exploitation du parc éolien. Ainsi, la population locale est assez confiante pour pouvoir continuer à utiliser le site (élevage) et même le visiter. Les consignes données aux conducteurs de camions de transports concernant la sécurité dans le village, ainsi que l'optimisation de l'utilisation des camions permet de diminuer le risque sécuritaire et les impacts sur la circulation, ainsi que les émissions de polluants atmosphériques. Les zones de projet sont déminées, permettant une utilisation par les populations locales.
Responsabilités	Consortium IPN
Plan de détail	CONSORTIUM IP-NAREVA : Définition des campagnes de sensibilisation pour la force ouvrière mais aussi pour les populations locales, définition des distances à respecter entre les éoliennes et les centres habités. Entreprise de construction : Définition des mesures de sécurité sur le chantier.
Mise en œuvre	Entreprise de construction (sécurité sur le chantier) et CONSORTIUM IP-NAREVA (campagne de sensibilisation)
Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	Campagne de sensibilisation des populations locales : 60'000 MAD
Observations	

Mesure 11	**Améliorer les effets du projet sur l'économie locale**
Impact	Impact socio-économique
Phase	Construction, exploitation
Composante du projet	Fournisseurs et force ouvrière
Elément de l'environnement	Population locale
Description de l'impact	Création de sources de revenus pour la population locale, directement par création d'emploi et indirectement par l'augmentation de la demande de biens (nourritures) et services.
Caractérisation	Positif
Mesures	• Recrutement de la force ouvrière (main d'œuvre non qualifiée), les habitants de la zone devraient être considérés avec priorité. • Choix de fournisseurs locaux.
Effets	Amélioration de l'économie locale notamment durant la phase de construction en raison des emplois créés et l'achat de biens et de services locaux. La création d'emplois locaux durant la phase d'opération sera également bénéfique pour l'aire d'étude. Finalement, le projet devra aider à répondre aux faiblesses de la production d'électricité dans la région en vue des perspectives de développement industriel et urbain.
Responsabilités	Consortium IPN
Plan de détail	Entreprise de construction : Définition de fournisseurs locaux de biens et services.
Mise en œuvre	Entreprise de construction.
Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	Permettra même de diminuer les coûts de projet en s'approvisionnant localement.
Observations	

Mesure 12	**Exploitation touristique du parc**
Impact	Impact sur l'économie locale, tourisme.
Phase	Opération
Composante du projet	Organisation de l'ensemble du site de projet
Elément de l'environnement	Tourisme, aspects socio-économiques
Description de l'impact	Impact positif, L'ensemble des infrastructures permanentes et temporaires ont un impact sur le paysage. Le projet, en étant un projet d'exploitation d'énergie propre, est en accord avec l'exploitation éco-touristique de la région (PNK).
Caractérisation	Fort, effet semi-permanent jusqu'au démantèlement du site.
Mesures	• En cas de demande et en concertation avec l'administration concernée, un plan de gestion touristique du site sera formulé en collaboration avec les acteurs professionnels du secteur (agences touristiques, ministère du tourisme, etc.) • En cas de demande et en concertation avec l'administration concernée, une création d'un centre d'informations, des panneaux explicatifs, circuit découvert, etc pourront être envisagés
Effets	Le parc éolien inséré dans les plans de développement touristiques sur l'ensemble de la région et devient un outil de « branding » de développement durable, d'éco-tourisme et montre les capacités d'innovation et de développement de la région Néanmoins, l'exploitation actuelle et future de l'aire d'étude suggère un conflit entre l'exploitation touristique des sites 1 et 3 et l'emplacement d'un parc éolien (paysage désertique sauvage, côte atlantique).
Responsabilités	Consortium IPN
Plan de détail	CONSORTIUM IP-NAREVA/ONE : Choix adapté des mesures en collaboration avec les structures touristiques de la zone.
Mise en œuvre	Entreprise de construction
Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	Contribution de la CONSORTIUM IP-NAREVA pour l'aménagement du parc en zone touristique : 100'000 MAD (estimation faite pour une infrastructure touristique minimale sur le site : embauche de guides locaux, mise en place de panneaux explicatifs)
Observations	

Mesure 13	**Aspects culturels** **Assurer l'intégration du projet dans le paysage**
Impact	Impact sur le paysage Aspects culturels
Phase	Exploitation pour le paysage Construction pour les aspects culturels
Composante du projet	Organisation de l'ensemble du site de projet
Elément de l'environnement	Paysage
Description de l'impact	Le parc éolien aura un impact sur le paysage moyen sur les alentours immédiats.
Caractérisation	Moyen, effet semi-permanent jusqu'au démantèlement du site, site prévu dans une zone déjà affectée du point de vue paysage.
Mesures	• Certaines mesures ont déjà été mises en place par le Consortium IP-NAREVA en phase de planification afin de diminuer l'impact sur le paysage comme par exemple : o Homogénéisation des types de turbines o Homogénéisation des hauteurs des nacelles o Homogénéité dans le choix des tailles des éoliennes et choix de grandes tailles (101 m de diamètre des pales) o Layout uniforme ; organisation «géométrique» du parc (par rangées) et respect d'un concept d'intégration paysagère. • Remise en état de l'ensemble des zones de construction à la fin des travaux Après excavation (que ce soit pour les tranchées ou pour les fondations), il est possible qu'il y ait des surplus de déblais qui devront être stockés. Ces décharges de déblais devront être placées dans des endroits planifiés, par exemple dans une dépression, sans végétation ; ces potentielles décharges ne doivent pas être placées dans les sebkhats ou au niveau des falaises, d'intérêt pour la faune et le tourisme. Ces potentielles décharges devront être remises en état après les travaux (la surface des décharges de déblais devra être aplanie, elles ne doivent pas être laissées à l'abandon comme le montrent les photos en Annexe 13). • Camouflage ou mise en valeur des voies d'accès. • Autant que les mesures pour la réduction des impacts sur la végétation soient respectées, pas de mesures supplémentaires. • Faire appel à des spécialistes lors des travaux à la suite d'éventuelles découvertes archéologiques et aussi d'associer les représentants du Ministère de la Culture dans la région. • A la fin de la vie du parc après 20 ans d'exploitation (fin du contrat avec l'ONE) ou lors d'une résiliation de contrat avec l'ONE avant cette échéance, le parc sera cédé à l'ONE. La bonne remise en état du site diminuera considérablement son impact sur le paysage sur le long terme.
Effets	Diminution de l'impact du à une meilleure planification de la part de IP-NAREVA. Le site est situé dans une zone déjà affectée d'un point de vue paysage (lignes et pylônes existants, ONEP, etc.). Impact positif sur le tourisme de la région. Les mesures proposées permettront à la végétation de se régénérer, protéger les zones sensibles, et assureront l'intégration du projet dans le paysage. Le démantèlement assure que le site s'intègre de nouveau dans le paysage. Ainsi, l'impact peut être classifié de semi-permanent puisque la durée de vie des éoliennes est limitée.
Responsabilités	Consortium IPN
Plan de détail	CONSORTIUM IP-NAREVA : Choix précis des sites d'implantation des aérogénérateurs et planification de l'aménagement (déjà fait)
Mise en œuvre	Entreprise de construction
Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA

	Démantèlement : ONE
Estimation des coûts	
Observations	La plupart des mesures définies ci-dessus dépendront du choix technique final du projet.

Mesure 14	**Interférences électromagnétiques et perturbation du fonctionnement de radars**
Impact	Impact socio-économique
Phase	Opération
Composante du projet	Parc en soit
Elément de l'environnement	Population locale, infrastructures
Description de l'impact	Interférences électromagnétiques avec des signaux tels que ceux des émissions radio et TV et des communications hertziennes. Perturbation du fonctionnement des radars (radar maritime pour le port, radar militaire, radar météorologique et radar de transmission radio et télévision): impact potentiel fort
Caractérisation	Interférences électromagnétique: impact potentiel moyen Perturbation du fonctionnement du radar: impact potentiel fort
Mesures	• Respecter les distances minimales entre les éoliennes et le poste de télécommunication présent sur le site et concertation avec l'opérateur du poste et en prenant compte les données techniques des éoliennes (voire Annexe 14 et 15). • Préférer l'utilisation de matériaux composites moins réfléchissants, tels que la fibre de verre pour la construction des éoliennes. • Au cas de problème ou réclamation des entités concernés, IP-NAREVA étudiera avec cette entité les solutions appropriés pour résoudre les problèmes
Effets	Evitement des interférences avec les signaux électromagnétiques et réduction de la perturbation des radars utilisés dans la zone
Responsabilités	Consortium IPN
Plan de détail	CONSORTIUM IP-NAREVA
Mise en œuvre	CONSORTIUM IP-NAREVA
Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	Non applicable
Observations	

Mesure 15	**Diminution des impacts de l'utilisation d'explosifs durant la phase de construction**
Impact	Bruit et sécurité, vibrations
Phase	Construction
Composante du projet	Excavation pour les fondations des aérogénérateurs Pylônes électriques existants
Elément de l'environnement	Force ouvrière, Faune et avifaune, zone d'intérêt ornithologique majeur, Population locale, village Tah
Description de l'impact	Risque de sécurité sur le chantier. Bruit et stress pour la population locale, village de Tah. Bruit et stress pour l'avifaune Risque pour les structures électriques existantes
Caractérisation	Négatif faible et temporaire : positif par rapport aux autres variantes possibles pour l'excavation (marteau piqueur, machinerie lourde)
Mesures	• Application des mesures de sécurité habituellement mises en place sur tout chantier (Organisation Internationale du Travail Convention n°62) telles que: respect des règles relatives à la limitation de l'accès du public au chantier, à la circulation des véhicules à l'intérieur de celui-ci et, au port de casque, gants et chaussures de sécurité par les ouvriers, etc. • Application des directives nationales sur le transport d'explosifs. • Concertation et sensibilisation de l'ensemble de la population locale afin de dissiper des éventuelles craintes. • Les structures les plus proches sont les pylônes électriques qui se trouvent au minimum à 150 m des éoliennes ; Cependant, lors du 1er tir d'essai, la valeur de vitesse d'oscillation sera mesurée par rapport au pylône le plus proche et le plan de tir sera adapté aux contraintes levées sur place, de telle manière à ce que les valeurs de vitesse de vibration ressenties aux pieds des structures, ne dépassent pas 10 mm/s. La projection des matériaux est limitée à un rayon de 50 m maximum. • Gérer le trafic sur la route N1 pendant les explosions • Bruit et sécurité pour la population locale : il sera nécessaire de communiquer l'utilisation des explosifs à la population locale afin de souligner le danger et communiquer les raisons du bruit. En particulier, les habitants de Tah. • Sécurité : l'entreprise de construction devra suivre l'ensemble des consignes de sécurité généralement observées sur les sites de construction, ainsi que celles concernant le transport d'explosifs. L'entreprise devra être bénéficiaire de l'ensemble des autorisations nécessaires à l'utilisation d'explosifs. Concernant l'avifaune et la période de nidification : • Les travaux de génie civil et l'utilisation d'explosifs peuvent déranger la période de nidification sur une distance de 600 m. Il a donc été décidé que les travaux de génie civil et utilisation d'explosifs devront être évités pour toutes les éoliennes placées sur un périmètre de 600 m des zones d'intérêt ornithologique majeur, pendant la période de janvier à avril. Il s'agit donc de 5 éoliennes, dessinées en bleu sur l'Annexe 9, au Sud de l'aire d'étude. • Il est aussi conseillé de mandater un ornithologue pendant la phase de construction
Effets	Les règles de sécurité sur le chantier sont respectées, diminuant sensiblement le risque d'accidents. Le chantier est équipé des services sanitaires suffisants pour une force ouvrière d'environ 200 hommes. Le transport d'explosifs se fait en suivant les directives nationales en la matière. Les impacts sur l'avifaune sont mitigés.
Responsabilités	Consortium IPN
Plan de détail	Entreprise de construction : Définition des besoins d'utilisation d'explosifs et définition des mesures de sécurité sur le chantier.
Mise en œuvre	Entreprise de construction (transport, sécurité sur le chantier) et CONSORTIUM IP-NAREVA (communication avec la population locale)

Suivi, monitoring	CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	Faibles
Observations	

Mesure 16	**Mesures concernant la gestion du SF6 dans les postes**
Impact	Impact sur la santé et sur le climat
Phase	Construction et exploitation des postes
Composante du projet	Isolateurs contenants SF6
Elément de l'environnement	Climat et Santé
Description de l'impact	Fuites de SF6 activant l'effet de serre et l'étouffement par inhalation (endroits fermés)
Caractérisation	Négatif faible
Mesures (phase de construction)	Formation du personnel technique affecté au montage et démontage des disjoncteurs, sur les risques pour la santé et les enjeux environnementaux des fuites de SF6.
Mesures (phase d'exploitation)	Formation du personnel du poste sur les risques pour la santé et les enjeux environnementaux des fuites de SF6. Formation spécifique du personnel désigné à la gestion du SF6 dans le poste (récupération, remplissage, etc.). Tous les postes où on utilise du SF6 devront être équipés d'un détecteur de SF6 portable afin de détecter facilement les petites fuites. A chaque surpression dans le disjoncteur, le SF6 devra être récupéré et non pas libéré dans l'atmosphère. Pour la récupération, la purification, le stockage, et le remplissage, chaque poste devra faire appel à un système de traitement du SF6.
Effets	Prévention d'accidents graves, bonne connaissance du personnel chargé de la gestion du SF6
Responsabilités	Consortium IPN
• Plan de détail	Mesures en phase de planification : CONSORTIUM IP-NAREVA (training du personnel, achat des détecteurs de SF6, plan de gestion des accidents)
• Mise en œuvre	Phase de construction : Entreprise ; Phase d'exploitation : CONSORTIUM IP-NAREVA
• Suivi, monitoring	Contrôle de l'application des mesures: CONSORTIUM IP-NAREVA
Estimation des coûts	Différents coûts selon les marques et le standard Détecteur portable de SF6 environ 1'600 dh
Observations	Les spécialistes dans ce domaine (produits, training du personnel, etc.) www.dilo-gmbh.de, www.cpsproducts.com

8.4 Coût des mesures présentées dans le PGE

Ci-dessous une estimation préliminaire des coûts des mesures proposées dans le cadre de l'EIE, ainsi que le suivi environnemental du projet.

Tableau 8-4 : Détail estimatif des prestation relatives à l'application des mesures proposées dans le cadre de l'EIE (les coûts sont à valider par le CONSORTIUM IP-NAREVA).

Désignation	Unité	Prix Unitaire (MAD)	Quantité	Montant (MAD)
Phase de Construction				
Suivi environnemental de la phase de construction par un spécialiste en environnement.	Mois	50'000	A déterminé lors de l'élaboration du calendrier de construction	
Rédaction de rapports trimestriels	Unité	5'000	A déterminé lors de l'élaboration du calendrier de construction	
Appui technique par une équipe spécialisée.	Mois	6'000	A déterminé lors de l'élaboration du calendrier de construction	
Rédaction du rapport final de suivi	Unité	5'000	1	5'000
Campagne de sensibilisation de la population locale	Forfait	60'000	1	60'000
Total Phase Construction	**A déterminé lors de l'élaboration du calendrier de construction**			
Phase d'exploitation				
Suivi environnemental dans la phase d'exploitation par un spécialiste environnemental. Temps consacré par mois 3 jours.	Mois	50'000	12	90'000
Suivi ornithologique	Année	450'000	1	450'000
Appui technique par une équipe spécialisée.	Mois	3'000	12	36'000
Rédaction rapport semestriel de suivi	Unité	5'000	2	10'000
Rédaction d'un rapport final	Unité	5'000	1	5'000
Budget des mesures divers	Forfait	50'000	1	50'000
Total Phase Exploitation				**641'000**

9 CONCLUSION

A travers cette étude d'impact environnemental du projet de parc éolien de Tarfaya, nous soulignons les points suivants :

- Selon les résultats des études ornithologiques, il existe deux zones d'intérêt ornithologique majeur et une zone de Graras de valeur pour l'avifaune (voir surfaces en rouge en Annexe 9) dans l'aire d'étude. Les éoliennes sont placées en dehors de ces zones. Par contre, les travaux de génie civil et l'utilisation d'explosifs peuvent déranger la période de nidification sur une distance de 600 m. Il a donc été décidé que les travaux de génie civil et utilisation d'explosifs devront être évités pour toutes les éoliennes placées sur un périmètre de 600 m des zones d'intérêt ornithologique majeur, pendant la période de janvier à avril. Il s'agit donc de 5 éoliennes, dessinées en bleu sur l'Annexe 9, au Sud de l'aire d'étude.
- Le Consultant a proposé un tracé alternatif au tracé actuel pour la ligne HT 225 kV liant le poste Nord au poste Sud, étant donné que celui-ci passe par le sebkhat Tizfourine, à éviter. Ce nouveau tracé est en cours d'étude par le CONSORTIUM IP-NAREVA.
- Vu l'état dégradé du site (présence de la route nationale), en phase de construction, les impacts sont en général faibles.
- Les facteurs qui influencent le plus l'impact environnemental et social des sites d'installations durant la phase de construction sont les problèmes engendrés par les excavations, les tranchées, voies d'accès, etc. (destruction de végétation, et de la couche végétale, érosion, ensablement, occupation du sol).
- Le projet aura un impact positif sur l'économie locale, surtout durant la phase de construction.
- Un impact positif sera aussi l'évitement de l'émission de plusieurs tonnes de CO_2 ; en effet, comme la méthode avec le «Full Energy Chain Greenhouse Gas Emission Factor» (FENCH GHG) l'a montré, le parc éolien éviterait l'émission d'environ 916'500 T CO_2 équivalent annuellement par rapport à une centrale thermique à charbon.
- Pendant la phase d'exploitation, ce sont les facteurs liés au tourisme et au paysage, qui font du site étudié, un site d'emplacement approprié à l'installation d'un parc éolien.
- Un suivi environnemental durant la phase de construction et un suivi ornithologique durant la phase de construction et d'exploitation s'avèrent nécessaires.

En conclusion, il est possible de dire, sur la base des investigations faites dans le cadre de la présente étude sur l'impact environnemental et social, que, si les mesures mentionnées sont suivies, le site est adéquat à l'implantation du parc éolien.

ANNEXES