

## RESUME DU PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE

---

**TITRE DU PROJET : PROJET D'EXPLORATION GEOTHERMIQUE**

**NUMERO DE PROJET : P-DJ-FA0-001**

**PAYS : DJIBOUTI**

**DÉPARTEMENT : RDGE**

---

### **1. Introduction**

Le présent document constitue le résumé du Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES) détaillé du projet d'exploration géothermique. Selon la réglementation nationale et les exigences du Système de Sauvegardes Intégré (SSI) de la Banque Africaine de Développement (BAD), ce projet est classé en catégorie 2. Un PGES cadre avait été préparé et publié sur le site web de la Banque le 02 janvier 2013 conformément aux exigences de la Banque en la matière. Dans le cadre de l'exécution du projet, un PGES détaillé a été élaboré en janvier 2016 conformément aux exigences des bailleurs de fonds.

Ce résumé fait une brève présentation du projet et des principales composantes environnementales et sociales. Ensuite, il décrit les principaux impacts environnementaux et sociaux et les mesures d'atténuation et de bonification y relatives. Aussi, les consultations publiques tenues lors de la conception et l'élaboration du PGES détaillés sont présentées. Enfin, il décrit le programme de suivi et les arrangements institutionnels ainsi que les coûts et le calendrier de mise en œuvre.

### **2. Brève description du projet et des principales composantes environnementales et sociales**

#### **2.1 Description du projet**

La République de Djibouti s'est lancée depuis de nombreuses années dans l'exploration géothermique de la région du Lac Assal. Elle a reçu un financement en 2013 provenant de différents bailleurs dont la Banque mondiale, la Banque Africaine de Développement (BAD), l'Agence française de développement (Afd), le fond OPEC pour le développement international, le Fond pour l'Environnement Mondial (FEM) et le programme d'assistance à la gestion du secteur de l'énergie (ESMAP) pour financer l'exploration des ressources géothermiques dans la région de Caldera Fialé et évaluer la faisabilité de la production commerciale d'énergie géothermique.

Le projet fait partie d'un programme d'augmentation des capacités de production d'énergie renouvelable et d'amélioration de la qualité de vie de la population Djiboutienne. Le projet permettra d'améliorer la qualité de vie de la population djiboutienne à travers : (i) l'augmentation de la capacité de production d'énergie propre ; (ii) l'amélioration de l'accès à l'électricité ; (iii) la réduction des importations pétrolières et ; (iv) la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Lors de l'exécution du projet, il s'est avéré que les financements alloués seront insuffisants pour réaliser l'ensemble des forages et la République de Djibouti a sollicité un financement additionnel auprès de la BAD. Les ressources additionnelles permettront à court terme l'exploration du champ de vapeur géothermique du lac Assal et la confirmation des caractéristiques de la ressource géothermique. Trois

forages sont techniquement suffisants pour prouver et quantifier la ressource géothermique en termes de production d'énergie. Si la ressource géothermique est confirmée, la construction d'une centrale électrique géothermique pourra être réalisée à moyen terme afin d'augmenter les capacités de production d'énergie propre à Djibouti.

Les objectifs du projet tel qu'approuvé initialement en juin 2013, n'ont pas varié et sont de quantifier la faisabilité technique et financière de l'utilisation des ressources géothermique du Rift d'Assal à des fins de production de masse d'électricité.

Le projet sera exécuté en trois phases : (i) la première phase consiste en l'exploration du champ de vapeur géothermique du lac Assal et la confirmation des caractéristiques de la ressource géothermique du champ; (ii) la deuxième phase comprendra le développement du champ géothermique et la construction d'une centrale électrique géothermique d'une capacité installée de 20 MW; et (iii) la troisième phase consistera en l'extension de la capacité de la centrale électrique géothermique à 50 MW.

Les composantes du projet sont restés les suivantes : (i) Composante A : Activités de forage ; (ii) Composante B : Assistance technique ; (iii) Composante C : Exécution du projet et (iv) Composante D : Gestion environnementale et sociale. Le coût total révisé de la première phase, objet du présent projet, est de 41,2 millions d'UC et la durée de réalisation prévisionnelle est de 30 mois. Le coût de la mise en œuvre du PGES est resté de 0.4 millions d'UC (0.6 million de dollars EU) et n'est pas pris en compte dans le financement additionnel proposé.

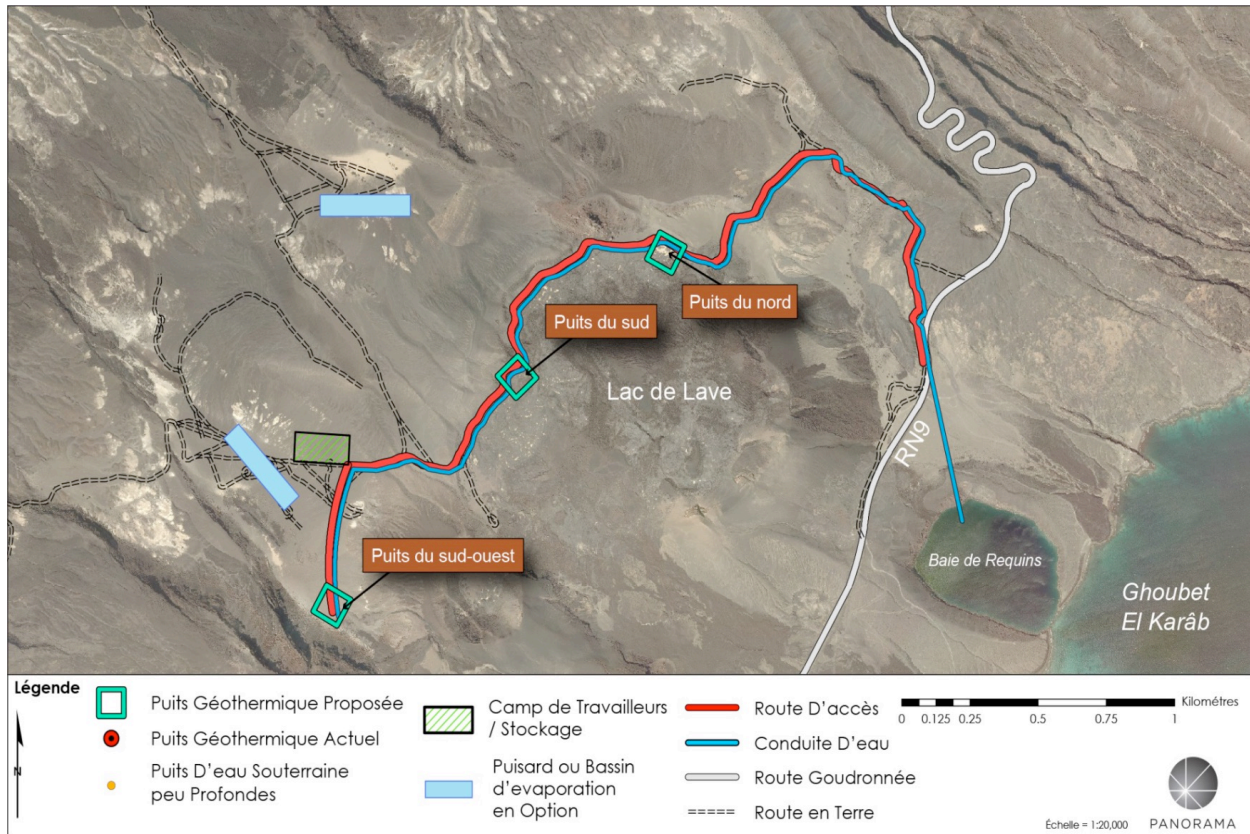
Le projet impliquerait les étapes principales et travaux suivants:

- **Pistes d'accès.** Réhabiliter les pistes d'accès existantes de Djibouti – l'autoroute de Tadjoura RN9 aux sites de forage et construire des pistes en gravier menant directement aux sites de forage en utilisant un matériau d'une carrière située à proximité du site du projet
- **Plateformes de forage.** Construire jusqu'à trois plateformes de forage, chacune avec une surface de 0,6 à 1 hectare, avec des réservoirs étanches ou des fosses de réserve ouvertes pour la décharge de boue et des fluides géothermiques générés pendant les essais de production.
- **Station de pompage d'eau de mer et pipelines.** L'approvisionnement en eau pour la boue de forage se fera à partir d'une station construite sur la baie de Ghoubet ; l'eau sera acheminée par des pipelines jusqu'aux sites de forage.
- **Camp des Travailleurs.** Un camp pour les travailleurs et les agents de sécurité avec un minimum de 20 travailleurs nationaux
- **Zone de stockage des matériaux et équipements.**
- **Forage des puits.** Construire et tester trois puits de petit diamètre et jusqu'à quatre puits d'exploration géothermiques
- **Test.** Test d'écoulement des eaux par des puits d'essai pour un à trois mois afin de déterminer le potentiel commercial

La carte 1 ci-dessous indique la localisation spatiale des différentes composantes du projet.

La Construction et les essais de puits devraient durer au total environ 13 mois.

Carte 1 : Localisation des composantes du projet



## 2.2. Principales composantes environnementales et sociales

La zone de Caldera-Fiale étudiée dans le cadre de la présente étude d'impact environnemental et social se situe à une distance de 120 km de Djibouti et 70 km de Tadjoura. Le site du projet est délimité par deux écosystèmes hydriques importants, le Lac Assal et le Golfe de Ghoubet (voir carte ci-après) et les villages de Daba le Gahar, Ardoukoba (Carrefour) et Laïta se situent dans la zone du projet.

### 2.2.1 Géologie

La République de Djibouti se trouve au point de rencontre de trois grandes plaques tectoniques (la plaque Africaine, plaque Arabe et la plaque est-africaine/somalienne), à l'emplacement où la Plaque arabe tend à se séparer de la Plaque africaine, mais reste attachée à celle-ci par la dépression de l'Afar comprenant le territoire de Djibouti. Cette grande dépression, qui se prolonge en Ethiopie et en Erythrée, est traversée par un système complexe de grandes cassures dont les plus actives se trouvent entre le bassin du Ghoubet-Kharab et le Lac Assal (le rift d'Assal). Le rift d'Assal, qui a été découvert dans les années 60, montre des structures tecto-magnétiques sillonnant les fonds des océans. Il s'agit d'une frontière de plaque active où l'on peut observer la naissance et suivre l'évolution d'un océan. Cette grande dépression, qui se prolonge en Ethiopie et en Erythrée, est traversée par un système complexe de grandes cassures dont les plus actives se trouvent entre le bassin du Ghoubet-Kharab et le Lac Assal (le rift d'Assal).

Dû à cette situation géologique, le gradient géothermique est particulièrement élevé dans la zone du rift d'Assal. Cela explique pourquoi cette zone a été choisie pour l'implémentation de projets d'énergie géothermique. La zone du rift d'Assal est dominée par des roches volcaniques très récentes.

Les manifestations les plus remarquables de l'activité volcanique récente et actuelle de la zone du rift d'Assal sont la présence de sources chaudes, de fumerolles, de divers cratères et du volcan Ardoukôba, né en novembre 1978. Dû à la situation tectonique particulière, la zone du rift d'Assal est une zone très active du point de vue sismique. Les séismes sont très fréquents, mais de très faible intensité (non perceptibles par l'homme en général). La région a notamment été touchée par une crise sismique en mars 1992 qui a traversé le Golfe de Tadjoura, avec un foyer du séisme localisé en mer à 2 km de la plage d'Arta et des secousses d'une magnitude supérieures à 4 sur l'échelle de Richter. Ces séismes n'ont pas provoqué de dégâts importants. On peut estimer à 16 ans  $\pm$  5 ans en moyenne la période d'occurrence d'une crise sismique comportant au moins une magnitude supérieure à 5 dans une région donnée. Une magnitude de 6 sur l'échelle de Richter est un maximum que l'on peut estimer pour le golfe de Tadjoura (Didier, 2001).

La zone de Caldeira-Fiale est partiellement couverte par le Lac de Lave qui est une anomalie géologique constituée de laves basaltiques récentes sur les sols. Une des caractéristiques particulières du site est la présence d'une végétation, notamment herbacée, qui se développe à la faveur des émanations de vapeur des fumerolles dans la caldeira et sa périphérie. Le nom Fialé en langue Afar fait référence à cette végétation. Celle-ci est généralement située le long de fissures ouvertes dans la direction du rift. La construction des pistes d'accès ainsi que des plateformes de forage pourront avoir un impact sur l'apparence du lac de lava.



### **2.2.2 Nature des sols**

Dans la zone du projet, les sols sont généralement peu développés avec une prédominance de roches volcaniques très récentes (roches basaltiques et rhyolithes). Seulement au niveau des oueds, on trouve quelquefois des lithosols.

### **2.2.3 Climatologie et ressources en eau**

La République de Djibouti, située dans la zone intertropicale entre 10° 55' et 12° 45' de latitude Nord, possède un climat de type tropical, aride ou semi-aride qui varie selon l'altitude (Monographie Nationale de la Diversité Biologique, 2000). L'humidité relative varie entre 40% et 90%, et la température moyenne de l'air varie entre 25°C en hiver et 35°C en été. Les précipitations annuelles sont normalement de 50 mm à 215 mm avec une moyenne de 130 mm, mais peuvent être très variables selon les années. Le climat, loin d'être uniforme sur tout le territoire, varie dans le temps et suivant les régions. Généralement, le climat des régions littorales est caractérisé par une saison fraîche (d'octobre à avril) et une saison chaude et sèche (de mai à septembre). Dû aux précipitations très faibles, la quantité des ressources en eau douce dans la zone du projet est très limitée.

Dans les régions littorales, où se trouve la zone du projet, les conditions climatiques sont rudes et inhospitalières. L'insuffisance des précipitations voire leur manque (sécheresse de 1980 et actuelle) et, par conséquent, la rareté de cours d'eau pérennes, exposent les ressources végétales et animales à de grands risques de dégradation. Ceci explique le fait que l'agriculture est peu développée et que la principale activité rurale reste le nomadisme pastoral. Les ressources en eau potable souterraine les plus proches du site sont localisées à Kussur-Kussur, à 10 km vers le Sud-Ouest, et sur le site où la RN9 recoupe l'oued As Dan'aou (à 5 km à vol d'oiseau vers le Nord-Est).

### **2.2.4 Ecosystèmes / Aires protégées**

A l'heure actuelle, Djibouti compte 7 aires protégées dont 4 terrestres (Forêts de Day et Mabla, Lac Abbé et Lac Assal) et 3 marines (îles de Musha et Maskali, Sept-Frères-Khor Angar-Godoria et Harramous). Toutes sont classifiées Aires Protégées par la loi Djiboutienne, mais ne correspondent pas directement aux catégories UICN. L'écosystème terrestre de la République de Djibouti est divisé en les régions montagneuses et les plaines, plateaux et dépressions. Ces terrains de basse altitude sont caractérisés par les steppes et les savanes herbeuses. La végétation est adaptée au climat sec, comme les acacias.

#### **Lac Assal**

Le lac Assal est un lac de cratère formé par la pénétration de l'eau de mer par les fissures extensives jalonnées de volcans est situé à 155 m au-dessous du niveau de la mer dans le Triangle Afar, ce qui en fait le point le plus bas d'Afrique. En raison d'une forte évaporation, le niveau de salinité de ses eaux est 10 fois supérieur à celui de la mer, ce qui en fait le lac le plus salé du monde après l'étang Don Juan. Ce lac a été de tout temps le centre d'intérêt des populations nomades de la région qui tirent leur principale subsistance d'une exploitation artisanale du sel en l'exportant par caravane vers l'Éthiopie, où il est utilisé dans l'industrie chimique (tanneries, engrais) et l'alimentation.

Le lac est une zone protégée en vertu de la loi n° 45 / AN / 04 / 5L du Plan d'action national pour l'environnement, 2000 et le gouvernement de Djibouti a lancé une proposition avec l'UNESCO pour déclarer la zone du lac Assal et le volcan Ardoukoba comme site du patrimoine mondial. Néanmoins, les

limites exactes des aires protégées et les mesures de gestion ne sont pas encore fixées bien qu'il soit prévu que le lac lui-même et ses berges salines (banquise de sel) soient protégés. La distance entre le site de forage et les berges du Lac Assal est d'environ 8 km. Le site des forages prévus se situe à proximité (max. 1 km) de la zone d'infiltration d'eau de mer du Ghoubet vers le Lac Assal.

### **Ghoubet-Kharab**

Le Ghoubet est une zone écologique sensible séparée du Golfe de Tadjoura par un étroit de 40 m de large et 40 m de profondeur. Dans le Ghoubet, la profondeur de la mer dépasse les 200 mètres. La salinité de l'eau de mer varie de 39,3 g/l à 125 m de profondeur au mois de novembre à 37,7 g/l en surface au mois de juin. Les températures de surface fluctuent entre 28°C et 30,5°C. Le Ghoubet est une potentielle Aire Marine Protégée selon les informations du MHUE.

### **Zone côtière**

Dans sa partie terrestre, la limite de la zone côtière Djiboutienne a été fixée à 15 km à partir du trait de côte. Le projet se trouve dans la zone côtière de la République de Djibouti. La distance entre le site de forage et le Ghoubet-Kharab est d'environ 2 km à vol d'oiseau, et de 5 km par la piste.

Le plan de Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) formule que l'un des enjeux majeurs est la promotion d'un développement économique soucieux de la préservation de l'environnement de la zone côtière dans les différents secteurs (les grandes infrastructures, les transports, l'industrie, l'agriculture et l'élevage, la pêche et le tourisme).

Dans le cas du projet, il est prévu la construction une station de pompage de l'eau de mer sur la zone côtière, au niveau du Golfe de Tadjoura.

### **2.2.5 Flore**

En général, la végétation de la région Assal-Ghoubet est caractérisée par une steppe herbeuse et (notamment dans les oueds) arbustive à *Dracaenae ombet*, *Acacias tortilis* et *mellifera* auxquels s'ajoutent quelques *Acacias asak* dans les zones plus humides. Le feuillage des acacias constitue la principale source alimentaire des troupeaux de caprins.

Le site aux alentours du site des forages prévus et autour du « Lac de Lave » est un terrain cahoteux, principalement recouvert de laves basaltiques avec peu de végétation en général.

Néanmoins, une des caractéristiques particulières du site est la présence d'une végétation, notamment herbacée, qui se développe à la faveur des émanations de vapeur des fumerolles dans la caldeira et sa périphérie. Le nom Fialé en langue Afar fait référence à cette végétation. Celle-ci est généralement située le long de fissures ouvertes dans la direction du rift. Dans un périmètre de plus de 1 km autour du Lac de Lave il n'existe aucun arbuste. Les herbacées répandues autour des failles sont également moins développées que dans les régions avoisinantes, leur intérêt pour le pâturage peu important, fait confirmé par la population locale.

### **2.2.6 Faune**

A cause de l'extrême salinité de l'eau du Lac Assal, la présence de faune se limite aux endroits de confluence des sources alimentant le Lac où l'eau est moins saline. La présence de petits poissons (*Cyprinodon* sp.) a été confirmée.

Le fond marin du golfe de Tadjourah et la baie du Ghoubet sont caractérisés par une grande richesse du patrimoine biologique et animale et une zone de reproduction pour la plupart des poissons pélagiques et récifaux de Djibouti (Monographie Nationale 2000). Bien que les coraux y soient relativement peu nombreux et peu développés, les espèces filtrantes, constituées de bernacles, d'éponges, de mollusques filtrants etc., sont très diverses. La zone compte plus de 454 espèces des poissons et 9 espèces de mammifères dont la majorité sont endémiques et appartiennent aux eaux des mers avoisinantes telles que le golfe d'Aden et de la mer d'Arabie et la mer rouge. On note aussi l'existence de 27 espèces de requins (requin marteau, requins baleine, requin nourrice, tigre de mer, requins bleus) ainsi que deux espèces de petite baleine, une espèce de raie géante et des orques, des dugongs et six espèces des dauphins endémiques de la mer rouge (dauphin long bec, dauphin à bosse, dauphins tachetés, dauphins indiens ont pu être observés dans la zone. Les eaux de ce golfe intérieur abritent aussi 4 espèces de tortues telles que les tortues de luth, tortue écaille, tortue Ridley, tortue vert qui émigrent habituellement vers fond nord-ouest du golfe pour la reproduction entre octobre à février, 13 espèces d'oiseaux marins et, parmi les mammifères marins, des dugongs et des dauphins (source : MHUE 2005). Le Dugong (Dugong dugong) et le requin-baleine (Rhincodon typus) figurent sur la liste rouge de l'Union Mondiale pour la Protection de la Nature (UICN) des espèces menacées.

Le Ghoubet est l'habitat de plusieurs espèces qui sont mentionnées dans le Décret n°2004-0065/PR/MHUE portant protection de la biodiversité, notamment du dugong, du dauphin, des tortues, des requins et des requins-baleines (Rhincodon typus) qui méritent une protection spéciale.

Comme le golfe de Tadjourah est issu de la confluence des eaux de deux mers (mer rouge et océan indien), on trouve donc la forte présence de 150 espèces de coraux avec des couleurs très diversifiées mais aussi d'autres créatures fauniques telles que les créacés, des mollusques, des langoustes, des crabes, 35 espèces de porcelaines et deux espèces de huîtres perlières comblent peu à peu la liste de l'inventaire des petites espèces molles du golfe.

La caldeira de Fialé (à proximité de la zone des forages prévus) est un terrain utilisé comme zone de pâturage par la population locale et par les troupeaux transhumants. En même temps, le site est traversé par la piste d'accès au volcan Ardoukoba et au Lac de Lave, qui sont des sites d'intérêt touristique. Dû au passage fréquent de touristes, les gazelles et autres mammifères se font rares dans la zone du projet. Toutefois, la présence de gazelles dans la zone a été confirmée.

### **2.2.7 Cadre humain et socio-économique**

Les données statistiques préliminaires du 2ème Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2009 estime la population Djiboutienne à 818.159 habitants et les projections de l'Organisation des Nations pour les Populations donnent pour 2016 une population de 942,333. La répartition spatiale de la population reste relativement équilibrée entre la région capitale de Djibouti-ville (58,10 %) et les régions de l'intérieur (41,90 %). Cette population est caractérisée par une disparité marquée entre les hommes et les femmes, en faveur de celles-ci en ce qui concerne la mortalité infantile, l'espérance de vie et le taux d'alphabétisme (Bureau des statistiques de Djibouti).

Jusqu'il y a peu de temps, la population rurale de Djibouti était une société pastorale de subsistance avec un mode de vie nomade et des liens étroits avec les pays voisins. Les Afars du Nord de Djibouti suivaient des routes de transhumance dans les zones Afar d'Erythrée et d'Ethiopie, tandis que les groupes Issas / Somalis menaient leurs cheptels dans la zone de Somalie. La plupart d'entre eux sont devenus sédentaires

depuis, mais les traditions de la société pastorale et de la transhumance à plus petite échelle continuent jusqu'à présent.

Les langues officielles sont le français et l'arabe alors que le somali et l'afar, appartenant au groupe couchitique, représentent les principales langues maternelles du pays. Au niveau national les deux groupes ethniques principaux du pays sont les Afars et les Issas, tous les deux de tradition nomade et de confession musulmane. Les régions d'Obock, de Tadjoura et de Dikhil sont les régions majoritairement habitées par le groupe des Afar, tandis que les régions d'Ali Sabieh, d'Arta et de Djibouti sont habitées par les Somalis en majorité appartenant au groupe des Issas.

L'organisation pastorale, modulée en fonction de l'état des ressources, se soucie avant tout de la survie du bétail. En période normale (de non-sécheresse), l'utilisation des parcours est strictement réglementée, afin de les gérer durablement. En temps de crise, afin de sauvegarder les troupeaux, l'espace est ouvert partout sans restriction, mais le cheptel des voisins n'est admis dans les concessions

Le groupe des Issas n'est pas présent dans la zone de projet. Par contre, c'est une zone d'activité traditionnelle pour les nomades Afars qui exploitent le sel du Lac Assal depuis des siècles. Les caravanes de dromadaires ont été le moyen de transport aux destinations soit dans les montagnes éthiopiennes soit au port djiboutien de Tadjoura.

Le projet se trouve dans la région de Tadjoura, à 79 km de la ville de Tadjoura et à 127 km de la capitale. La distance jusqu'à la frontière de la région d'Arta est de 7 km et de 25 km jusqu'au village de Karta (région d'Arta), où se trouve l'école la plus proche. La population la plus proche du site se trouve actuellement à Daba le Gahar (76 ménages), à l'ancien site du campement de l'entreprise yougoslave qui a construit la route RN 9 à environ 5 km du site prévu pour les forages. Le total de la population dans les villages Daba le Gahar, Laïta et Ardoukoba (dit Carrefour) est de 298 ménages de « sédentaires », quelques hommes pratiquant toujours l'exploitation de sel avec des caravanes. En plus de la population sédentaire, 248 ménages de « semi-nomades » (pratiquant la transhumance) vivent dans la zone. La population de la zone d'étude est de 546 ménages, dont les plus proches habitent à Daba le Gahar à 5 km des sites prévus pour les forages.

Les campements des ouvriers des forages et de l'exploitation géothermique constitueront un site exceptionnel de concentration de population dans la zone sachant que la zone d'Assal n'est pas connue comme un site d'habitat permanent, en raison des conditions climatiques extrêmes, du manque d'eau potable et de la rareté de la végétation. Il n'existe aucun service de base, ni infrastructure de base ni poste de santé, ni école.

Autrefois, la zone était uniquement une zone de transit périodique pour le passage des éleveurs transhumants du Nord vers le Sud ou du Sud vers le Nord entre deux saisons (saison fraîche et saison chaude) et il existait un grand nombre de caravanes partant de la banquise de sel du Lac Assal en direction de l'Ethiopie. En raison de l'arrêt du projet d'exploitation du sel, du déclin des options économiques et de la pauvreté prévalent, un nombre considérable de ménages est parti de la sous-préfecture. Dans la zone du projet, la population ne pratique pas la pêche, malgré une tradition lointaine (plus de 2000 ans) des populations locales à consommer des produits de la mer, ce qui est démontré par les trouvailles archéologiques.



Dans les environs du site de forage prévu et de la piste d'accès existante, il n'y a pas de signe d'habitation préhistorique selon les archéologues djiboutiens, les lieux d'importance archéologique dans la région se concentrant sur la côte du Ghoubet au Sud-Est de la zone d'étude où des outils préhistoriques lors des fouilles archéologiques conduites depuis 1930.

### **Education**

Il n'existe pas d'école dans la sous-préfecture d'Assal; les élèves des villages concernés vont à l'école la plus proche à Karta (15 km). 59 enfants sur 170 des communautés vont à l'école; il n'y a pas de transport scolaire, les enfants font l'aller-retour à pied.

### **Santé**

Il n'y a pas de données statistiques sur la situation de santé dans la région d'Assal. Le domaine de la santé publique n'est pas développé. Il n'existe pas de dispensaire / centre de santé dans la sous-préfecture d'Assal. Un service d'ambulance existe théoriquement dans la ville de Tadjoura, mais en raison de la grande distance il est cher et de facto non disponible.

### **Electricité**

Il n'y a de l'électricité dans les villages que quand il y a du gasoil pour un générateur qui existe (au moins pour quelques ménages). Le projet des lignes d'interconnexion à partir de la future centrale géothermique n'améliorera la situation dans les villages que si une ligne de basse tension pour dans les villages que si une ligne de basse tension pour l'électricité rurale est construite.

---

## **3. Principaux impacts environnementaux et sociaux**

### **3.1 Impacts positifs**

#### **3.1.1. Recrutement de la main-d'œuvre locale**

Il sera nécessaire d'embaucher de la main-d'œuvre locale pour le projet. La main-d'œuvre qualifiée viendra sûrement de la capitale et de l'étranger, tandis que la population locale aura l'opportunité d'être embauchée pour les travaux manuels (main-d'œuvre non qualifiée). Les personnes qui habitent à proximité du site du projet devront être embauchées en priorité. L'impact positif du recrutement de main-d'œuvre concernera relativement peu de personnes et ne sera qu'à court terme. Le besoin de main-d'œuvre non qualifiée est estimé à 10-20 personnes pour la construction de la route d'accès pour une durée estimée à un mois, de 2-4 personnes (surveillance du site, gardes de nuit) pendant une période d'environ 6 mois et d'une cinquantaine de personnes sur le chantier des forages. Parmi celles-ci, une vingtaine pourrait être recrutées localement (gardiennage, ouvriers, femmes de ménage, cuisine...). Le chiffre est à préciser lors de l'étude technique du projet.

Le camp des travailleurs spécifique à la phase de forage est en cours de construction, il est constitué de containers transformés qui constituent des logements temporaires qui pourront être facilement démontés à la fin du projet.

#### **3.1.2. Equité genre**

La situation des femmes de la population locale ne sera pas détériorée par le projet. Un impact positif peut être produit par la création d'emplois locaux et les mesures d'accompagnement socio-économiques.

Lors des consultations, les femmes ont demandé à être employées au même titre que les hommes et de recevoir les mêmes salaires. Dans le cadre de la mise en œuvre du PGES, des groupements de femmes et de jeunes ont été identifiés et ont été préparés pour un possible micro-financement à travers des fonds de « prêt rotatif » (revolving fund) pour des activités qu'eux-mêmes ont identifiées.

### **3.2 Impacts négatifs**

#### **3.2.1. Impacts potentiels sur les écosystèmes avoisinants**

Le projet géothermique ne se situe ni directement dans la zone du Lac Assal ni sur la banquise de sel et n'aura donc pas d'impact direct sur l'aire protégée du Lac Assal dans son extension actuelle. Toutefois, le projet de forage géothermique pourra indirectement affecter les eaux du Lac Assal par gravité.

En effet les boues de forage et les fluides géothermiques générés pendant la phase d'essai seront déversés dans des fosses de réserve aménagés sur les trois plateformes de forage construits. Ces boues et fluides pourraient potentiellement atteindre le lac par voie superficielle ou par les failles de faible profondeur. Compte tenu de la probabilité que ces fluides contiennent des quantités de métaux lourds (ou d'autres substances dangereuses) supérieures à l'eau réceptrice du Lac Assal, il est impératif d'assurer que ni ces fluides ni d'autres déchets ou substances dangereuses n'atteignent le Lac Assal.

L'analyse en laboratoire des fluides et boues devra être opérationnel avant le démarrage des forages afin d'identifier celles qui sont potentiellement dangereuses. Il est essentiel que des mesures soient mise en place pour une action rapide d'évacuation des boues hautement contaminées vers des sites appropriés, si elles sont identifiées et si leur volume est conséquent. Sans quoi le projet de forage pourrait conduire à un impact négatif irréversible sur les écosystèmes sensibles du Lac Assal ou du Ghoubet el Kharab et la zone côtière.

#### **3.2.2. Impacts de la construction et opération des infrastructures liées au projet**

Les travaux préparatoires des chantiers comprennent divers travaux de génie civil, notamment:

- la construction des pistes d'accès en gravier: la route d'accès aura une longueur de 4.800 m environ.
- l'aménagement de trois plateformes de forage: ces plateformes de forage sont formées chacune d'un espace ouvert de l'ordre de 10.000 m<sup>2</sup> recouvert de gravier et d'un fossé de réserve d'environ 100 m<sup>3</sup>.
- l'aménagement d'une aire de stockage des matériaux et équipements sous la forme d'un espace ouvert de l'ordre de 10.000 m<sup>2</sup> recouvert de gravier.
- l'aménagement du camp des travailleurs constitués d'un espace ouvert sur lequel des containers seront posés ainsi que les autres facilités telles que l'eau et les groupes électrogènes.

La construction de ces infrastructures achevés ou en cours d'achèvement s'est déroulée sans impacts socio-économiques ou environnementaux majeurs. Une carrière existante de graviers située à environ 300 m du site a été exploitée avec un impact classifié comme moyen. Les impacts sur la qualité de l'air et le niveau sonore ont été temporaires.

### **3.2.3. Circulation routière**

Actuellement, la zone du Lac de Lave est fréquentée par des touristes et des techniciens qui maintiennent la station sismique. On estime que le nombre par jour ne dépasse pas dix véhicules. La phase d'exploration entraînera une certaine augmentation de la circulation routière qui se limitera à la route d'accès vers le chantier. On estime que la circulation augmente par le facteur 3-5 pendant la phase des travaux, soit 30 à 50 véhicules par jour. Considérant la faiblesse de l'impact sur l'environnement, aucune mesure de mitigation n'est prévue dans ce domaine. Au cas où il s'avérerait nécessaire de réduire la génération de poussière ou le bruit, une limite de la vitesse pour la piste d'accès pourra être imposée.

### **3.2.4. Impacts sur les ressources en eau**

Concernant l'alimentation en eau pour les besoins des travailleurs, La demande en eau potable du camp des ouvriers est d'environ 5 m<sup>3</sup>/jour (hypothèse : 50 travailleurs, consommation de 100 l par jour et personne). Pour l'alimentation en eau potable du camp des travailleurs à Daba le Gaharil est prévu d'apporter l'eau par camion-citerne et l'impact est considéré comme négligeable (augmentation très faible de la circulation : un camion tous les 3 jours).

- l'eau pour l'alimentation des forages par eau de mer : afin d'assurer l'alimentation des forages et la production de la boue de forage, le gouvernement de Djibouti a lancé la construction d'une station de pompage de l'eau de mer sur la zone côtière qui aura une capacité de 200 m<sup>3</sup>/heure, le volume d'eau nécessaire lors du forage peut atteindre 25 m<sup>3</sup>/h, soit 6.000 m<sup>3</sup>/j. La station de pompage comportera un pompe de refoulement et le système d'entrée d'eau sera conçu pour réduire les chocs au les poissons et les organismes aquatiques. Les volumes d'eau bien que importants n'auront pas d'impact durable sur la ressource en eau.

Une conduite d'eau sera installée depuis la station de pompage de l'eau de mer vers les plateformes de forage. Même si ces installations nécessaires sont temporaires, elles auront un impact conséquent sur la circulation des animaux et des personnes et sur le paysage et les risques de dégradation des sols en cas de fuite des canalisations devront être limitées par un contrôle régulier de l'état des conduites.

### **3.2.5. Nuisances auditives liées aux travaux de forage et essais de production**

Un impact significatif produit par les travaux de forage et les essais de production consiste à augmenter le niveau sonore. Cette augmentation est provoquée par la machine de forage et les puits géothermiques de soufflage. Le bruit provenant du forage est d'environ 75 dB(A) à une distance de 25 m de la source et chute à 30 dB(A) à des distances de 400 m. En cas de succès d'un forage, le bruit provenant des puits de déchargement peut atteindre 100 dB(A) ou plus. Un silencieux sera mis en place pour réduire le bruit du forage en production. Vu qu'il n'y a pas de zones habitées à proximité du site, l'impact sur la population est nul mais le bruit aura une certaine influence sur la faune. A proximité du forage, le bruit dépasse la valeur limite de la Banque Mondiale s'élevant à 85 dB(A) pour des installations d'industrie lourde. Par conséquent, les ouvriers sur site devront porter l'équipement de protection correspondant. Pendant la phase d'essai, un séparateur permettra d'évacuer la vapeur dans l'atmosphère et l'eau résiduelle dans le bac prévu à cet effet. Un silencieux sera mis en place pour réduire le bruit du forage en production.

### **3.2.6. Risques de pollution aux huiles de vidange et carburant**

Un autre impact potentiel est lié à l'utilisation des machines diverses qui consomment des carburants, tels que par exemple les machines de forage ou les générateurs. Dans ce cas, il existe toujours le risque d'une contamination accidentelle par les carburants, les huiles ou d'autres liquides. La quantité totale des carburants utilisés pendant toute la durée des travaux est estimée à 500.000 l. Cependant une citerne et une pompe à carburant ont été installées et limitent les risques de déversement de carburant.

L'impact est classifié comme temporaire et faible et peut être considéré comme nul si l'entrepreneur n'utilise qu'un équipement en bon état et effectue une maintenance adéquate. Au total, l'impact sur l'environnement des travaux de forage et des essais est classifié comme faible et se limite à la durée du projet.

### **3.2.7. Emissions atmosphériques**

Les émissions des centrales géothermiques sont généralement négligeables par rapport à celles des centrales électriques alimentées par des combustibles fossiles. Des émissions peuvent se produire pendant le forage et les essais. Les teneurs en gaz des fluides du forage Assal 3 sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), avec des traces de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) et de méthane (CH<sub>4</sub>). Les concentrations à attendre selon l'expérience des forages Assal 3 et 6 sont très probablement infimes, et le gaz venant des forages se dispersera et se diluera à cause du vent dominant fort de la région d'Assal. Néanmoins, le sulfure d'hydrogène est plus lourd que l'air, ce qui peut théoriquement amener à des accumulations, notamment dans des ouvrages fermés (bâtiments etc.). Pour cette raison, le paramètre H<sub>2</sub>S sera à surveiller et, le cas échéant, il faudra prendre en considération des mesures de sécurité pour les ouvriers.

### **3.2.8. Génération de fluides, boues et débris géothermiques**

D'importantes quantités de fluides géothermiques seront générées qui devront alors être évacuées d'une façon adéquate. La quantité totale produite pendant la phase d'essai de 90 jours a été estimée entre 43.200 et 108.000 t par puits d'essai. Les résultats des analyses des fluides géothermiques provenant du réservoir géothermal profond des forages A3 et A6 (Aquater, 1989) montrent une très forte salinité avec des teneurs significatives en métaux lourds. Par analogie avec ces résultats des campagnes antérieures, il paraît fortement probable que les fluides géothermiques des nouveaux forages contiennent des métaux lourds (plomb, zinc, cuivre...) en quantités qui ne sont très probablement pas conformes à la qualité des éventuels milieux récepteurs. Chaque plateforme comporte un fossé de réserve pouvant recevoir plus de 100 m<sup>3</sup> de fluides, boues et débris issus des activités de forage.

### **3.2.9. Génération de déchets ménagers et d'eaux usées**

Des déchets ménagers et des eaux usées seront générés sur le site de forage pendant la phase des travaux. Compte tenu du nombre de personnes qui travailleront sur le site (environ 50 personnes), la quantité de déchets ménagers attendue est estimée à 0,25t par jour et celle des eaux usées à 5 m<sup>3</sup> par jour.

## **3.3 Risques environnementaux associés au projet**

### **3.3.1. Eruptions des puits**

Des éruptions de puits peuvent survenir pendant le forage des puits, ce qui peut occasionner des émissions de fluides de forage et de fluides géothermiques. Les fluides de forage remontant peuvent atteindre des hautes températures avec risque de brûlure pour les ouvriers. Le risque d'une éruption

phréatique ou volcanique induite est faible, mais l'impact sur le personnel est potentiellement fort et des mesures d'atténuation sont à prévoir.

### **3.3.2. Déversements accidentelles de fluides**

Des ruptures de conduites peuvent survenir pendant le forage des puits ou l'essai et des déversements depuis les fossés de réserve peuvent survenir et occasionner des déversements de fluides géothermiques et d'hydrogène sulfuré. L'impact potentiel d'un tel déversement pour le personnel et l'environnement est considéré élevé et des mesures de mitigation sont à prévoir.

### **3.3.3. Incidents sismiques et volcaniques**

Vu que le projet est localisée dans une zone qui connait de fortes activités sismiques et volcaniques, il existe un certain risque d'incidents sismiques (tremblements de terre) ou volcaniques. Les conséquences d'un tel incident sont potentiellement catastrophiques pour le personnel et la population avoisinante.

## **3.4 Impacts socio-économiques**

### **3.4.1. Restreinte potentielle d'accès à une partie de corridor de transhumance**

Une partie du corridor de transhumance traditionnel des Afars traverse la zone prévue pour les forages et ils l'utilisent au moins deux fois par an, souvent 3 à 4 fois, selon l'abondance des pluies qui sont devenues irrégulières au cours des dernières années. La longueur du corridor dans la zone de forage potentiellement affectée est d'environ 2-3 km, partant de la station sismique jusqu'à la grande faille derrière l'ancien site de forage Assal 5. Par ailleurs le tracé des conduites d'eau de mer n'est pas encore défini mais risque d'interférer avec le corridor de transhumance. Un passage alternatif a été identifié avec les communautés et les autorités locales et il devra être balisé et des mécanismes de communication mis en place.

### **3.4.2. Impacts visuels sur le paysage**

Les installations de forage et les conduites d'acheminement d'eau de mer vers les sites de forage par adductions généreront un impact visuel important dans la zone.

### **3.4.3. Risques de dissémination des MST/VIH SIDA**

Les camps des travailleurs sont souvent une source potentielle d'impacts négatifs sur les femmes locales: harcèlement sexuel, prostitution et maladies sexuellement transmises (SIDA, etc.). Les femmes se trouvent souvent dans une situation de vulnérabilité face aux travailleurs qui vivent sans famille dans les camps, et elles doivent être protégées contre toute forme d'abus. Dans le cadre du projet de forage, avec un nombre réduit de travailleurs, la courte durée des activités de construction et l'embauche de main-d'œuvre locale, cet impact est évalué comme faible.

Un programme de sensibilisation sur les maladies sexuellement transmises sera effectué par une ONG locale à déterminer en coopération avec le Ministère de Promotion des Femmes / ADDS.

### **3.4.4. Pas de déplacement de population**

Le site de forage prévu est un lieu non-habité, les maisons et campements les plus proches se trouvant à une distance de 5 km. Le site de forage se situe sur un terrain qui appartient à l'Etat. Par conséquent, il ne sera pas nécessaire d'acquérir des terrains pour le site de forage en phase d'exploration. Pour les activités

de forage prévus, il n'y a pas de nécessité de réinstaller des populations, ni pour la construction de la route d'accès, ni pour le camp des travailleurs. S'agissant d'un lieu peu propice à l'habitation, il est improbable que des gens locaux s'installent près du site prévu pour le forage et doivent être réinstallés et indemnisés. Les représentants des différents villages et groupes sociaux ont été informés de la situation du projet lors de la consultation.

### **3.5 Impacts cumulatifs sur les aires protégées et la zone côtière**

Le projet de SaltInvest a créé un impact environnemental considérable dans la zone du Lac Assal et le bord de mer du Ghoubet par l'exploitation du sel dans une aire protégée (banquise de sel) ; l'aménagement d'un site de stockage de sel sur une plage du Ghoubet (aire marine protégée potentielle), et la construction d'un port dans le Ghoubet pour l'acheminement du sel par voie maritime.

L'impact additionnel exercé par le projet de forage géothermique paraît faible, à condition que les mesures de mitigation soient effectivement mises en place.

---

## **4. Programme de bonification et d'atténuation**

### **4.1 Mesures spécifiques à l'aménagement des infrastructures liées aux forages**

Concernant le renforcement de la route d'accès, les mesures d'atténuation suivantes sont à envisager :

- concevoir le tracé de la route de façon à limiter à un strict minimum les impacts sur le paysage et les manifestations géologiques,
- minimiser les travaux de terrassement afin de protéger la géologie, les sols, la topographie, le paysage et la végétation,
- prendre les mesures de prévention d'érosion appropriées et éviter les zones de végétation,
- si possible, suivre le tracé de la piste existante. Seulement aux endroits où la piste actuelle passe sur le Lac de Lave, il est à envisager de changer le tracé et d'éviter la zone de lave,
- Les tracés de la piste actuelle qui ont été remplacés doivent être fermés,

Avant et lors de l'exploitation de la carrière, les mesures de mitigation suivantes sont à prendre :

- Etablissement d'un plan général de sécurité et de santé (PGSS) pour l'exploitation de la carrière,
- Choix des équipements et techniques d'extraction adéquats afin de minimiser les impacts sur le niveau sonore et la qualité de l'air ainsi que pour réduire le risque d'accidents,
- Régularisation de l'accès des camions de la carrière à la route nationale (panneaux, limitations de vitesse, etc.)
- Assurer le transport et stockage adéquats des explosifs
- Après la fin des travaux assurer la remise en état du site de la carrière
- Assurer le port par les travailleurs, d'équipements de protection personnelle adéquats de protection contre le bruit, la poussière et toute autre nuisance

### **4.2 Mesures spécifiques au pompage des eaux de mer**

Le système d'entrée d'eau sera conçu pour réduire les chocs aux poissons et les organismes aquatiques localisés suffisamment en mer pour éviter l'amplitude des marées, et à une profondeur où une densité plus faible de poissons est anticipée. Le système sera constitué d'une pompe à refoulement et comporter des barrières et filtres aquatiques afin de réduire l'empiètement et l'aspiration de poissons et de

coquillages/crustacés par la pompe et permettre le mouvement non entravé des poissons et d'autres organismes aquatique.

La prise d'alimentation en eau doit être marquée d'une bouée et d'une signalisation avertissant des nageurs ou plongeurs dans la zone pour éviter les accidents. La structure d'entrée d'eau sera conçue pour et de empêcher des effets négatifs sur la qualité de l'eau.

Les conduites d'eau seront installées depuis la station de pompage jusqu'aux plateformes de forage. Bien que ces structures soient temporaires, elles auront un impact qualifié de moyen si elles traversent un corridor de transhumance et modifient le paysage. Les risques de d'érosion des sols par écoulement devront être limités par un contrôle régulier de l'état des conduites.

### **4.3 Mesures spécifiques aux opérations des forages**

#### **4.3.1 Gestion de fluides de forage**

Toutes les méthodes de forage travaillent avec des fluides de forage, qui ont pour principale fonction d'assurer :

- l'évacuation des débris de forage,
- le refroidissement de l'outil trépan,
- le soutènement des parois de forage,
- le contrôle de pertes de fluide dans les formations perméables,
- le contrôle de venues d'eau dans le cas de nappes artésiennes.

Le type de fluide (mousse ou boue) à appliquer à Fiale sera déterminé lors des études d'ingénierie de l'entrepreneur forage. Ces études détermineront également la composition chimique précise et le volume requis. Les boues retournant du forage sont refroidies, tamisées, partiellement recyclées et les déblais sont renvoyés dans le bac prévu à cet effet avec une partie résiduelle de boues. La partie solide se dépose au fond du bac par décantation et l'eau claire en surface peut être recyclée ou évacuée.

Les mesures de mitigation pour la gestion des fluides de forage comprennent ce qui suit :

- Réutilisation des fluides de forage, dans la mesure du possible,
- Utilisation de préférence des produits biodégradables pour la fabrication de la boue de forage,
- La qualité des liquides rejetés est à contrôler régulièrement,
- Au cas où l'on appliquerait de la mousse, des mesures particulières sont à envisager pour la protection contre le vent,
- La désinstallation des installations de traitement de la boue de forage ainsi que des conduites pour l'amenée d'eau et/ou le rejet des fluides de forage après achèvement des travaux.

#### **4.3.2 Gestion de fluides géothermiques**

Par analogie avec ces résultats des campagnes antérieures, il paraît fortement probable que les fluides géothermiques des nouveaux forages contiennent des métaux lourds (plomb, zinc, cuivre...) en quantités qui ne sont très probablement pas conformes à la qualité des éventuels milieux récepteurs. Il est évident que le rejet incontrôlé de ces fluides aurait un impact significatif sur l'environnement, notamment sur les ressources en eau et les écosystèmes. Particulièrement le plomb, hautement toxique pour les poissons et les autres organismes aquatiques. Pour cette raison, il est nécessaire de traiter les fluides géothermiques.

Les fluides issus des forages seront déversés dans les fossés de réserve aménagés sur chaque plateforme. Les liquides seront progressivement éliminés par évaporation et infiltration dans les sols sachant que Il n'y a pas d'usage bénéfique de l'aquifère d'eau de mer peu profonde et il est vraisemblable que cet aquifère est lié hydrologiquement à l'aquifère géothermique sachant que l'eau de mer peu profonde (à environ 250 mètres) trouvé sous le site mesure environ 100 degrés Celsius ce qui indique un lien hydrologique à l'aquifère géothermique.

Les boues et les débris géothermiques sont potentiellement dangereux et sont issus des différentes activités liées au programme de forage à savoir :

- **les déblais et les boues** provenant du traitement de la boue de forage, estimés à 6.000 t soit 2.4 m<sup>3</sup> pour les 3 forages,
- **les précipités des minéraux produits lors des essais de production** : Les précipités de sulfure, de silicate, de carbonate ou autre sont généralement collectés sur les tours de refroidissement et les séparateurs de vapeur. Ces précipités peuvent être classés dangereux, selon leur concentration en composés de chlorures, métaux lourds et autres, et leur potentiel de lixiviation. Au niveau du forage Assal 3, où un essai d'entartrage a été réalisé en 1990 (Virkir-Orkint, 1990), les précipités produits ont contenu des quantités significatives de galène (PbS) et de sphalérite (ZnS). La quantité des précipités à attendre est difficile à estimer. L'expérience de l'essai réalisé dans le forage Assal 3 montre que la quantité peut être de l'ordre de quelques tonnes par forage.
- **les résidus du traitement**, si l'on opte pour le traitement des fluides géothermiques et/ou les fluides de forage : Le volume de résidus à attendre est de l'ordre de 300 tonnes. Les principaux polluants à attendre dans la boue provenant de la station de traitement sont les métaux lourds, qui sont écotoxiques

L'entrepreneur forage devra préparer un Plan d'Entreposage, Elimination et Confinement des Matières Dangereuses avant le début des travaux de forage. Le traitement des déchets comprend notamment la déshydratation des boues. Si l'on part de l'hypothèse que les déchets contiennent des métaux lourds sous forme de sulfure ou d'hydroxyde comme principale composante dangereuse, les déchets ainsi stabilisés peuvent être mis en décharge dans une installation de déchets ménagers, à condition qu'ils soient protégés contre les eaux de pluie. Vu les faibles précipitations à Djibouti, le risque de mobilisation des métaux lourds est généralement considéré comme faible.

La décision concernant la destination finale des déchets dangereux doit être prise par les autorités Djiboutiennes. Les principales options sont la mise en décharge ou l'exportation. Vu qu'une décharge contrôlée n'existe pas à Djibouti à ce jour, l'exportation des petites quantités de déchets potentiellement dangereux est probablement l'option préférée.

Les mesures d'atténuation des impacts sont les suivants :

- Les fluides géothermiques seront régulièrement testés afin de définir la qualité de l'eau dans l'aquifère géothermique et identifier la présence des éléments radiologiques tels que le Radium 226/228 (combiné), Alpha brut (ajusté) et Uranium.
- Si les échantillons dépassent les normes de la toxicité, les boues et les débris géothermiques seront enlevés du chantier et transportés vers une unité de traitement qui accepte les déchets dangereux. Cette unité devrait être identifiée par les autorités nationale avant que les forages ne démarrent afin d'évacuer rapidement ces déchets dangereux.



- Tous les puits d'infiltration qui contiennent des déblais de forage ou qui revêtent le périmètre en aval des puits d'infiltration avec des bottes de foin ou un équivalent pour empêcher le transport hors site par le vent.
- Les travailleurs seront informés des résultats de qualité de l'eau et les risques potentiels pour la santé associés aux niveaux des constituants dans le fluide. La décharge doit être gérée pour minimiser l'exposition des travailleurs.
- les installations temporaires de traitement ainsi que les conduites pour le rejet des fluides géothermiques produits lors des tests sont à désinstaller après l'achèvement des travaux.

Les produits dangereux tels que les huiles, les carburants et les fluides hydrauliques doivent être gérés et stockés pour éviter toute contamination de l'eau ou du sol. Les travailleurs doivent être formés pour surveiller les déversements ou les fuites de matières dangereuses et mettre en œuvre des procédures de confinement et de nettoyage, le cas échéant.

#### **4.3.3 Gestion de déchets solides et eaux usées**

Des déchets ménagers et des eaux usées seront générés sur le site de forage pendant la phase des travaux. La quantité de déchets ménagers attendue est estimée à 0,25t par jour et celle des eaux usées à 5 m<sup>3</sup> par jour. Les mesures de protection contre les risques de contamination des eaux et des sols sont les suivants:

- la collecte des déchets sur site et leur transport vers une décharge reconnue.
- Des latrines sont disponibles sur le site pour les travailleurs masculins et féminins et sont maintenues propres et répondent aux exigences de Djibouti pour l'évacuation des eaux usées.

#### **4.3.4 Gestion des risques de santé et sécurité liés au chantier**

En plus des accidents à caractère exceptionnel (rupture de conduites, éruptions des puits, éruptions volcaniques, tremblement de terre, etc.), les problèmes de santé et de sécurité spécifiques aux projets géothermiques peuvent avoir trait à l'exposition des travailleurs aux gaz provenant du réservoir géothermique, à la chaleur, et au bruit.

Après l'élaboration de l'étude technique et le choix des méthodes de forage par le Consultant forage, un Plan Général de Santé-Sécurité (PGSS) doit être élaboré par le consultant forage avant démarrage des travaux.

Le PGSS a pour fonction de mettre en évidence les risques généraux liés au chantier. Il comprend une analyse détaillée des risques et définit les mesures de sécurité et de santé, y compris les aspects liés aux appareils de forage, aux entreprises extérieures, aux équipements de travail, aux équipements de protection individuelle, au bruit, aux explosifs, aux véhicules, au travail et à la circulation en hauteur, à l'amiante, aux rayonnements ionisants, à l'électricité, à la protection contre la corrosion, à la protection contre les explosions, aux moyens d'évacuation et de sauvetage, aux exercices de sécurité, au programme de forage, à l'installation et au démontage, aux cuvelages et à la sécurité générale du site.

#### **Exposition aux gaz**

Concernant le risque d'exposition à des concentrations dangereuses de sulfure d'hydrogène, il est nécessaire d'envisager les mesures suivantes:

- L'installation d'un système continu de surveillance et d'alerte. Au cas où la concentration en H<sub>2</sub>S dépasserait la valeur guide de l'OMS de 10 ppm, les travaux de forage ou l'essai sont à arrêter.
- L'élaboration d'un plan d'intervention d'urgence en cas d'émission accidentelle de sulfure d'hydrogène couvrant tous les aspects nécessaires, de l'évacuation à la reprise des opérations normales.
- Dans les zones présentant un risque élevé d'exposition, installation de détecteurs de sulfure d'hydrogène ou distribution de détecteurs personnels ainsi que mise en place d'appareils respiratoires autonomes.
- Le cas échéant, mise en place de dispositifs de ventilation adéquats dans les installations afin d'éviter les accumulations de sulfure d'hydrogène.
- La distribution aux ouvriers d'une fiche ou de tout autre moyen d'information sur la composition chimique des phases liquides et gazeuses expliquant les risques potentiels pour la santé et la sécurité.

### **Exposition à la chaleur**

Des expositions accidentelles à la chaleur peuvent survenir en cours de forage lors des éruptions de puits et de dysfonctionnements des dispositifs de confinement et de transport de la vapeur. Les recommandations par rapport à la prévention de l'exposition à la chaleur comprennent les mesures suivantes:

- réduction du temps de travail dans les milieux à température élevée et accès à des points d'eau potable,
- mise en place de surfaces de protection dans les endroits où les ouvriers travaillent à proximité d'équipements chauds, notamment de conduites,
- utilisation d'équipements de protection individuelle adaptés, en particulier gants et chaussures isolés,
- application des procédures de sécurité appropriées durant les travaux de forage.

### **Exposition au bruit**

Le bruit est principalement causé par les travaux de forage des puits et les expulsions de vapeur. Le niveau de bruit peut temporairement dépasser les 100 dB(A) pendant certaines opérations de forage et d'expulsion de vapeur. Les ouvriers travaillant dans la zone du forage doivent utiliser un équipement de protection individuelle comme des casques anti-bruit si le niveau sonore dépasse les 85 dB(A).

### **Eruption de puits**

Le Consultant forage doit couvrir ces risques dans son plan d'intervention d'urgence. Ce plan doit préciser les mesures suivantes :

- la définition des mesures de contrôle d'une éruption : utilisation du bloc obturateur de puits, stockage de matériel pour éteindre l'éruption (eau, baryte),
- la définition des mesures de sécurité personnelle,
- la définition d'autres mesures d'urgence,
- Le personnel travaillant sur le site de forage doit être formé sur les mesures à prendre.

### **Eruptions volcaniques et tremblements de terre**

Les mesures de mitigation suivantes doivent être prises :

- établissement d'un plan d'évacuation,
- mise au point de mesures d'urgence,
- formation du personnel relatif aux risques et aux mesures à prendre.

Le PGSS doit être intégré au Dossier d'Appel d'Offres pour l'entrepreneur forage.

### **Abandon temporaire**

En cas d'abandon temporaire du site, les mesures suivantes doivent être envisagées :

- la mise en place d'un obturateur de sécurité pour diminuer le risque d'éruptions,
- la surveillance régulière du puits temporairement abandonné,
- l'installation d'une clôture autour du forage pour empêcher l'accès non autorisé de personnes ou d'animaux.

L'abandon temporaire ne peut être réalisé que dans la mesure où les fossés de réserve sont dans un état correct avec les niveaux perméables correctement isolés. La durée de l'abandon temporaire doit être convenue avec les autorités compétentes.

### **Abandon définitif**

Au cas où un puits serait avéré improductif ou que le risque d'une éruption serait trop important, le puits géothermique doit être abandonné définitivement. Les produits destinés à l'isolation des niveaux perméables doivent, une fois la complétion enlevée, occuper la totalité de la section initialement forée du puits. Après l'achèvement de la fermeture du puits, un dossier de fermeture doit être établi par le Consultant forage, décrivant de façon complète et précise l'état du puits ainsi que tous les détails du procédé de fermeture. Après achèvement des travaux, le site de forage doit être remis en état.

## **4.4 Mesures socio-économiques**

### **4.4.1. Compensation pour la restriction de l'accès aux zones de transhumance et la piste touristique**

Une nouvelle piste a été aménagée suivant les recommandations par la population locale, contournant les infrastructures de forage en place. Par ailleurs, le passage des cheptels transhumants vers le site de Fialé, vers le Lac de Lave et le Volcan Ardoukoba sont restés ouverts. La mise en place des canalisations d'alimentation en eau de mer nécessitera la recherche d'une piste alternative similaire.

Des systèmes de signalisation de la nouvelle piste et des infrastructures en place est nécessaire et de panneaux d'explication et d'information devront être installés et un plan détaillé des lieux des activités devra être affiché avant le début des activités de forage.

Par ailleurs les plateformes et zone d'entreposage devront être sécurisés avec des clôtures afin d'éviter tout risque d'accident, vol et d'interaction avec les pasteurs et leur cheptel.

Le PGES spécifique de l'entrepreneur forage doit préciser les mesures de mitigation, si nécessaires.

### **4.4.2. Mise en place d'une procédure de « découverte fortuite » des monuments culturels**

Il n'y a pas de sites historiques ou monuments culturels dans la zone du projet (route d'accès, zone de forage). Toutefois, lors d'un changement éventuel du tracé actuel de la route d'accès, lors du choix de la carrière etc., une procédure de « découverte fortuite » (chance finds) est suggérée. Une inspection des sites prévus par un expert en archéologie du CERD avant le début des travaux de construction devra être faite. Dans le cas d'une découverte fortuite pendant les travaux, les travaux doivent être interrompus et un expert archéologique doit être appelé.

#### **4.4.3. Initiatives complémentaires**

Dans le cadre du projet de forage, l'UGP travaillera avec une ONG locale en faveur de l'organisation des femmes et des jeunes:

- Soutien pour les associations des femmes et des jeunes, incluant le récépissé de l'enregistrement de l'organisation auprès du Ministère de l'Intérieur. Parties prenantes responsables : MI, ADDS, UNFD. Pas de coût.
- Organiser une formation pour les associations des femmes et des jeunes en matière de développement d'activités génératrices de revenu effectuée par une ONG. 15 jours, 2 facilitateurs, 7.500 USD.
- Programme de sensibilisation des ouvriers sur les maladies sexuellement transmises, effectué par une ONG (5 jours, 3 facilitateurs = 6.000 USD, matériel et frais de transport inclus), à spécifier lors de l'établissement du PGES spécifique (changements en fonction du nombre de travailleurs).

Un fonds de « tontine » (revolving fund) pour les associations des femmes et des jeunes constituera un soutien considérable pour les communautés locales dans la zone du projet. Un encadrement de l'association des femmes pour la production de produits artisanaux et des jeunes hommes dans les activités de pêche ont été identifiés comme pouvant générer un impact socio-économique conséquent. L'UGP accompagnera le programme avec des formations en « business planning » et gestion des remboursements à l'association. La suggestion pour la dotation de ce fonds est de 2.666.000 DJF/ an (15.000 USD).

---

## **5. Programme de suivi**

### **5.1. Phase de planification (avant travaux) :**

- L'UGP doit s'assurer que la solution technique proposée par le consultant forage est conforme aux standards environnementaux et sociaux. Un PGES détaillé, un PGSS, un PIU et un Plan de Gestion des Déchets Solides doivent être élaborés et validés.
- Démarrage de la mise en place des projets d'accompagnement pour la population locale.

### **5.2. Phase de travaux préparatoires**

- Suivi de l'application des standards et mesures de santé et de sécurité
- Consultation avec la population locale pour vérifier si le problème du couloir de transhumance et de la piste touristique a été résolu
- Consultation avec la population des villages de la zone d'Assal (Daba le Gahar, Laïta, Carrefour) et les autorités locales, les institutions traditionnelles et les associations femmes/hommes pour déterminer si les mesures de mitigation ont été mises en place.

### **5.3. Phase de travaux de forage**

- Contrôle de l'application de la meilleure technologie, contrôle de l'application des précautions environnementales (travaux, stockage des substances chimiques, traitement de la boue de forage et des fluides géothermiques, stockage des matériaux, etc.), Contrôle de l'application des mesures de sécurité de travail: bruit, chaleur, émissions de gaz géothermiques, etc.
- Analyse régulière de la composition chimique des gaz émis
- Contrôle de qualité des fluides en cas de rejet des fluides résultant du traitement de la boue de forage
- Analyse des déchets générés (déblais de forage) pour définir la filière d'évacuation
- Contrôle visuel du site de forage et des installations de stockage et/ou de traitement.
- En cas d'abandon temporaire ou définitif des forages, contrôle des mesures de protection des forages.

#### 5.4. Phase d'essais

- Contrôle de l'application des mesures de sécurité de travail: bruit, chaleur, émissions de gaz géothermiques,
- Analyse de la qualité des fluides géothermiques avant le début des essais,
- Contrôle visuel régulier des installations de traitement, des conduites etc.,
- Contrôle régulier de la qualité des fluides traités avant rejet (si applicable),
- Analyse régulière de la composition chimique des gaz émis,
- Analyse des déchets générés (précipités, résidus du traitement des fluides géothermiques) pour définir la filière d'évacuation,
- Consultation de la population concernée pour vérifier si les mesures de mitigation et les mesures d'accompagnement ont réellement été implémentées et si le processus d'implémentation a été transparent.

#### 5.5. Phase d'achèvement

- Contrôle de la remise en état initial (carrière, forages, etc.),
- Evaluation du projet,
- Planification des étapes suivantes.

---

### 6. Les dispositions institutionnelles et besoins en renforcement des capacités

L'Unité de Gestion du Projet sera composée comme suit: (i) un directeur du projet (consultant international), (ii) un coordinateur local du projet, (iii) un coordinateur local adjoint du projet, (iv) un expert environnement, (v) un expert socio-économique, (vi) un expert Santé et Sécurité (EHS), (vii) un comptable expérimenté, et (viii) une secrétaire.

L'UGP sera directement rattachée au Ministère de l'Énergie et de l'Eau chargé des Ressources Naturelles (MEERN) et devrait être considérée comme une unité autonome chargée de la planification, de l'exécution et du suivi des activités du projet.

L'UGP agira sous la supervision d'un Comité de Pilotage (CP) qui a pour mission l'orientation et la coordination des activités. Le CP est présidé par le MEERN et composé de représentants des institutions suivantes: (i) Ministère de l'Énergie et de l'Eau, Chargé des Ressources Naturelles (MEERN); (ii) Ministère de l'Économie et des Finances chargé de l'Industrie et de la Planification (MEFIP); (iii) Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MESR), représenté par le

Centre d'Etudes et de Recherches de Djibouti (CERD) ; (iv) Ministère de l'Urbanisme, de l'Habitat et de l'Environnement (MHUE) ; (v) Ministère des Transports et de l'Équipement (MTE) ; (vi) Ministère de l'Intérieur (MI) ; (vii) Électricité de Djibouti (EDD).

Le projet est placé sous la responsabilité de l'UGP qui en assure la tutelle technique, le Ministère de l'Économie et des Finances chargé de l'Industrie et de la Planification (MEFIP) assurant la tutelle administrative et financière.

Le Conseil Scientifique et Technique (Conseil S&T) a été créé par le MEERN. Il est composé d'experts internationaux en géothermie qui seront sollicités pour donner des conseils sur les décisions majeures concernant le projet dans le domaine scientifique (sites prioritaires pour développer la géothermie à Djibouti, stratégie d'exploration complémentaire, choix des sites des forages, avis sur types de forages, procédures d'essais, interprétation des résultats...).

La société en charge de la réalisation des forages et des tests de production sera chargée de mettre en œuvre le PGES du projet et le Plan Général Environnement, Santé Sécurité. La mise en œuvre du PGES devra faire l'objet d'un suivi et d'une évaluation de l'UGP et des rapports de suivi périodiques seront adressés aux bailleurs fonds (la Banque Africaine de Développement et la Banque Mondiale).

Le consultant forage recruté par l'UGP organisera, au début de sa mission, une formation sur les impacts environnementaux du projet, les mesures de mitigation et le suivi et l'évaluation de la mise en œuvre des mesures de sauvegarde à l'attention de l'UGP et de ses partenaires nationaux.

---

## **7. Consultations publiques et exigences de diffusion de l'information**

Les parties prenantes ont été déterminées après examen des dossiers de consultation précédents et des consultations avec les bailleurs, EDD et le CERD. Les paragraphes suivants font un récapitulatif des consultations menées depuis 2012 jusqu'à ce jour. La future démarche pour la consultation avec les parties prenantes en phase préparatoire et en phase d'exécution du projet se basera sur les activités suivantes:

- Information régulière de la population locale sur l'état d'avancement du projet
- Implémentation d'un mécanisme de résolution de griefs / réponse aux plaintes, définition d'un responsable pour les plaintes éventuelles. Il faut expliquer que les propriétés nouvellement installées aux lieux prévus pour le forage ne seront pas récompensées.
- Consultations périodiques avec les parties prenantes au niveau national et local
- Information des médias
- Consultation avec les autres acteurs économiques (Saltinvest)
- Affichage d'un plan détaillé des lieux des activités.
- et consulter la population locale et les autorités administratives locales.

### **7.1 Consultations passées**

Une réunion a eu lieu avec la population locale, le 8 Janvier 2012 dans le village de Daba Gachar, la zone la plus proche, habitée sur le site de forage géothermique proposé. Quinze à 20 personnes ont assisté à la réunion, y compris des représentants des différents groupes sociaux dans la région, cinq membres de l'équipe technique, le ministère de l'Énergie et de l'EDD, et trois membres de l'équipe de consultants. La

discussion a porté sur les impacts potentiels du projet sur la population en termes socio-économiques et les priorités locales de développement pour la région.

Les représentants de la population locale ont également été interrogés individuellement lors de trois visites supplémentaires de la zone en Janvier et Février 2012.

Un atelier de consultation publique, organisé par l'UGP, a été réalisé le 12 mai 2012 pour discuter de l'EIES préliminaire. Etaient présents au total environ 50 représentants des différentes parties prenantes. La plupart des commentaires des participants se focalisaient sur les bénéfices potentiels du projet pour la population riveraine. Il a été souligné par les représentants de la population locale que le projet doit apporter quelques améliorations, par exemple dans le domaine de la santé et de l'approvisionnement en eau potable. Les attentes de la population quant à la création 'emplois dans le cadre du projet ont été discutés.

## **7.2 Consultations dans le cadre du présent PGES**

Les Consultation de l'Agence et la sensibilisation du public inclus: (i) Réunions avec le MHUEAT le 25 octobre 2015 ; (ii) Rencontre avec les spécialistes de l'environnement de la BAD et la Banque mondiale le 25 Octobre 2015 ; (iii) Interview avec un membre de la communauté locale, le 27 Octobre 2015 ; (iv) Rencontres avec des représentants les ministères Djiboutiens suivants : les 12 et 13 Décembre 2015 ; (v) Ministère de l'énergie et des ressources naturelles ; (vi) Ministère de l'Intérieur ; (vii) Ministère des Transports ; (viii) Ministère de la Promotion de la Femme et de la Famille ; (ix) Ministère de l'agriculture et de la pêche ; (x) Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche ; (xi) Rencontre avec l'Administration régionale de Tadjoura, les chefs et les anciens de la population locale le 13 décembre 2015.

Des réunions supplémentaires seront tenues en 2016 avec les entités qui n'étaient pas disponibles en Octobre et en Décembre 2015.

Les préoccupations du public et recommandations pour les mesures d'atténuation ont été définies lors des efforts de consultation. Les notes de réunion sont incluses dans les PV en annexes du PGES. Elles concernent : (i) La disponibilité de l'eau pour le projet et l'utilisation de l'eau ; (ii) la protection des poissons dans la baie de Ghoubbet ; (iii) La disponibilité de l'eau pour la population locale ; (iv) L'éducation pour la population locale ; (v) Les soins de santé pour la population locale ; (vi) L'emploi pour les femmes et la nomination des femmes comme médiatrices pour les réclamations concernant le projet ; (vii) L'emploi pour la population locale et les travailleurs dans la région de Tadjourah ; (viii) Protection du corridor de transhumance (à l'est du projet) ; (ix) Le renforcement des capacités et la formation pour les travailleurs de Djibouti ; (x) Le calendrier du projet et le besoin d'une énergie à bas coût à Djibouti ; (xi) L'exposition des travailleurs à la chaleur ; (xii) Les effets cumulatifs de la reconstruction de la route RN9, la construction d'une voie ferrée entre le port de Tadjourah et l'Ethiopie, de la construction du port au Ghoubet, le projet de sel au lac Assal, et le projet de développement de l'éolien au lac Assal ; (xiii) Les zones de protection de la biodiversité et d'oiseaux importante ; (xiv) Protection de la qualité de l'eau au lac Assal, une zone protégée ; (xv) Gestion des eaux usées conformément à la réglementation djiboutiennes

Les préoccupations du public énumérées ci-dessus ont été examinées au cours de la phase de conception du projet et du PGES. Le projet a été conçu pour éviter le développement dans le corridor de

transhumance et d'éviter les rejets dans la baie de Ghoubbet ou Lac Assal. Aussi, la conception comprend également la mise en place des mesures d'atténuation définies dans le PGES. Ces mesures sont toutes adressées dans ledit document.

La mise en œuvre du projet nécessitera le renforcement des capacités sous la forme de la formation du personnel, l'acquisition de matériel de surveillance et d'essai, et l'utilisation de suivi et de surveillance des outils.

### **Mécanisme de réception et de traitements des doléances et plaintes**

L'expert en EHS de l'UGP sera responsable de l'activation d'un numéro de téléphone de projet et une adresse e-mail pour les résidents locaux et les membres de la communauté à contacter si ces derniers ont des doléances ou des plaintes vis-à-vis du projet. L'expert EHS de l'UGP agira en tant que point de contact pour résoudre les doléances du projet. Les agents contractuels EHS agiront également comme points de contact pour les résidents locaux qui expriment des revendications sur le site du projet. Si les doléances sont exprimées au sein même du site, l'agent EHS concerné est responsable d'informer l'expert EHS de l'UGP dans les 48 heures de la réception. L'expert EHS de l'UGP est chargé d'examiner les doléances relatives aux projets et d'instruire les agents à faire les changements appropriés à leur travail. L'entrepreneur doit prendre des mesures raisonnables pour répondre aux doléances conformément aux réglementations locales en vigueur et celles du présent PGES.

Le PGES a été approuvé par le ministère de l'environnement de Djibouti le 27 avril 2016.

Le résumé du PGES du projet est posté sur le site de la Banque Africaine de Développement 30 jours au moins avant l'approbation du financement additionnel par le Conseil d'Administration de la BAD.

---

### **8. Estimation des coûts**

Tous les coûts des mesures de mitigation doivent être inclus dans le budget total du projet. Ces mesures de mitigation seront spécifiées dans l'offre de l'entrepreneur forage. Le coût total du PGES est estimé à 555.200 USD dont 385.000 USD pour la station de traitement des fluides géothermiques, 120.000 USD pour la station de dessalement, 10.000 USD pour la formation et 15.000 USD pour le fond de tontine.

---

### **9. Échéancier de mise en œuvre et production de rapports**

Le projet rendra compte de l'état d'avancement de la composante environnementale et sociale du projet via un rapport de suivi environnemental et social qui sera transmis trimestriellement à la Banque.

Le CCG doit préparer et soumettre un rapport de conformité trimestriel à l'UGP et aux bailleurs de fonds (BAD et la Banque mondiale) pour justifier les activités de construction et de conformité réalisées au cours de cette période, et pour suivre la résolution de tous les problèmes qui ont pu survenir. Le CCG se servira des listes de contrôles de conformité quotidiens et mensuels préparés par les entrepreneurs de construction pour développer le rapport trimestriel.

---

### **10. Conclusion**

Selon l'analyse environnementale et sociale du site du projet pour chaque milieu (physique, biologique et humain) et par phase de projet, il apparaît clairement que ce projet aura des impacts potentiels négatifs sur l'environnement et le milieu social. Ces impacts sont d'importance faible à moyenne. L'application stricte du Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES) permettra d'atténuer et /ou de compenser



ces impacts potentiels. En effet, en fonction de la nature des activités du projet, ce PGES recommande des mesures spécifiques pour chaque impact identifié. Ce PGES définit les rôles et responsabilités pour la mise en œuvre ainsi que le renforcement de capacités des acteurs concernés. Sur cette base le projet a reçu l’approbation environnementale et sociale du ministère de l’environnement le 27 avril 2016.

---

## 11. Références et contacts

- Panorama (2016). Projet d’Exploration Géothermique à Caldera Fialé. Rapport du Plan de Gestion Environnementale et Sociale, 109 pages (français et anglais).
- Monographie Nationale de la Diversité Biologique, 2000
- Le site de Dankalelo, Ghoubbet al Kharab, République de Djibouti : Annales d’Ethiopie 2002, vol XXIII
- Bureau des statistiques de Djibouti

### 11.2 Contacts

#### Pour EDD

1. Mohamed CHAARI project coordinator [chaari3256@gmail.com](mailto:chaari3256@gmail.com)
2. Mohamed Ahmed Djibril project environmentalist [schouneh@hotmail.com/med.djibril@yahoo.fr](mailto:schouneh@hotmail.com/med.djibril@yahoo.fr)

#### Pour la BAD

1. Richard Humphrey NDWIGA Division Manager RDGE.1 [H.NDWIGA-RICHARD@afdb.org](mailto:H.NDWIGA-RICHARD@afdb.org)
2. Modeste LAWAKILEA KINANE Environmentalist SNSC [M.KINANE@AFDB.ORG](mailto:M.KINANE@AFDB.ORG)