



TUNISIA
PPP 2018



4

Usine de dessalement Gabès

Présentation générale

L'IGPPP (Instance Générale des Partenariats Public-Privé), l'unité PPP, a l'intention de lancer deux projets pilotes de PPP, qui sont actuellement au stade de l'étude de faisabilité. Le premier projet est une usine de dessalement à Gabès. Le deuxième projet est une usine de traitement des eaux usées à Tunis.

Le dessalement de Gabès produira 50 000 mètres cubes d'eau dessalée par jour au moyen d'une installation d'osmose inverse. L'eau dessalée sera utilisée par le Groupe Chimique Tunisien, l'entreprise publique qui extrait, transforme et exporte le phosphate.

Le choix du dessalement de l'eau de mer pour l'approvisionnement en eau industrielle dans cette zone est justifié par (i) le manque de ressources en eau conventionnelle dans le sud tunisien, (ii) le coût élevé du transfert des eaux nordiques vers cette région. De plus que même ces eaux couvrent à peine actuellement la demande d'eau potable et d'irrigation dans le nord du pays.

L'expérience de la Tunisie en matière de dessalement est assez riche dans la mesure où elle a commencé avec le dessalement des eaux souterraines saumâtres en 1983 par la réalisation de la première usine de dessalement d'une capacité de 3 300 mètres cubes par jour sur l'île de Kerkennah. La première usine de dessalement d'eau de mer a été réalisé en 2018 sur l'île de Djerba.



Lieu :

Gabès



Société :



Groupe Chimique
Tunisien (GCT)



Mission :

Construction d'une
nouvelle usine de
dessalement



Coût :

227,5 M DT



Justification du projet

Le GCT souhaite disposer d'une capacité de production d'eau dessalée de 50 000 mètres cubes par jour. L'eau dessalée doit être de l'eau reminéralisée non corrosive.

La principale justification du projet est la préservation des ressources locales actuellement utilisées par le GCT. La substitution de l'eau osmosée à l'eau de l'aquifère naturel est considérée comme un moteur voir une force motrice.

- La région de Gabès est alimentée par des eaux souterraines de deux origines
- L'aquifère côtier de Djefara : C'est un aquifère relativement peu profond de 100 à 500 m de profondeur. Il s'agit du principal aquifère du gouvernorat de Gabès. Il est en contact avec le Continental Intercalaire au seuil d'El Hamma, au nord-ouest. L'eau qui coule contient 3 à 4 g / l de sels.
- L'aquifère profond du Continental Intercalaire, qui s'étend sur tout le sud de la Tunisie jusqu'à l'Algérie, a une profondeur de 1000 à 2000 m. L'eau qui jaillit des sources et des forages est chaude (60 ° C et plus) et est légèrement moins salée que l'eau de l'aquifère de Djefara. La salinité est de 1,5 à 3,5 g / l. La calotte du continent intercalaire n'est pratiquement pas renouvelable, la période de renouvellement est de 10 000 à 20 000 ans.

Cadre juridique et institutionnel

Cadre institutionnel

La Tunisie est considérée comme un pionnier international dans le domaine du phosphate naturel et des engrais minéraux. Cette activité a plus de 100 ans d'extraction du phosphate par la Compagnie des phosphates de Gafsa (CPG) et plus de 50 ans dans le domaine de la valorisation de divers engrais minéraux par le

groupe chimique tunisien (Groupe Chimique Tunisien, GCT). La Tunisie est le deuxième pays au monde à évaluer un pourcentage élevé de sa production de phosphate naturel (85%).

La CPG exploite actuellement sept carrières à ciel ouvert et une mine souterraine. La production annuelle était de 8 millions de tonnes de phosphate commercialisable avant la révolution de 2011 ; qui a placé la Tunisie au cinquième rang mondial des pays producteurs de phosphate.

Après une longue expérience d'exportation de phosphate brut, la Tunisie s'est tournée vers la transformation et la valorisation de ce minerai par la création d'une industrie locale de production d'acide phosphorique et d'engrais minéraux au sein du GCT. Ce dernier dispose de quatre divisions industrielles situées à Sfax et M'dhilla (usines TSP), Gabès (usines d'acide phosphorique (PA), usine de phosphate Diammonium (DAP) et usine d'ammonitrate (AN)) et Skhira (usine d'acide phosphorique).

Le secteur des phosphates occupe une place importante dans l'économie tunisienne, tant au niveau de l'emploi qu'au niveau de la balance commerciale. Le phosphate naturel et ses dérivés (acide phosphorique, DAP, TSP, DCP, etc.) sont actuellement exportés dans une cinquantaine de pays sur cinq continents.

Le GCT est le résultat d'une série de fusions et d'acquisitions de plusieurs sociétés. La plus récente est l'unification de la direction générale du CPG et du GCT par la nomination d'un seul PDG.

Ce regroupement a permis au secteur des phosphates d'occuper une place importante dans l'économie tunisienne en assurant l'emploi direct de plus de 4 300 personnes. L'emploi indirect a également bénéficié du secteur des phosphates, principalement le transport ferroviaire et maritime, la sous-traitance et un grand nombre d'activités auxiliaires

Les installations industrielles contribuent de manière significative à la promotion et au



développement des différentes régions du sud de la Tunisie.

Cadre juridique

Concessions

- Loi n ° 2008-23 du 1er avril 2008 sur le régime de concession
- Décret n ° 2010-1753 du 19 juillet 2010 fixant les conditions et modalités d'octroi des concessions
- Décret n ° 2010-3437 du 28 décembre 2010 fixant les critères de classification des concessions d'intérêt national
- Décret n ° 2013-4630 du 18 novembre 2013 portant création d'une unité de surveillance des concessions au sein de la présidence du gouvernement
- Décret n ° 2013-4631 du 18 novembre 2013 modifiant et complétant le décret n ° 2010-1753 du 19 juillet 2010 fixant les conditions et modalités d'octroi des concessions.

Contrats PPP

- Loi n ° 2015-49 du 27 novembre 2015 sur les contrats de partenariat public-privé
- Décret gouvernemental n ° 2016-771 du 20 juin 2016 fixant la composition et les prérogatives du Conseil stratégique du partenariat public-privé.
- Décret gouvernemental n ° 2016-782 du 20 juin 2016 fixant les modalités de tenue du registre des droits réels sur les constructions, les structures et les équipements fixes construits dans le cadre d'un contrat de partenariat public-privé.
- Décret gouvernemental n ° 2016-1104 du 4 juillet 2016 fixant les conditions et procédures de détermination de la contrepartie payée par l'entreprise publique à l'entreprise de projet et fixant les conditions et modalités de transfert ou de vente du projet, nantissement de créances dans le cadre de contrats de partenariat public-privé.
- Décret gouvernemental n ° 2016-1185 du 14 octobre 2016 portant sur l'organisation

et les attributions de l'autorité de partenariat public-privé.

En outre, la Tunisie dispose d'un arsenal législatif et réglementaire varié allant de l'élaboration de codes relatifs aux principales ressources naturelles, aux multiples mesures coercitives contre les établissements polluants et à l'obligation des EIES en tant qu'outil de prévention.

En accord avec la législation tunisienne, le code de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire (loi n ° 2003-78) rend la préparation de l'EIE obligatoire avant toute planification ou programme d'équipement.

L'approche de son application est déclinée par le décret n ° 2005-1991 du 11 juillet 2005 relatif aux études d'impact sur l'environnement. Ce décret constitue la procédure méthodologique qui permet d'examiner les conséquences qu'un projet de développement projeté aura sur l'environnement et de veiller à ce qu'il soit dûment pris en compte dans la conception, l'application et le fonctionnement du projet.

Périmètre du projet

L'usine de dessalement comprend :

- Une tour de prise d'eau de mer au large avec une conduite d'eau de mer
- Une station de pompage d'eau de mer comprenant un bassin d'eau de mer, plusieurs canaux de filtration grossière, des baies de pompage et des lignes d'injection de produits chimiques
- Pompes de lavage avec filtres et unité de flottaison

L'eau filtrée est pompée vers plusieurs « packs » d'osmose inverse installés en parallèle et composés de pompes à haute pression, de dispositifs de récupération d'énergie, de pompes de surpression, de membranes d'osmose inverse et de leur système Clean-In-Place (CIP).

L'eau dessalée est reminéralisée en recevant une injection de dioxyde de carbone et d'eau de



chaux pour ajouter les sels nécessaires. L'eau de chaux est préparée dans une branche latérale de l'installation où l'eau et la chaux sont mélangées.

La vérification finale du contrôle de la qualité de l'eau est effectuée avant que l'eau ne soit envoyée à un réservoir de stockage avant utilisation.

Le système de filtration à contre-courant comprend un réservoir de stockage d'eau à contre-courant et un ventilateur d'air qui génère des effluents sales lors des séquences de filtration à contre-courant. De même, la flottation à grande vitesse génère de la boue et de la mousse.

Les effluents sont traités sur un bassin de décantation d'eau usée avant d'être rejetés en mer. Les boues sont déshydratées avec des centrifugeuses avant d'être évacuées sous forme de boues sèches

Les effluents sont pompés vers un réservoir d'équilibrage près de l'entrée d'eau de mer avant d'être rejetés en mer par gravité au large des côtes.

Études techniques réalisées

Site terrestre

Le site sur lequel les installations sont prévues est déjà identifié et se situe au nord du port de Ghanouch. La superficie approximative est de 70 hectares, répartis en deux parcelles principales : une parcelle le long de la côte d'une superficie de 15 ha et la seconde de 55 hectares adjacente à la première.



Site terrestre

La profondeur des eaux en mer a été étudiée et des roches côtières artificielles ont été identifiées. Il y a une zone d'amarrage pour les bateaux qui ne devrait pas être dérangée par des conduites de prise ou d'évacuation d'eau de mer. La prise d'eau et les rejets ont été étudiés, en particulier en ce qui concerne les sédiments marins, les courants de marée et les courants de sédimentation. Les résultats de ces recherches sont en faveur des installations marines envisagées (pas de courant fort, ni de zone de sédimentation, dispersion des sédiments vers le nord-est en hiver ou sud-est en été).

Les études ont également montré que la zone est largement contaminée par une petite couche de phosphogypse et que la vie benthique est presque nulle. Cela signifie que les ouvrages marins ne détérioreraient pas la qualité de l'eau de mer et que la méthodologie des travaux marins ne devrait pas entraîner de sédiments en suspension.

Il convient également de noter qu'un rapport environnemental complet devrait établir la ligne de base de la zone et rappeler les valeurs seuils des paramètres de décharge.

Paramètres de conception

Analyse de l'eau : L'analyse de l'eau de mer réalisée en novembre 2010 montre une bonne stabilité de l'analyse sur tous les points de prélèvement testés le long d'une ligne de pompage potentielle. La profondeur de l'eau, la



température, le pH et la salinité sont assez stables.

En ce qui concerne l'analyse détaillée, on peut noter que les solides en suspension sont faibles (2 mg / l), la turbidité également faible (0,5 UTN), la salinité globale (41-42 g / l) est plutôt élevée.

On peut noter que le bore n'est pas analysé et doit être quantifié si l'eau dessalée peut devenir de l'eau potable, le contenu peut avoir un faible impact sur le prétraitement du système d'osmose inverse. Les points suivants sont à noter :

- Des traces d'huile et de graisse sont courantes autour des ports et il convient de vérifier si ce paramètre a augmenté avec le temps depuis novembre 2010.
- L'analyse de l'indice SDI sur l'eau de mer serait utile pour évaluer la qualité de l'eau de mer, en particulier du point de vue du traitement par osmose inverse.
- Aucune donnée n'est disponible sur la prolifération algale ou celle des poissons gélatineux, ces paramètres ont également un impact sur le schéma de prétraitement par osmose inverse
- Une enquête plus poussée sur les solides en suspension est nécessaire pour garantir l'absence de nouvel impact lié à une augmentation potentielle des mouvements des grands bateaux.

Dans l'ensemble, l'analyse montre que la qualité de l'eau est suffisante pour alimenter une usine de dessalement basée sur un procédé d'osmose inverse. Cependant, une enquête systématique devrait être mise en application d'une manière continue afin que des données solides et actualisées puissent être utilisées comme base de conception.

Prise d'eau de mer

La position de la prise d'eau de mer a été proposée en prenant en considération des températures, des solides en suspension et de

la turbidité. Il examine également l'impact de l'activité portuaire, des sédiments sur le rejet des activités des usines du GCT. La prise d'eau de mer doit se faire à dix mètres de profondeur, à 1,4 km de la côte, au nord de la digue du port de Ghannouch.

Qualité de l'eau traitée

L'eau sera destinée à un usage industriel ainsi qu'à la distribution d'eau potable. Par conséquent, un dessalement rigoureux suivi d'une déminéralisation adaptée à la qualité de l'eau potable doit être envisagée

. Conduites de prise d'eau de mer.

Plusieurs configurations ont été anticipées, conduisant à une large gamme de solutions ouverte. Dans ce type d'installation, dédiée à l'exploitation 24/24 et avec un temps de stockage limité pour les eaux traitées, une solution commune consiste à disposer de 2 conduites pour couvrir le débit nominal à une vitesse sûre et à 70% de la capacité de l'usine qui peut être gardée pour un entretien temporaire. À ce stade, il semble que deux tuyaux de DN 1600 sont appropriés. Dans le cadre de ce choix, une protection du conduit d'admission d'eau de mer peut être ajoutée en installant une ligne d'hypochlorite de sodium jusqu'à la prise d'eau de mer pour effectuer un dosage de choc d'hypochlorite de sodium et limiter ainsi l'entretien de la conduite.

Volumes d'eau à traiter

Le tableau suivant résume les volumes d'eau à traiter par l'usine de dessalement :

Debits /	Unités	Volumes
Sortie d'eau traitée	m ³ /h	2,084
Entrée d'eau de mer	3M/h	4,900
Quantité d'eau pompée	m ³ /d	117,000

Filtration grossière / Station de pompage

L'équipement doit être un équipement standard de petite taille pour ajuster la



production aux variations de débit initiales. Ceci est particulièrement valable pour les écrans grossiers et les filtres de bande. Deux canaux doivent être utilisés pour réduire le nombre d'équipements et, par conséquent, le nombre d'équipements électriques, de câbles électriques et d'instruments. Cependant, des travaux de génie civil plus compacts pour la prise d'eau de mer seraient nécessaires.

En outre, 4 pompes à eau de mer à grand débit seraient requises. La flexibilité de la ligne de traitement pourrait être obtenue en recyclant l'excès d'eau pompée dans la fosse de pompage.

Pour ce qui est de la chloration, deux points d'injection sont requis, l'un en mer à l'entrée de la station de pompage et l'autre à terre, en vue de protéger les filtrations grossières et la station de pompage.

Flottaison à grande vitesse

À moins que des études complémentaires ne confirment l'absence de prolifération d'algues ou d'autres pics de matières en suspension, une installation de flottaison à grande vitesse doit être prévue. Cet équipement doit être installé en amont des filtres. Cette dernière peut être évitée si elle n'est pas requise pendant les périodes où l'eau de mer est claire, mais elle peut être utilisée plusieurs semaines par an.

Osmose inverse

Ceci est la partie clé de l'usine et doit être soigneusement optimisée. Le nombre d'étapes, de passages par étape, type de membranes, nombre de membranes par réservoirs sous pression, la pression de fonctionnement, les taux de recyclage doivent être optimisés. Le dispositif de récupération d'énergie est également un choix clé, ce qui permet d'utiliser la pression de rejet de la saumure comme moteur afin d'alimenter la membrane d'osmose inverse.

Une attention particulière doit être portée à l'élimination des alésages, qui peut nécessiter des membranes spécifiques de

conditionnement du pH en amont, afin de répondre aux dernières recommandations de l'OMS.

Plan de parcelle

Un plan de parcelle préliminaire a été préparé en prenant en considération des caractéristiques de l'équipement discutés ci-dessus.

Une station de pompage d'eau de mer est installée le long de la côte. Le reste de l'usine peut être installé dans la deuxième parcelle, à côté de l'usine GCT. Les unités de flottaison sont regroupées avec l'unité de traitement, si elles sont placées en amont des filtres, cette partie pourrait aussi être installée à proximité de la station de pompage.

Sur la base de la conception actuelle, la superficie construite estimée sur le terrain représente environ 26 000 m² sur 70 000 m² disponibles. Elle représente un ratio de 0,37 pour une limite de 0,4 dans le cas où le site deviendrait une zone industrielle. Cela signifie que la flexibilité est limitée et que le plan d'ensemble doit être pris en considération lors de la conception détaillée de l'usine, en tenant compte de l'optimisation de la taille et du nombre d'éléments installés.





Rejet d'effluent

Une étude a été réalisée concernant la dissémination des effluents rejetés dans la mer au niveau du point de rejet. La faible variation de la salinité, la variation régulière de la température selon les saisons, les petites amplitudes de marée ont été confirmées. Le courant côtier a déjà été modélisé pour étudier le rejet des effluents GCT, en utilisant le modèle CORMIX.

Les résultats montrent que l'emplacement des effluents rejetés devrait être de 500 mètres au sud-ouest de la prise d'eau de mer afin d'éviter un impact sur l'eau de mer pompée, à chaque vitesse de courant. La consommation d'eau de mer devrait être supérieure à celle du diffuseur à décharge pour réduire l'impact de la saumure.

Calendrier prévisionnel de mise en œuvre

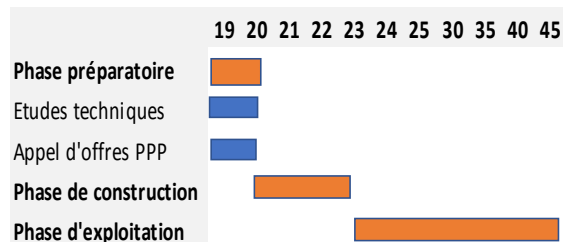
Le projet comprend trois phases principales.

Phase préparatoire (préparation PPP) : 2019-2020

Pendant cette période quatre activités clés doivent être entreprises

- Mise à jour et accomplissement des études requises.
- Contrat du marché du PPP et négociation

Une période de 18 mois a été estimée pour ces activités



Phase de construction : 2020-2023

La phase de construction commencera après la signature du contrat de PPP. Elle comprendra

les études d'exécution et la phase de construction. La durée de la phase variera selon la complexité finale des structures d'ingénierie. La durée de la phase de construction a été estimée à 36 mois.

Phase d'exploitation : 2023-2043

Une fois la phase de construction terminée, le contrat d'exploitation et de maintenance de l'usine sera d'une durée de 20 ans.

Défis (techniques, économiques, sociaux et autres) et mesures d'atténuation

Acquisition du site et modification de la classification des sites

Le GCT devrait finaliser l'acquisition du site et obtenir des engagements fermes de la part des autorités locales et gouvernementales, d'une part, et du propriétaire foncier, d'autre part, que le site ne soit pas classé de l'utilisation récréative à l'usage industriel

Etudes techniques

L'optimisation doit être effectuée pour comparer une solution avec un équipement de grande taille réduit par rapport à plusieurs petits équipements.

Estimation préliminaire des coûts: CAPEX, OPEX et recettes préliminaires

CAPEX

L'estimation des coûts a été établie par analyse comparative avec le projet local et exprimée en DT, tandis que le coût de référence international est établi en USD, le taux de change utilisé pour les tableaux suivants est de 2,6 DT pour 1 Dollar des Etats-Unis.



Article	CAPEX en M USD	CAPEX en M TND	Pourcentage du CAPEX total (en %)
Processus Équipement pour l'usine (sans flottaison et traitement d'effluent)	30	78	60
Travaux de génie civil comprennent réservoir de stockage	7.5	19.5	15
Source et contrôle	2.5	6.5	5
Stations de pompage et conduites	6	15.6	12
Routes et réseaux	1.5	3.9	3
Dispositions pour les aléas	2.5	6.5	5
TOTAL	50	130	100

Le tableau n'inclut pas l'équipement de dessalement de qualité potable (nécessaire), la flottaison (fortement recommandé) et le traitement des effluents. Les travaux en mer ne sont pas inclus. Un supplément de 15% devrait être ajouté au coût total pour inclure les traitements complémentaires. Une provision d'environ 30 M USD pour les travaux offshore devraient être ajoutés à cette estimation et fournir le tableau suivant :

	Total en M USD	Total en M DT
Estimation de l'étude	50	130
Éléments supplémentaires	7.5	19.5
Travaux offshore	30	78
Somme finale	87.5	227.5

OPEX

Une estimation de l'OPEX a été réalisée sur la base de critères de référence internationaux pour le fonctionnement des usines d'osmose

inverse. Les charges d'exploitation sont comprises autour d'une fourchette de 0,4 à 0,6 USD / mètre cube avec la répartition suivante :

- Coûts fixes : Environ 35 % (emploi, amortissement, etc.
- Coût variable : 65%
 - Electricité : 45%
 - Produits chimiques : 4%
 - Membranes : 6%
 - Maintenance : 5%
 - Divers : 5%

Sur la base d'un coût moyen de 0,5 USD par mètre cube et d'un taux de change de 2,6, les coûts d'exploitation seraient de 1,3 DT / mètre cube. Le prix de prélèvement de la SONEDE pour l'eau dessalée est de 1,42 DT / mètre cube.