

ROYAUME DU MAROC
OFFICE NATIONAL DE L'ELECTRICITE
ET DE L'EAU POTABLE

Branche EAU

المملكة المغربية
المكتب الوطني للكهرباء و الماء
الصالح للشرب
قطاع الماء

Cahier des clauses techniques générales relatives aux marchés de travaux d'eau potable

Tome 6 : Traitement

Version 1 (Octobre 2012)

SOMMAIRE

Préambule	3
Chapitre 1 : Dimensionnement des ouvrages de traitement classique.....	5
Article 1 : Qualité de d'eau brute	5
Article 2 : Dégrillage	5
Article 3 - Aération.....	5
Article 4 - Dessablage.....	6
Article 5 - Préchloration	6
Article 6 - Ouvrage d'arrivée	12
Article 7 - Coagulation.....	12
Article 8 - Débourbage	12
Article 7 - Flocculation	14
Article 8 - Décantation	14
Article 9 - Filtration	15
Article 10 - Correction de l'agressivité des eaux traitées	17
Article 11 - Désinfection finale des eaux produites	18
Article 12 - Réactifs de traitement.....	19
Article 13 - Recyclage des eaux de lavage des filtres.....	21
Article 14 - Traitement des boues.....	22
Article 15 - Prononcés des réceptions provisoire et définitive des stations de traitement	24
Chapitre 2 : Projets de déferrisation-démanganisation	24
Article 20 - Aération éventuelle	24
Article 21 - Ajustement éventuel du pH de l'eau brute	24
Article 22 - Oxydation	25
Article 23 - Coagulation-flocculation sur filtre	25
Article 24 - Filtration sur sable	25
Article 25 - Désinfection finale de l'eau produite	26
Article 26 - Traitement des eaux de lavage des filtres.....	26
Chapitre 3 : Projets de déminéralisation des eaux saumâtres et de dessalement de l'eau de mer ..	27
Article 30 - Déminéralisation des eaux saumâtres	27
Article 31 - Dessalement de l'eau de mer.....	37

Préambule

Le Cahier des Clauses Techniques comporte deux parties : les clauses générales (CCTG) et les clauses particulières (CCTP).

Le présent Cahier des Clauses Techniques concerne les clauses générales (CCTG) relatives aux marchés de travaux d'eau potable, Tome 6 : Traitement.

Le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) développe, complète ou modifie ce CCTG.

Dans le cas de divergence entre les clauses des deux documents, celles du CCTP prévaudront sur les premières.

Les articles de ce CCTG qui ne sont pas modifiés par le CCTP s'appliquent de plein droit aux marchés qui y se réfèrent.

Chapitre 1 : Dimensionnement des ouvrages de traitement classique

Article 1 : Qualité de d'eau brute

Les données sur la qualité de l'eau brute et les résultats des essais de traitabilité figurent dans les Clauses Techniques Particulières (CTP) du Dossier de Consultation relatif au projet à réaliser (CPS).

Article 2 : Dégrillage

En fonction des matières solides charriées par l'eau brute à traiter, l'entrepreneur adoptera le type de dégrilleur qu'il estime le plus approprié, parmi ceux mentionnés ci-après ou autres :

- Les grilles fixes à barreaux, espacement de 30 à 120 mm, destinés à retenir les plus gros matériaux pouvant se présenter épisodiquement. L'extraction des matériaux se fait manuellement ou à l'aide de matériels de levage.

- Les dégrilleurs automatiques, dont l'espacement des barreaux est de l'ordre de 15 à 60 mm. Ils constituent en général le premier maillon de la chaîne des équipements électromécaniques de filtration.

Le fonctionnement du dégrilleur ainsi que l'extraction des déchets sont automatisés au moyen de détecteurs de perte de charge.

L'entrepreneur prévoira des bennes pour charger les matériaux enlevés.

- Les grilles fixes à tamis, à maille de filtration de 1 à 10 mm, placés perpendiculairement à l'écoulement. Le lavage de la grille se fait manuellement, celle-ci étant relevée hors de l'eau pour le nettoyage.

Article 3 - Aération

En fonction des teneurs des différents gaz dissous dans l'eau brute, dont notamment celles de l'oxygène dissous, du gaz carbonique et de l'hydrogène sulfuré (voir analyses dans CTP du projet), l'Entrepreneur proposera une installation d'aération qui permettra d'une part, la désorption des gaz indésirables (H₂S par exemple) et d'autre part, une oxygénation de l'eau brute tel que le taux de saturation en oxygène dans cette eau soit au minimum de 80 % à la température moyenne de ladite eau.

A cet effet, l'Entrepreneur pourra proposer l'une des trois solutions décrites ci-dessous, moyennant sa justification, tout en veillant à assurer le taux de saturation en oxygène préconisé par l'ONEE - Branche EAU (au minimum 80 %) :

Une aération par ruissellement d'eau dans un ouvrage qui sera réalisé en béton armé.

La conception de cet ouvrage nécessite de définir le nombre de cascades (étages) et la hauteur de chute (entre étages).

Le by-pass de cet ouvrage doit être prévu.

Une aération par ruissellement d'eau dans une colonne à plateaux où l'eau sera soumise à des chutes successives, sous forme de lames minces issues d'un plateau à l'autre de la colonne.

Le matériau constituant la colonne et les plateaux, le nombre de plateaux et les caractéristiques des groupes électropompes pour le relevage de l'eau brute (en tête de la colonne) ainsi que celles du compresseur d'air doivent être indiqués et justifiés par l'Entrepreneur. Un compresseur et un groupe de relevage seront prévus pour le secours de ceux opérationnels.

Le by-pass de cet ouvrage doit être prévu.

Une aération par pulvérisation d'eau dans l'air à l'aide de tuyères. Pour cette solution, l'Entrepreneur précisera et justifiera ce qui suit :

- Les caractéristiques des tuyères (nature du matériau, leur nombre et leur répartition au dessus ou dans l'ouvrage de réception de l'eau aérée).

- Les caractéristiques de l'ouvrage de réception précité qui doit être réalisé en béton armé

Le by-pass de cet ouvrage doit être prévu.

L'Entrepreneur pourra proposer toute autre variante aux solutions précitées.

Article 4 - Dessablage

Au cas où l'eau brute présente des particules de granulométrie supérieure à 200 microns, l'entrepreneur doit prévoir une installation de dessablage.

Pour une flexibilité d'exploitation, cette installation comportera deux bassins identiques (lors de l'extraction du sable d'un bassin, le deuxième reste en service).

La conception de cet ouvrage sera basée sur les critères suivants :

- Vitesse horizontale d'alimentation du dessableur : $V = 0,4$ m/s maximum
- Rapport de la largeur/Hauteur du dessableur : $l/H = 4$

Les deux paramètres précités définissent la section transversale du dessableur. La longueur du dessableur sera déterminée par l'entrepreneur, et ce en fonction de ses estimations concernant le taux de rétention (% d'élimination) des différentes particules de sable (selon leur granulométrie) et des caractéristiques conceptuelles du dessableur.

Par ailleurs, l'entrepreneur indiquera et garantira les pourcentages des grains de sable éliminés dans les dessableurs, en fonction de leur granulométrie et ce en complétant le tableau suivant :

Taille des grains (microns)	400	300	250	200	100
% grains éliminés

L'entrepreneur doit obligatoirement prévoir le by-pass de ces ouvrages.

Article 5 - Préchloration

L'utilisation du chlore gazeux n'est, en principe, envisageable que pour les stations qui traitent des débits d'eau brute supérieurs ou égaux à 5 l/s et ce afin d'éviter un approvisionnement fréquent et fastidieux des solutions d'hypochlorite. Pour des débits inférieurs, l'entreprise proposera l'utilisation de l'hypochlorite de sodium (à 12 ou 18° chlorométriques) ou l'hypochlorite de calcium présentant une teneur de 600 g de chlore actif par Kg de produit commercial. Ce dernier réactif sera injecté sous forme d'une solution qui présentera au maximum 40 g/l de produit commercial. Aussi, l'entrepreneur veillera au problème induit par la préparation de cette solution (formation progressive de précipités en raison de matières insolubles dans le produit commercial). A cet effet, il proposera un système adéquat pour la préparation de cette solution afin que son aspiration par les pompes doseuses se fasse sans problèmes.

L'utilisation des bouteilles de chlore gazeux de capacité unitaire égale à 50 kg est recommandée pour des débits de production variant de 5 à 10 l/s.

Les tanks de capacité unitaire de 500 kg sont recommandés pour des débits de production variant de 10 à 150 l/s. Le débit de soutirage de chlore à partir d'un tel tank ne doit pas dépasser 7 kg/h.

Au delà d'un débit d'eau brute de 150 l/s, il faut prévoir des tanks de capacité unitaire de 1000 kg. Le débit de soutirage de chlore à partir d'un tel tank ne doit pas dépasser 14 kg/h.

L'emploi de la phase liquide du tank, qui sollicite l'installation d'un évaporateur, est recommandé pour des débits de soutirage dépassant les 40 g/h.

L'injection de l'eau chlorée ou de la solution d'hypochlorite se fera à l'aide d'une canne d'injection qui sera immergée dans une bêche d'eau brute, munie de chicanes ou au sein de la conduite d'eau brute.

Le temps de contact (eau brute avec la solution chlorée) souhaité doit être de l'ordre de 15 minutes avant que l'eau préchlorée atteigne l'ouvrage de coagulation.

Les chloromètres et leurs équipements annexes (pompes d'eau motrice notamment) doivent être dimensionnés pour un taux de préchloration pouvant varier de 1 à 6 gr/m³.

Au cas où l'injection du chlore ne serait pas prévue au sein d'un ouvrage commun (par lequel transite la totalité du débit d'eau brute), la capacité totale de chlore requise (au taux de dosage de 1 à 6 gr/m³) doit être fournie par les chloromètres, dont le nombre sera égal à celui des files de production préconisées dans le CPS ou proposées par le soumissionnaire. Un chloromètre de secours sera prévu pour l'ensemble des files de production.

La capacité maximum unitaire d'un chloromètre doit être égale à 1,2 fois celle requise pour la préchloration du débit de chaque file de production.

Si l'injection du chlore se fait dans un ouvrage commun, le nombre de chloromètres sera de 2, dont un sera prévu pour le secours.

L'eau alimentant les hydro-éjecteurs (des chloromètres) doit présenter une turbidité maximum de 5 NTU afin d'éviter le bouchage de ces équipements.

Par ailleurs, elle doit être non chlorée ou très faiblement chlorée (eau filtrée par exemple) pour éviter la corrosion rapide des équipements.

Les pompes doseuses des solutions d'hypochlorite doivent d'une part refouler les débits assurant les taux de préchloration précités et d'autre part, vaincre la contre-pression nécessaire au point d'injection.

5-1- Sécurité concernant les installations de chloration

Dans le but de garantir la sécurité des agents ONEE - Branche EAU et des agglomérations avoisinant les installations de chloration contre les dangers des fuites de chlore, les stations de production doivent être dotées d'un équipement et matériel de sécurité suffisant pour faire face à tout danger de fuites de chlore pouvant survenir lors de l'exploitation.

Le choix des équipements de neutralisation des fuites de chlore et du matériel de sécurité est fonction de la capacité unitaire des emballages de chlore et du milieu environnant (isolé ou aggloméré).

5.1.1. Procédés de neutralisation des fuites de chlore et équipements de sécurité correspondants

5.1.1.1. Classification des installations

On distingue trois catégories d'installations de chloration :

Catégorie A : Elle regroupe les installations de chloration de capacité unitaire supérieure ou égale à 500 kg, implantées en milieu aggloméré.

Catégorie B : Elle regroupe les installations de chloration de capacité unitaire supérieure ou égale à 500 kg, implantées en milieu isolé.

Catégorie C : Elle regroupe les installations de chloration de capacité unitaire égale à 50 kg.

5.1.1.2. Equipements de sécurité à prévoir pour chaque type d'installation

Catégorie A : Tour de neutralisation avec fosse de transvasement permettant la réduction de la quantité de chlore à neutraliser et par suite, la diminution du temps de neutralisation de la fuite.

Catégorie B : Tour de neutralisation.

Catégorie C : Fosse de neutralisation

5.1.1.3. Dimensionnement des ouvrages et équipements de chloration

Il est recommandé que la neutralisation d'une fuite de chlore soit assurée par l'utilisation d'un mélange de soude et d'hyposulfite de sodium.

Les volumes de la solution neutralisante ainsi que les quantités de réactifs nécessaires à sa préparation dépendent de la capacité des récipients de chlore.

Ils sont comme suit :

Quantité de chlore à neutraliser (kg)	Quantité de soude nécessaire (kg)	Quantité d'hyposulfite (kg)	Volume de la solution neutralisante (m3)
50	70	55	0,5
500	700	550	5
1000	1400	1100	10

On supposera que seul un récipient peut occasionner une fuite de chlore.

Ainsi, Les équipements de neutralisation seront dimensionnés pour permettre la neutralisation d'un seul emballage de chlore.

a)- Fosse de neutralisation :

La fosse sera dimensionnée pour neutraliser une bouteille de 50 kg de chlore.

Une étanchéité doit être prise en considération et on doit prévoir également une vidange pour l'évacuation de la solution après usage.

La fosse doit permettre l'intromission d'une bouteille de 50 kg.

Les dimensions à adopter sont les suivantes 2 X 0,8 X 1,2m.

En outre il faut prévoir un système de fixation des bouteilles après intromission de cette dernière dans la fosse de neutralisation pour pallier au problème de sa flottabilité lors de sa neutralisation. Ceci peut être obtenu par l'adoption de colliers de fixation ou un système similaire.

b)- Tour de neutralisation :

Les tours de neutralisation seront dimensionnées pour permettre la neutralisation d'un récipient de chlore de 1000 kg.

Pour la catégorie A, la fosse de transvasement sera dimensionnée de façon à contenir un tank vide et permettre le transvasement du chlore du tank en fuite au tank vide.

Une pompe de recirculation et un ventilateur d'extraction sont à prévoir.

La capacité du réservoir de la solution neutralisante doit permettre le stockage de la quantité suffisante de celle-ci pour permettre la neutralisation d'un tank de chlore de 1000 kg.

La tour de neutralisation et la cuve de la solution neutralisante doivent être conçues avec leur possibilité de vidange. Cette vidange doit communiquer avec le réseau d'évacuation des rejets de la station de production. Le point de rejet ne doit présenter aucun danger pour l'environnement et pour les tiers.

Le dimensionnement de la tour de neutralisation et de ses équipements annexes (ventilateur d'extraction du chlore, pompe de recirculation de la solution neutralisante etc..) doit être établi à la base des hypothèses (données) mentionnées dans le tableau suivant ; ces équipements seront dimensionnés pour permettre la neutralisation d'un tank de 1000 kg.

Caractéristiques pour la conception des équipements de neutralisation des fuites de chlore émanant d'un tank de 1000 kg

Volume du local de stockage (m3)	500 et inférieur	600	700	800	900
Caractéristiques du ventilateur					
Débit (m3/h)	2000	2600	3100	3500	4000
Pression différentielle (mm de CE)	150	150	150	150	150
Caractéristiques de la tour					
Diamètre (mm)	1100	1150	1200	1250	1300
Hauteur de garnissage (m)	3	3	3	3	3
Caractéristiques de la pompe de recirculation					
Débit (m3/h)	25	25	25	25	25
Haut Manométrique (m)	15	15	15	15	15
Volume de bêche de la solution neutralisante (m3)	11	11	11	11	11
Volume de la solution (m3)	10	10	10	10	10
Poids de la soude (Kg)	1400	1400	1400	1400	1400
Poids de thiosulfate (kg)	700	700	700	700	700

c)- Détecteur de fuites de chlore :

Le détecteur de fuites de chlore doit être muni de deux sondes murales à placer aux points le plus bas respectivement dans le local des chloromètres et celui des récipients à chlore.

Le détecteur sera réglé sur un seuil inférieur au seuil de toxicité, le dépassement occasionnera ainsi la mise en marche du système de neutralisation et l'arrêt immédiat du ventilateur d'aération.

5.1.1.4. Matériel de sécurité

Le matériel de protection suivant doit être prévu suivant la catégorie et le degré d'importance de risque de l'installation :

Armoire pour les installations de 500 et 1000 kg :

Elle est constituée du matériel suivant :

- Deux combinaisons anti-chlore avec bouteilles à air comprimé ;
- Deux masques à chlore avec cartouches de réserves ;
- Deux paires de gants protectrices ;
- Une paire de lunettes étanches pour la protection contre les projections de la soude ;
- Un flacon d'ammoniac pour la localisation des fuites.

Armoire pour les installations de 50kg :

Elle est constituée du matériel suivant :

- Une combinaison anti-chlore avec bouteilles à air comprimé ;
- Deux masques à chlore avec cartouches de réserves ;
- Une paire de lunettes étanches pour la protection contre la projection de la soude ;
- Un flacon d'ammoniac pour la localisation des fuites de chlore.

5.1.2 : Génie civil de l'installation de chloration

Le bâtiment de chloration comportera 3 locaux distincts :

- Le local de stockage du chlore où seront aménagées les berces en béton protégé par des joints en néoprène bien fixés qui supporteront les tanks à chlore. Le nombre maximum de berces à prévoir ne doit pas dépasser 20 (deux lignes de 10) ;
- Le local qui abritera les chloromètres ;
- Le local de neutralisation des fuites de chlore.

5.1.2.1. Isolation thermique

Les cloisons périphériques seront isolées thermiquement par une double cloison avec vide.

Les terrasses seront isolées thermiquement par des panneaux de liège.

Le dépôt sera construit en matériaux résistants au feu et ne sera pas surmonté de locaux habités ou occupés en permanence par des personnes, et ne commandera ni un escalier ni aucun autre dégagement.

5.1.2.2. Etanchéité

Le dallage du local des récipients ou des emballages de chlore et le local des chloromètres sera exécuté par un revêtement anti-acide et antidérapant.

Les parois intérieures et les plafonds du local des récipients (tanks), du local des chloromètres et la tour de neutralisation seront en enduit au mortier avec incorporation d'un produit anti-acide.

Après l'exécution de la pente, les terrasses recevront une étanchéité multicouche.

Les portes doivent s'ouvrir vers l'extérieur, celle de la salle des récipients à chlore doit permettre le passage des récipients au moment de la manutention et s'orientera vers le Nord pour protéger les récipients des radiations solaires.

Au niveau supérieur de la porte, il sera prévu une ouverture permettant le passage de l'IPN, l'étanchéité à cet endroit doit être assurée, elle peut être obtenue par des joints souples.

Les ouvertures seront munies d'un dispositif d'étanchéité souple et doivent être fermées en service normal.

5.1.2.3. Aération des locaux

L'aération du local des récipients sera assurée par une ventilation forcée. Le ventilateur sera dimensionné pour permettre un renouvellement suffisant d'air de la salle et sera commandé de l'extérieur par un bouton poussoir, de façon à ne subir aucune incommodité pour le personnel ONEE - Branche EAU. Le ventilateur sera relié au détecteur de fuite de chlore de manière qu'il s'arrête au moment de la mise en marche du système de neutralisation.

5.1.2.4. Piège a chlore (cas des installations de catégories A et B)

Du fait de la densité élevée du chlore gazeux, on doit prévoir un piège à chlore à l'intérieur du local de stockage, soit un caniveau en béton d'une profondeur minimale de 40 à 60 cm et une largeur de 60 cm avec une pente légère vers le point d'aspiration de l'extracteur.

Ce caniveau sera fermé par des dalles en béton trouées.

5.1.2.5. Alimentation électrique

- Le branchement du local de chloration et ses annexes doit être conçu en fonction du régime du neutre permettant la coupure au 2^{ème} défaut.
- L'éclairage doit être conforme aux ambiances agressives, sa commande doit être placée à l'extérieur du local.
- Le voisinage immédiat extérieur du local doit être aussi éclairé.
- L'asservissement de la neutralisation doit être en semi-automatique.
- L'installation électrique doit être munie d'un vigil-ohm permettant la signalisation des défauts.
- L'alerte d'une fuite de chlore doit être signalée par un moyen sonore (klaxon) et visuel (gyrophare).

5.1.3. Autres dispositions

- Un dispositif indiquant la direction du vent doit être installé à proximité de l'installation de chloration.
- La manutention des tanks sera prévue par un palan électrique ou à chaîne et doit permettre un déplacement vertical et horizontal des emballages de chlore.
- Le système de manutention doit être livré avec un certificat d'épreuve délivré par un organisme national agréé.
- La chaîne doit être protégée contre la corrosion du chlore et la rouille.
- L'IPN portant le palan doit être prolongé jusqu'au-dessus de la fosse de neutralisation pour faciliter le déplacement de l'emballage présentant une fuite de chlore.
- Un extincteur à gaz carbonique (CO₂) de contenant 5 kg ou un extincteur à poudre polyvalente de 10 kg sera installé à l'entrée de chaque local (des récipients ou des chloromètres).

- Le fonctionnement de tous les équipements de l'installation de chloration doit être reporté au niveau tableau de commande général.
- La tuyauterie et accessoires du chlore doivent être peints d'une couleur permettant leur distinction des autres équipements.
- Le choix du type d'emballage de chlore à acquérir doit répondre à la normalisation ONEE - Branche EAU en la matière.
- Les emballages seront livrés avec une attestation d'épreuve délivrée par un organisme national agréé par le ministère de l'Énergie et des Mines.
Les emballages de chlore seront peints en couleur blanche réfléchissante.
- Afin de réduire le degré de risque, les lieux de stockage doivent être aménagés en tenant compte des critères suivants :
 - Les entrepôts de chlore doivent être des locaux dont la construction ne contient aucune matière inflammable.
 - Ils doivent être isolés de tout établissement public.
 - Ils doivent présenter une distance optimale par rapport à l'ensemble des stations à desservir.
 - Ils doivent être isolés de toute source de chaleur (y compris les rayons solaires)
 - Ils doivent être situés à une distance convenable de tout entrepôt de matières inflammables.

Article 6 - Ouvrage d'arrivée

L'ouvrage d'arrivée est, en général, conçu pour assurer la réception de l'eau brute et son équirépartition (par utilisation de déversoirs) vers les différentes files de traitement. L'injection de l'eau chlorée ou de la solution d'hypochlorite pour la préchloration ou le renforcement de cette dernière pourrait être éventuellement effectuée juste à la sortie des déversoirs précités au cas où elle n'a pas été prévue à l'amont de cet ouvrage.

Article 7 - Coagulation

Le débit d'eau brute alimentant chaque file de traitement arrive dans un ouvrage de mélange rapide pour être conditionné en réactifs de traitement (principalement le coagulant et le floculant).

Le volume de cet ouvrage doit assurer un temps de rétention de l'ordre de 2 minutes (temps de séjour de l'eau brute dans l'ouvrage).

Pour une bonne dispersion des réactifs en vue de la déstabilisation des colloïdes présents dans l'eau brute et donc d'une bonne coagulation de ces particules qui génèrent la turbidité, cet ouvrage doit être doté d'un agitateur à pales.

Le gradient de vitesse G doit être compris entre 500 et 1000/s. La valeur du produit $G \times T$ (où T est le temps de rétention de l'eau au sein de l'ouvrage) doit être comprise entre 10.000 et 100.000.

Article 8 - Débourage

Le traitement d'une eau chargée nécessite généralement une double clarification, dont la première consiste en un débourage de l'eau brute après addition du coagulant approprié.

La deuxième clarification consiste en une coagulation-floculation-décantation et filtration.

Le seuil de concentration de MES dans l'eau brute, à partir duquel le débourage devient nécessaire, est fonction du type de décanteur utilisé en deuxième clarification. Ce seuil est d'environ 2 g/l en amont de décanteurs non raclés et d'environ 5 g/l en amont d'appareils raclés.

Suivant la qualité de l'eau à traiter, il sera fait recours à ce stade d'un coagulant et/ou d'un floculant. Dans ce cas, l'entrepreneur doit prévoir un mélangeur rapide avant le débourbeur et ce en vue d'une première coagulation. Cet ouvrage est aussi destiné à assurer une répartition convenable du débit d'eau brute entrant, additionné de réactifs nécessaires, vers les débourbeurs (voir caractéristiques de conception à l'article 7 - Coagulation).

Suivant la charge de MES et leur nature, un débourbeur doit être dimensionné comme un décanteur ou comme un épaisseur, lorsque la charge de l'eau brute dépasse 20 à 30 g/l.

Les caractéristiques de conception sont données ci-après :

Pour des teneurs en MES de 2 à 10 g/l, l'entrepreneur se limitera à un temps de rétention de 1 à 2 heures et à une vitesse ascensionnelle ne dépassant pas 1,5 m/h.

Pour les eaux ayant des teneurs en MES comprises entre 10 et 50 g/l, le temps de rétention sera au minimum de 2 heures et la vitesse ascensionnelle ne doit pas dépasser 1 m/h. Pour cette plage de taux en MES, les débourbeurs lamellaires ne seront pas acceptés.

Comme les décanteurs, les débourbeurs sont de forme rectangulaire ou circulaire. Les modes d'extraction des boues, qui sont recommandés par l'ONEE - Branche EAU sont les suivants :

Par extraction gravitaire à partir de trémies accolées (cas du lamellaire par exemple pour le débouillage des eaux brutes présentant un Taux de MES maximum de 10 g/l) ;

Par pompes suceuses montées sur un pont roulant à mouvement alternatif et se déplaçant à une vitesse de l'ordre de 1 à 3 cm/s ;

Par extraction gravitaire ou par pompes fixes aspirant des fosses qui collectent les boues ramenées par les racleurs. La conception de ces pompes doit tenir compte de la siccité et du volume de boues à évacuer.

En cas de débourbeur circulaire, la collecte des eaux débouillées pourra être assurée par une goulotte périphérique qui sera solidaire au voile circulaire du débourbeur. Elle ne comportera des orifices que sur un seul côté (bord). La proposition concernant une collecte des eaux produites par une goulotte périphérique non solidaire au voile de l'ouvrage, et comportant des orifices sur ses deux côtés, ne sera pas retenue.

Il est recommandé que le débourbeur soit implanté à l'amont d'un pompage.

Aussi, les débourbeurs n'étant pas utilisés sur toute l'année, l'entrepreneur doit obligatoirement prévoir un by-pass de ces ouvrages.

Pertes en eau et garanties de débits d'eau débouillée :

Selon le type de décanteur utilisé en deuxième clarification, le teneur en MES de l'eau débouillée ne dépassera pas 2 g/l en amont de décanteurs non racleés et 5 g/l en amont de ceux dotés de raclage.

Par ailleurs, l'entrepreneur indiquera et garantira les pertes en eau dans les débourbeurs, en fonction de la charge en matières en suspension dans l'eau brute, et ce en complétant le tableau suivant :

Pertes en eau et garanties du débouillage

Taux de MES dans l'eau brute (g/l)	Débit eau brute (/s)	Débit eau débouillée (l/s)	Pertes (%)
> 3 à 5			
> 5 à 10			
>10 à 15			
> 15 à 20			
> 20 à 25			
>25 à 30			
30 à 40			
> 40 à 50			

Article 7 - Flocculation

Elle est nécessaire si la décantation envisagée n'est pas à contact de boues (à lit de boues ou à recirculation de boues).

Le gradient de vitesse G doit être compris entre 25 et 100/s et la valeur du produit GxT (où T est le temps de rétention de l'eau au sein de l'ouvrage) doit être comprise entre 10.000 et 100.000.

Le temps de rétention préconisé est de l'ordre de 30 mn.

La vitesse de transfert des eaux flocculées vers les ouvrages de décantation ne doit pas dépasser 0,3 m/s.

Article 8 - Décantation

Lors de la conception des décanteurs, l'entrepreneur doit absolument respecter les valeurs fixées pour la vitesse ascensionnelle (la charge hydraulique superficielle ou vitesse de Hazen), et le temps de rétention qui figurent dans le tableau ci-après :

Paramètres de conception

Type de décanteur	Caractéristiques		Vitesse et temps de séjour
DECANTEURS STATIQUES	CIRCULAIRE	SANS RACLAGE	Va = 0, 5 à 1 m/H Tr = 2 heures minimum.
		AVEC RACLAGE	Va = 1 à 1, 5 m/h Tr = 2 heures minimum.
	RECTANGULAIRE	SANS RACLAGE	Va = 0, 5 à 1 m/H Tr = 2 heures environ
		AVEC RACLAGE	Va = 1 à 1, 5 m/h Tr = 2 heures minimum L/l = 3 à 6 L < 25 m
DECANTEURS DYNAMIQUES A CONTACT DE BOUE	DECANTEURS FLOCCULATEURS A RECIRCULATION DE BOUES	Décanteur à recirculation de boues de genre ACCELATOR	Va = 1,5 à 2 m/h Tr global = 2 h
	DECANTEURS DYNAMIQUES A LIT DE BOUES	Pulsator	Va max= 3 m/h Trmini =1h 30 à 1h 45
Décanteur Lamellaire	Le rapport entre la surface totale des lamelles et celle de l’ouvrage au sol ne doit pas dépasser la valeur de 9.		Va max= 6 à 7 m/h Trmini =1h

NB : l’entrepreneur est tenu de justifier toute valeur de la vitesse ascensionnelle et du temps de rétention s’écartant de celles mentionnées dans le tableau ci-dessus.

Article 9 - Filtration

Au cas où l’entrepreneur propose des filtres “ouverts”, en béton armé, dont il précisera le type, les critères de conception à respecter sont les suivants :

- La filtration sera monocouche, et sur sable homogène, dont la granulométrie sera choisie dans l'intervalle : 0,5 - 1,5 mm. Le coefficient d'uniformité du sable ne doit pas dépasser la valeur de 1,6.
- La couche de sable aura une épaisseur comprise entre 0,8 et 1,2m.
- Le niveau normal du sable doit être repéré en quatre endroits du filtre par des repères en acier inoxydable, scellés et peints. La perte annuelle de sable ne dépasse pas 2%.
- Les filtres doivent être tous identiques et alignés sur une seule file. Ils seront du type extérieur, sans couverture, avec des passerelles de service, et garde-corps amovibles en acier galvanisé.
- La filtration sera à courant descendant, à équi-répartition de débit en amont, et à niveau constant.
- L'alimentation des filtres sera assurée par un canal collectant les eaux décantées émanant de tous les décanteurs. La mise en service d'un filtre doit être indépendante de la file de décanteurs (ou du décanteur) qui est en exploitation.
- Le système d'équi-répartition sera décrit par l'entrepreneur. Ce système devra assurer une équi-répartition à 10% près, étant entendu que chaque filtre doit être équipé d'un régulateur de niveau d'eau sur le filtre, agissant sur un dispositif de régulation à la sortie du filtre (siphon partialisé ou vanne modulante).
- La Vitesse de filtration doit être $\leq 7\text{m/h}$ et celle durant le lavage d'un filtre ne doit pas dépasser 9,50 m/H.
- La perte de charge maximum admise pour la filtration sera précisée par L'Entrepreneur.
- La mise en dépression des fonds de filtres devra être évitée pour pallier les risques de dégazage de l'eau dans les filtres.
- La durée maximum d'un cycle de filtration ne dépassera pas 24 heures.

Chaque filtre doit être équipé de :

- Une vanne de vidange permettant la vidange totale en moins d'une heure ;
- Deux prises de pression avec crépine et robinet d'arrêt, installés en amont et en aval du plancher du filtre ;
- Un trou de visite DN600 minimum permettant la visite complète sous le plancher des filtres ; la plaque d'obturation étant montée sur charnière pour faciliter sa manœuvre ;
- Un indicateur de colmatage (assorti de deux tubes plastiques transparents isolables par vannes pour la mesure directe à l'intérieur de la galerie technique). L'indicateur de colmatage devra être incorporé dans le pupitre de commande du filtre ;
- Un robinet de prise d'échantillon d'eau filtrée, piqué sur la sortie du filtre et facilement accessible.
- Un dispositif de mise à l'atmosphère du fond de filtre.

Le plancher supportant le matériau filtrant doit être équipé de buselures en PVC et ce à raison de 50 unités par m² de surface filtrante.

Le lavage sera assuré par retour d'air et d'eau (simultanément ou alternativement) aux débits ci-après :

- 50 m³ d'air par heure par m² de surface filtrante ;
- 7 m³ d'eau par heure par m² de surface filtrante lors du décolmatage du filtre et 20 m³/h par m² lors du rinçage du filtre.

L'opération de lavage des filtres devra être enclenchée selon les deux options suivantes :

Manuelle, où toutes les séquences seront démarrées manuellement (par des boutons poussoirs); semi-automatique, où le cycle de lavage (différentes séquences) se déroulera selon un programme pré-réglé et ajustable (automate programmable pouvant être commun à l'ensemble des filtres).

Le nombre de pompes pour le lavage des filtres doit être de deux ou trois pompes, dont une de réserve, et le nombre de surpresseurs d'air sera de deux (dont un de réserve).

Ces pompes et surpresseurs seront installés dans un local séparé (ou au sein de celui de la station de pompage d'eau traitée).

Les pompes de lavage des filtres doivent aspirer dans une réserve d'eau de lavage ; cette réserve doit être séparée du réservoir d'eau traitée destiné à la distribution. A noter que l'injection de l'eau chlorée (pour la désinfection finale des eaux produites) sera réalisée à l'aval de cette réserve afin de protéger les pompes de lavage des filtres, celles d'eau motrice alimentant les hydrojecteurs des chloromètres, etc...

Les organes de commande et de lavage des filtres doivent être rassemblés sur des pupitres (ou sur un seul pupitre) installés dans une galerie de commande fermée et surplombant les ouvrages.

Ce pupitre doit comporter sur sa face frontale:

- Un indicateur de perte de charge.
- Un commutateur d'état de fonctionnement permettant la sélection des filtres à exploiter, leur isolement, le lavage semi-automatique ou manuel;
- Des boutons à impulsion marche-arrêt pour la (les) pompe (s) d'eau de lavage, le (s) surpresseur(s) d'air de lavage ; ces boutons n'étant opérationnels que si le commutateur d'état est sur la position lavage manuel ;
- Un bouton à impulsion pour la manoeuvre de chaque vanne ;
- Des voyants lumineux (bien visibles) indiquant :
 - L'état du filtre (en fonctionnement, en arrêt, ou en lavage avec les différentes séquences),
 - Les positions des vannes (ouvertes ou fermées).

Par ailleurs, un voyant lumineux et un signal sonore d'indication de perte de charge maximum seront prévus à la salle de contrôle.

Les vasques de restitution des eaux filtrées produites, les collecteurs d'eau de lavage et d'air ainsi que les différentes vannes de régulation seront installés au sein d'une galerie aménagée sous celle des pupitres de commande.

Lors du lavage d'un filtre, les autres doivent assurer le débit nominal prévu tout en respectant la qualité de l'eau mentionnée ci-après.

L'eau filtrée présentera une turbidité $\leq 0,5$ NTU.

La consommation maximale d'eau de lavage doit être $\leq 2\%$ du débit d'eau filtrée.

Article 10 - Correction de l'agressivité des eaux traitées

L'utilisation de la chaux (au lieu d'un autre réactif) pour la correction de l'agressivité et de la corrosivité des eaux produites doit être justifiée du point de vue technico-économique par l'entrepreneur. Au cas où elle serait retenue, l'entrepreneur proposera, en solution de base, deux saturateurs statiques fonctionnant en parallèle et ce pour permettre une flexibilité d'exploitation.

- Le débit d'eau de chaux ne devra pas dépasser un équivalent de 1,3 Kg de Ca (OH)₂ par heure et par mètre carré de surface du saturateur (soit une vitesse de 0,8 m³/m²/h).

- Le poste de préparation et d'injection du lait de chaux comportera deux bacs de préparation dotés d'agitateurs et deux pompes doseuses (dont une de secours) permettant l'injection du débit maximum requis en chaux. La solution de lait de chaux aura une teneur en chaux pure de 50 g/l.

- L'introduction de la chaux en poudre dans les bacs de préparation doit être mécanisée et ne doit pas générer de la poussière (convoyeur couvert ou vis d'ARCHIMÈDE à l'intérieur d'un conduit).
- Deux pompes centrifuges (dont une de secours) alimenteront le saturateur en eau de dilution (eau à saturer en chaux). La conduite de refoulement sera dotée (à son extrémité) d'un orifice calibré créant un effet de jet et permettant une distribution uniforme de cette eau dans le saturateur. L'extrémité de cette conduite (ou le point d'injection) sera positionnée à 600 mm au dessus du fond de l'appareil. Le dernier mètre de cette conduite sera centré dans la partie conique de l'appareil. Le débit d'eau de dilution sera réglé par un rotamètre (pour correspondre au débit d'eau de chaux nécessaire à la correction des eaux produites). Le circuit d'eau de dilution doit être indépendant du circuit d'eau de service utilisé pour la préparation du lait de chaux etc....
- Un circuit d'eau sous pression sera prévu pour le rinçage de toutes les canalisations de lait de chaux (aspiration et refoulement des pompes doseuses, conduite d'alimentation en lait de chaux du saturateur, etc...) qui doivent être à base d'un matériau souple et facilement démontable (PVC ou similaire). Les diamètres de ces conduites doivent être définis de manière à éviter leur colmatage.
- Les purges de fond des saturateurs de chaux et les rejets des vidanges des bacs de préparation du lait de chaux doivent être évacués vers des bassins conçus et dimensionnés en fonction du volume global de boues (d'insolubles) générées par ces opérations. Ces bassins, au nombre de deux au minimum, fonctionnent par alternance (l'un en service alors que le second est soumis à une évaporation naturelle. Ils fonctionnent comme des décanteurs et c'est uniquement le surnageant qui sera rejeté directement à l'égout (par déversement). Les matières insolubles qui se décanteront au fond du bassin seront être évacuées (en procédant à des purges au moyen d'un système adéquat) vers les aires de séchage qui seront aménagées à côté des bassins précités. Ces matières insolubles, une fois sèches, seront transportées vers la décharge publique.
- Tous les équipements électriques et électromécaniques doivent être protégés contre la poussière et leur démontage (lors de l'entretien) doit être facile.

Garanties :

- La turbidité de l'eau de chaux sera inférieure à 20 NTU.
- Le titre de l'eau de chaux produite par le saturateur doit être au moins de 1,3 g/l.
- L'eau produite (corrigée) devra être légèrement incrustante afin qu'elle puisse déposer un léger film de carbonate de Calcium pour protéger les parois internes des ouvrages d'eau, eu égard aux problèmes de corrosion électrochimique. Les paramètres ci-après doivent être impérativement respectés :
 - * Taux de saturation (TS) en carbonate de Calcium (Ca CO_3) selon la méthode Legand-Poirier-Leroy de -1,2 à +1,5 ou indice de saturation (essai au marbre) de +0,1 à +0,2.
 - * Teneur en Calcium supérieure à 8 degrés Français (supérieure à 32 mg Ca/l).
 - * Teneur en bicarbonate (TAC) supérieure à 8 degrés Français (supérieure à 97,6 mg HCO_3/l).
 - * pH de l'eau traitée = 8,2 à 8,3.

Article 11 - Désinfection finale des eaux produites

L'utilisation du chlore gazeux ou des solutions d'hypochlorite pour la désinfection finale est fonction des débits de production (voir description de la préchloration).

La capacité unitaire du contenant de chlore (bouteilles et tanks) est choisie à base des débits de production (voir description de la préchloration).

L'injection de l'eau chlorée ou de la solution d'hypochlorite se fera à l'aide d'une canne d'injection qui sera immergée dans une bêche d'eau traitée, munie de chicanes ou au sein de la conduite d'eau traitée alimentant cette bêche.

Le temps de contact (eau filtrée avec la solution chlorée) doit être de l'ordre de 30 minutes.

Les chloromètres et leurs équipements annexes (pompes d'eau motrice notamment) doivent être dimensionnés pour un taux de préchloration pouvant varier de 1 à 2 gr/m³.

La capacité maximum unitaire d'un chloromètre doit être égale à 1,2 fois celle requise pour la désinfection finale du débit de production.

Le nombre de chloromètres sera au minimum de 2, dont un sera prévu pour le secours.

L'eau alimentant les hydro-éjecteurs (des chloromètres) doit être de l'eau filtrée.

Au cas où les sites de la préchloration et de la désinfection finale sont éloignés, un deuxième bâtiment de chloration sera prévu et ce de même conception que celui de la préchloration mais en veillant à ce que l'aire de stockage du chlore soit plus réduite.

Si les deux opérations précitées sont prévues dans l'enceinte de la station de traitement, un seul bâtiment de chloration commun sera réalisé.

Article 12 - Réactifs de traitement

Bâtiment des réactifs

Ce bâtiment abrite les postes de préparation et d'injection des réactifs, qui seront dimensionnés en fonction des données ci-après :

Sulfate d'alumine ou chlorure ferrique

- ◆ Concentration: Pour ces deux produits, les concentrations dans les bacs à réactifs seront de 150 à 250 g/l au maximum.
- ◆ Points d'injection : L'injection se fait, d'une part, dans chacun des mélangeurs rapides en tête des flocculateurs et à l'entrée des débourbeurs si ceux-ci existent.
- ◆ Les bacs au nombre de 2 (dont un de secours) seront équipés d'un revêtement anti-acide, d'un agitateur électromécanique, de tuyauteries de vidange, de trop-plein et d'un collecteur pour l'alimentation des pompes doseuses. Une sécurité doit être prévue pour protéger les pompes en cas de niveau bas.

Polymère ou alginate

- ◆ Concentration: Les concentrations en solution dans les bacs à réactifs seront au maximum de 0.5 g/l pour le polyélectrolyte et de 1.5 g/l pour l'alginate.
- ◆ Points d'injection : dans chaque bassin de floculation et à l'entrée des débourbeurs si ces derniers sont prévus.
- ◆ L'aire d'implantation de ce poste sera pourvue d'un revêtement spécial anti-dérapant,
- ◆ L'entrepreneur proposera en solution de base pour ce poste, une unité de préparation de la solution en continu et automatique capable de doser aussi bien l'alginate que le polyélectrolyte.

Chaux

- ◆ Concentration: La concentration dans les bacs à réactifs sera au maximum de 50 g/l (exprimée en produit commercial à 90 % de pureté).
- ◆ Points d'injection: dans le mélangeur rapide.
- ◆ Equipement : L'entrepreneur réalisera deux bacs en béton (dont un de secours).

Ces bacs sont à équipés de :

- Trémie de chargement anti-poussière avec porte d'accès, un compartiment de filtre avec dispositif de secouage électrique et un compartiment ventilateur,
- Un transporteur avec distribution sur les bacs,
- Electro-agitateurs mécaniques,
- Un ensemble de tuyauteries de vidange, de trop-plein et d'aspiration,
- Un interrupteur de sécurité protégeant les pompes contre le niveau bas.

Le nombre et le type de pompes doseuses sont à déterminer et à justifier par l'entrepreneur, qui doit prévoir aussi pour ce poste, un système de rinçage automatique des pompes et des circuits d'injection.

Charbon actif

- ◆ Concentration : La concentration dans les bacs à réactifs sera de 50 g/l au maximum.
- ◆ Points d'injection : L'injection se fait dans les mélangeurs rapides avant les flocculateurs.
- ◆ Le local de stockage et de préparation du charbon actif sera séparé du bâtiment d'autres réactifs pour des raisons de sécurité,
- ◆ Compte tenu de l'utilisation non continu du produit, l'entrepreneur proposera, en solution de base, une préparation par cuvées en manuel.
- ◆ Equipement : L'équipement de ce poste est similaire à celui de la chaux.

Permanganate de Potassium

- ◆ Concentration : La concentration dans les bacs à réactifs sera de 5 à 20 g/l au maximum.
- ◆ Points d'injection : L'injection se fait dans chacun des mélangeurs rapides en tête des flocculateurs.

Acide chlorhydrique

L'acide chlorhydrique est livré en vrac à une concentration de 32 % et stocké dans un réservoir à l'extérieur du bâtiment des réactifs, pour des raisons de sécurité.

L'acide à 32 % est transféré par pompe doseuse depuis ce réservoir de stockage dans un réservoir où il sera dilué six (6) fois avec de l'eau de service et stocké avant injection.

Les réservoirs d'acide sont placés dans des enveloppes étanches, en béton protégé par du brai-époxyde. L'injection se fera par pompes doseuses dans le chenal d'alimentation des clarificateurs.

Récapitulatif

Réactif	Concentration maximale de la solution en g/l	Observations
Sulfate d'alumine ou chlorure ferrique	150 à 250	
Polyélectrolyte	0.5	
Alginate	1.5	
Chaux à 90 %	50	Produite au Maroc et livrée en sacs de 50 kg
Charbon actif en poudre	50 à 100	Produit importé et livré en sacs de 25 kg
Acide chlorhydrique à 32 % ou 36 %	Dilué à 6 : 1	
Permanganate de potassium	5 à 20	Produit importé et livré sous forme de granulés en fûts métalliques de 50 kg ou de 100 kg

Cuves de préparation des réactifs de traitement

L'entrepreneur veillera à ce que l'autonomie de chaque cuve de préparation des réactifs soit au minimum de 12 heures de fonctionnement au taux de traitement maximum.

Pompes doseuses

Au minimum, deux pompes doseuses (dont une de secours) seront prévues pour chacun des postes de réactifs de traitement et ce afin d'assurer leurs dosages pour le débit maximum de la station. Le nombre exact de ces pompes doseuses sera précisé dans les Clauses Particulières qui seront élaborées pour chacun des projets.

Aire de stockage des réactifs

Les surfaces de stockage sont calculées pour une autonomie de trois (3) mois en tenant compte d'une consommation de chaque réactif au débit maximum et au taux de traitement moyen.

Article 13 - Recyclage des eaux de lavage des filtres

L'entrepreneur doit proposer et chiffrer, **en option**, une installation, pour la récupération des eaux de lavage des filtres. Ces eaux sont, en général, récupérées dans une bêche (ou deux, dont l'une est réservée à leur décantation statique) et mises en recirculation en tête de la station par deux pompes (dont une de secours) aspirant de la deuxième bêche;

Elles nécessitent parfois, de subir une clarification avant d'être recyclées. La clarification recommandée par l'ONEE - Branche EAU consiste en ce qui suit :

- Injection d'un polymère
- Flocculation
- Décantation lamellaire (voir critères de conception des décanteurs)

L'eau issue de la décantation lamellaire est collectée dans une bêche qui alimente 2 pompes (dont une de secours) assurant le recyclage de cette eau en tête de la station de traitement (au sein de l'ouvrage de mélange rapide).

Le pourcentage de l'eau à recycler ne doit pas dépasser 10 % du débit d'eau brute.

Article 14 - Traitement des boues

L'entrepreneur doit proposer et chiffrer, **en option**, une installation, pour le traitement des boues résultant des purges des décanteurs.

Cette installation doit être conçue pour traiter les boues résultant de la clarification des eaux brutes présentant une teneur de 2 g/l. Ces boues présentent donc une teneur de l'ordre de 5 g/l (elle atteint rarement les 10 g/l).

Selon la disponibilité du terrain et la quantité de boues à traiter, l'entrepreneur peut proposer (en justifiant son choix) l'un des trois types de traitement ci-après :

Epannage des boues

Les boues sont envoyées dans un grand bassin, les matières solides se déposent dans le fond et l'eau s'évapore et s'infiltré dans le sol. Le terrain doit être aménagé de telle façon que l'infiltration des eaux soit minimale.

L'alimentation du bassin peut se faire par gravité ou pompage suivant les terrains disponibles près de la station.

A base des taux d'évaporation dans la région, l'entrepreneur définira le nombre de bassins requis pour l'évaporation naturelle des eaux. Les boues qui se décantent au fond des bassins sont collectées manuellement ou par des engins mécaniques appropriés. La fréquence de cette opération sera estimée par l'entrepreneur.

Ce système trouve son application pour des usines de faibles capacités de production.

Bassin de décantation statique

Les boues sont récupérées dans une fosse de pompage puis envoyées dans trois bassins rectangulaires avec fond en pente de 60 ° comme dans les concentrateurs de boues.

Un bassin est en remplissage, un autre en décantation et le troisième en vidange. Le temps de rétention dans un bassin est de 8 à 12 heures. Les boues sont ensuite évacuées vers des lits de séchage.

Dès que la boue est sèche et pelletable, elle est enlevée, transportée sur un terrain (pour servir comme matériau de remblai) ou vers une décharge autorisée.

Epaississement des boues

Lorsque cette solution est retenue, les boues épaissies (ayant une teneur en matières sèches variant de 4% à 8%) seront traitées comme suit :

- soit additionnées de polyélectrolyte puis refoulées vers les lits de séchage par pompes à rotor excentré et à débit réglable. Le temps de séchage des boues sera au maximum de 30 jours pour obtenir des boues pelletables avec une siccité au voisinage de 18% minimum.
- soit traitées au lait de chaux et au polyélectrolyte avant d'être filtrées sur filtres presses à débatissage automatique. Les gâteaux obtenus, d'une siccité de l'ordre de 35%, sont stockés dans des trémies puis évacués par camion. Les résidus liquides des filtres-presses sont neutralisés avant d'être recyclés en tête des épaisseurs.

Les épaisseurs

L'objectif de ces ouvrages est l'épaississement des boues extraites des décanteurs. Ces boues présentent des teneurs de l'ordre de 4 g/l de MS et celles épaissies doivent avoir une teneur minimum de 20 g/l de MS.

A cet effet, les critères de conception de ces ouvrages sont les suivants :

- La charge massique maximum qui sera admise pour la détermination de la section de l'épaississeur sera de 30 Kg de MS/m².j et ce au cas où un conditionnement à la chaux des boues entrantes est prévu.
- Hauteur minimum réservée pour les boues : 1,5 m ;
- Hauteur minimum au dessus de ce " lit de boue" : 1 m

Chaque épaisseur sera doté d'un ensemble métallique à entraînement central comportant :

- Un pont racleur diamétral à entraînement central,
- Un moto-réducteur à vitesse variable.

Bâche de régulation des boues épaissies

Le volume de la bâche de régulation est calculé par la formule suivante :

$$V (m^3) = (0.9 * Q) / (n * Z)$$

Où :

- Q est le débit total des boues à pomper (l/s),
- Z est la fréquence de démarrage du groupe de pompage,
- n est le nombre de pompes.

La bâche sera équipée de deux groupes moto-pompes à boues dont un de secours. L'entrepreneur déterminera avec justification le type et les caractéristiques de ces groupes ainsi que de la conduite de refoulement.

Conception des ouvrages de déshydratation

Bassins de lagunage

- Concentration en matières sèches des boues épaissies : 20 kg/m³
- Masse volumique de la matière sèche : 2.5 g/cm³.

Lits de séchage :

La capacité de séchage d'un lit varie en fonction des conditions climatiques. Pour le Maroc, où le climat est relativement chaud et peu humide, l'entrepreneur prendra une capacité de 25 l/m²/j.

Le temps de séchage des boues sera au maximum de 30 jours, permettant l'obtention de boues pelletables avec une siccité minimale d'environ 18 %.

La hauteur maximale des lits de séchages ne doit pas dépasser 0.6 m.

Chaque lit sera équipé :

- D'un drain perforé en PVC,
- D'un lit de gravillon de 15/25 mm et de 40 cm d'épaisseur minimum,
- D'une couche de 10 cm de sable présentant une granulométrie de 0,5/1,5 mm.

L'entrepreneur veillera à ce que les lits de séchage soit disposés en batteries et desservis par un réseau de conduites en acier galvanisé permettant une répartition systématique des boues sur les lits. Les pipes d'arrosage et les drains pour les eaux infiltrées sont aussi à prévoir par l'entrepreneur.

Article 15 - Prononcés des réceptions provisoire et définitive des stations de traitement

Les performances de traitement, dont notamment celles des ouvrages de débouillage, ne pouvant être appréciées (jugées) par les deux parties que si la teneur en MES dans l'eau brute corresponde à celle préconisée par le CPS.

Chapitre 2 : Projets de déferrisation-démanganisation

L'entrepreneur proposera en solution de base un traitement physico-chimique.

La filière de traitement biologique sera proposée en variante et ce au cas où les caractéristiques de l'eau brute la justifient (voir analyses dans les CTP du projet).

Le nombre de files de production sera indiqué dans les CTP du projet. Ces files seront distinctes, interconnectées et fonctionnant en parallèle afin de permettre une flexibilité d'exploitation. Chacune de ces files sera constituée, au moins, d'une tour d'oxydation et d'un filtre.

La filière de traitement physico-chimique constituant la solution de base comportera les étapes suivantes, dont les ouvrages correspondants seront réalisés au sein d'un bâtiment.

Article 20 - Aération éventuelle

Cette étape est recommandée au cas où l'eau brute présente une très faible teneur en oxygène dissous. Elle constitue une préoxydation à l'air libre qui sera complétée par l'utilisation d'un réactif chimique approprié (en général du chlore ou du permanganate de potassium).

Les critères de conception d'un tel ouvrage, qui sera réalisé en béton armé, sont mentionnés dans l'article 3 du présent document.

Cet ouvrage sera prévu à l'extérieur du bâtiment.

Article 21 - Ajustement éventuel du pH de l'eau brute

Un poste de préparation et d'injection de la soude liquide sera prévu en vue d'ajuster le pH de l'eau brute à la valeur de 7,2 pour l'oxydation du fer au cas où la teneur en manganèse dissous dans l'eau brute ne dépasse pas la valeur recommandée par les Normes de potabilité de l'ONEE - Branche EAU.

Dans ce cas, il s'agira principalement d'une déferrisation.

Si l'eau brute présente une teneur en manganèse dissous qui dépasse la valeur prescrite par les Normes précitées, l'Entrepreneur est tenu de ramener le pH de l'eau brute à une valeur permettant d'optimiser la démanganisation, la coagulation-floculation et la désinfection finale de cette eau.

Le poste de préparation et d'injection de ce réactif comportera ce qui suit :

- Deux cuves (dont une de secours) de volume unitaire assurant une autonomie de 12H d'exploitation de l'usine.
- Deux pompes doseuses (dont une de secours) de débit unitaire pouvant ramener la valeur du pH de l'eau brute à la valeur requise pour l'oxydation de l'élément chimique à précipiter (7,2 pour le fer et supérieure à 9,5 pour le manganèse).

Article 22 - Oxydation

L'utilisation de l'air surpressé ou du chlore pourrait être suffisante pour l'oxydation du fer tandis que celle du manganèse dissous nécessite l'injection du permanganate de potassium.

L'injection de l'air surpressé sera assurée au niveau d'un mélangeur statique qui sera installé à l'amont de la tour d'oxydation.

Cette tour, réalisée en acier d'une épaisseur de l'ordre de 6 mm, sera traitée par une peinture anti-corrosion

Elle sera remplie d'une couche de pouzzolane (ou similaire) afin d'augmenter la surface de contact entre l'air et l'eau à traiter.

Le volume de ce matériau doit assurer un temps de rétention (temps de contact) de l'eau brute de l'ordre de 10 mn.

Le chlore (ou ses dérivés) ainsi que le permanganate de potassium seront injectés à l'amont de la tour d'oxydation.

Les Clauses Techniques relatives à l'utilisation du Chlore et du permanganate de potassium sont mentionnées respectivement dans les articles 5 et 12 de ce document.

Article 23 - Coagulation-floculation sur filtre

Le fer et le manganèse dissous peuvent être présents sous forme de complexes dans l'eau brute (silicates et/ou acides humiques). Même à des teneurs faibles et malgré l'utilisation d'un oxydant fort (permanganate de potassium), ces complexes resteront sous forme dissoutes. A cet effet, l'entrepreneur doit prévoir un poste pour la préparation et l'injection du coagulant afin de les précipiter au niveau de la filtration et de réduire ainsi la couleur et la turbidité de l'eau produite.

A noter que les précipités résultant de l'oxydation sont généralement les hydroxydes ferriques et la magnésie.

Les Clauses Techniques relatives à l'utilisation du sulfate d'alumine et du chlorure ferrique sont mentionnées dans l'article 12 de ce document.

Article 24 - Filtration sur sable

Selon la taille du projet, cette filtration sera assurée à travers des filtres ouverts ou fermés (voir prescriptions dans les CTP du projet).

Encas d'utilisation des filtres sous pression, ils doivent être réalisés en acier et avoir une épaisseur de l'ordre de 6 mm. Ils seront traités par une peinture anti-corrosion.

L'entrepreneur proposera une filtration sur un lit bi-couche (sable +anthracite), qui sera lavé à contre-courant par de l'air et de l'eau traitée.

La taille effective du matériau filtrant sera de l'ordre de 1 mm et la vitesse de filtration ne dépassera pas 10m³/m².h.

L'Entrepreneur proposera le nombre de filtres prescrit dans les CTP du projet et une installation commune pour le lavage des filtres (groupes de lavage plus surpresseurs d'air).

Les caractéristiques de conception d'une installation de lavage des filtres sont mentionnées dans l'article 8 du présent document.

Les entrées et les sorties des filtres devront être équipées de prises d'échantillons.

En fonction des teneurs en fer et en manganèse, l'entrepreneur indiquera la fréquence de lavage d'un filtre et précisera les pertes en eau.

Au cas où l'Entrepreneur proposerait une filtration à zéolithes, il devra indiquer la fréquence de régénération de ce zéolithe.

Article 25 - Désinfection finale de l'eau produite

(Voir l'article 11 du présent document)

Une acidification éventuelle est recommandée surtout si le pH de l'eau brute avait été relevé à une valeur dépassant 9,5 pour la démantanisation. A cet effet, l'Entrepreneur proposera un poste de préparation et d'injection d'acide sulfurique (voir l'article 12 de ce document).

Le fonctionnement de la station de déferrisation-démanganisation sera en automatique avec la possibilité d'un fonctionnement manuel.

Article 26 - Traitement des eaux de lavage des filtres

Les eaux de lavage des filtres seront traitées par évaporation naturelle dans des petites lagunes qui seront aménagées dans l'enceinte de l'usine.

A cet effet, il sera prévu deux ouvrages (un opérationnel et le deuxième en attente) pour la sédimentation naturelle des microflocs constitués généralement d'hydroxydes de fer et de manganèse.

Ces lagunes seront conçues de manière que l'on puisse évacuer leur surnageant vers le collecteur des rejets de la station de déferrisation-démanganisation.

La conception de ces lagunes en fonction de la masse solide (microlocs) doit être définie par l'Entrepreneur qui précisera le temps de fonctionnement de la lagune avant son curage.

Après curage, les boues doivent être envoyées dans la décharge contrôlée la plus proche.

Toutes les dispositions d'accès et d'entretien doivent être prévues et précisées par l'Entrepreneur.

Garanties :

Les installations réalisées doivent garantir principalement ce qui suit :

- Teneur en fer < 0,05 mg/l ;
- Teneur en manganèse < 0,02 mg/l ;
- Oxygène dissous à un taux de saturation supérieur à 75 % et ce avant la désinfection finale ;
- Turbidité < 0,5 NTU ;
- L'eau traitée doit être à l'équilibre calco-carbonique et doit répondre aux normes marocaines de potabilité.

Chapitre 3 : Projets de déminéralisation des eaux saumâtres et de dessalement de l'eau de mer

Article 30 - Déminéralisation des eaux saumâtres

La déminéralisation des eaux saumâtres présentant des salinités (TDS) variant de 2 à 10 g/l de sels dissous, sera assurée par Osmose Inverse.

C'est uniquement ce procédé qui sera retenu par ONEE - Branche EAU.

L'entrepreneur déterminera le taux de conversion maximum (Y) que pourra assurer son unité de déminéralisation et ce en fonction de la composition chimique de l'eau saumâtre à déminéraliser.

Ce taux qui sera justifié par une note de calcul définira le nombre adéquat d'étages à prévoir pour la déminéralisation de l'eau saumâtre en question.

Le nombre de files de production de l'usine sera spécifié par l'ONEE - Branche EAU et ce dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières du projet faisant l'objet du concours.

30-1- Pompage Basse Pression

Le soumissionnaire prévoira un groupe électropompe Basse Pression pour chaque file de production. Un groupe de secours pour l'ensemble des files de production, sera posé ou livré au magasin (voir CTP du projet).

Ces groupes seront centrifuges et disposés selon les normes et les règles de l'art sur des socles en béton armé.

Ils serviront à alimenter, en eau saumâtre préchlorée, les ouvrages de prétraitement et auront les caractéristiques suivantes:

- Q = débit d'eau saumâtre, requis par une file de production.

- HMT = à déterminer par l'entrepreneur.

- Composition métallurgique:

- Corps: 316 L (Cr = 20%, Ni = 12%, Mo = 2,5%, C = 0,03 %, Si = 1,5 %) ;
- Roue : 904 L (Cr = 20%, Ni = 25%, Mo = 4,5%, Cu = 1,5%, C = 0,01 %)
- Axe : 904 L (voir composition de la roue).

- Toute pompe aura une protection contre le « Bas niveau » pour éviter la cavitation.

Toutes les canalisations « Basse Pression » jusqu'à l'entrée des pompes « Haute Pression ») seront en GRP (Plastique renforcé par de la fibre de verre) ou en matière plastique. Le matériau retenu par l'entrepreneur doit être justifié.

30-2- Prétraitement de l'eau saumâtre

Le prétraitement recommandé par l'ONEE - Branche EAU consistera en ce qui suit :

- a- **Préchloration** : (voir l'article 5 du présent document).

b- Filtration :

Pour que l'eau brute présente un SDI (Silt Density Index) satisfaisant les prescriptions des fabricants de modules (SDI < 3), une filtration est impérative afin de retenir les particules en suspension éventuellement présentes dans cette eau. Ces particules peuvent aussi résulter de l'oxydation du fer dissous dans l'eau saumâtre lors de sa préchloration.

La filtration sera assurée par des filtres sous pression (un par train de production), remplis de sable de granulométrie (taille effective) de l'ordre de 0,8 mm.

Le matériau utilisé pour la construction des filtres sera du G.R P ou de l'acier qui sera soit ébonité, soit recouvert (intérieurement) par une membrane en caoutchouc.

- Ces filtres seront alimentés en parallèle.
- La vitesse de filtration sera de l'ordre de 10 m³/m².h.
- Le lavage des filtres s'enclenchera automatiquement en fonction du seuil de la DP (différence des pressions « entrée » « sortie » du filtre).

Par ailleurs, ces filtres pourront être lavés « manuellement ».

Ce lavage s'effectuera à contre courant, de préférence par de l'eau saumâtre filtrée, (moyennant 2 groupes électropompes dont 1 de secours), et l'air refoulé par 2 compresseurs (dont 1 en secours).

- Les vitesses de lavage seront :

- Décolmatage à l'air : 50 m³/h par m² de surface filtrante.
- Lavage à l'eau : 7 m³/h par m² de surface filtrante en phase de décolmatage et 15 m³/h par m² de surface filtrante en phase de rinçage.

c- Acidification (acide sulfurique):

Le dosage d'acide est prévu pour éviter la précipitation de carbonate de calcium. L'acide sera stocké dans un réservoir pour une autonomie de 6 mois. Ce réservoir, conçu à base d'un matériau approprié, sera logé dans une cuve afin de contenir les éventuelles fuites d'acide.

L'injection d'acide se fera par 2 pompes doseuses (dont 1 en secours). Les caractéristiques de ces pompes (débit et HMT) seront définies par l'Entrepreneur.

Deux bacs en PVC seront prévus pour la préparation de la solution d'acide. Le volume unitaire permettra une autonomie de 12 heures.

Ces bacs seront dotés d'agitateurs.

Toute la tuyauterie (aspiration-refoulement) ainsi que les raccords seront en matière plastique (PVC ou polyéthylène).

d- Injection d'un séquestrant (Flocon ou similaire):

Le dosage du séquestrant pour limiter la précipitation des sulfates, sera assuré par 2 pompes doseuses (dont 1 en secours). Les caractéristiques de ces pompes (débit et HMT) seront définies par l'Entrepreneur.

Deux bacs en PVC seront prévus pour la préparation de la solution de séquestrant.

Le volume unitaire permettra une autonomie de 12 heures. Ces bacs seront dotés d'agitateurs.

Toute la tuyauterie (aspiration-refoulement) ainsi que les raccords seront en matière plastique (PVC ou polyéthylène).

e- Déchloration :

Le chlore résiduel présent dans l'eau brute, attaque les membranes d'osmose inverse et les détériore. La neutralisation du chlore sera assurée par une injection du métabisulfite de sodium (NaHSO_3) qui est un réducteur ou par filtration à travers un lit de charbon actif en grains CAG.

Le dosage du NaHSO_3 sera assuré par 2 pompes doseuses (dont 1 de secours). Les caractéristiques de ces pompes (débit et HMT) seront définies par l'Entrepreneur.

Deux bacs en PVC seront prévus pour la préparation de la solution de métabisulfite de sodium.

Le volume unitaire permettra une autonomie de 12 heures. Ces bacs seront dotés d'agitateurs.

Le poste de déchloration sera dimensionné à base d'un taux de chlore résiduel de l'ordre de 1 g/m³.

Ce réactif sera injecté à la sortie des microfiltres (voir ci-après).

Toute la tuyauterie (aspiration-refoulement) ainsi que les raccords seront en matière plastique (PVC ou polyéthylène).

- Deux appareils de mesure du potentiel REDOX (fonctionnant en dérivation) arrêteront le pompage haute pression (voir ci-après) et ce au cas où le potentiel mesuré dépasse le seuil (c'est à dire au cas où il y a présence de chlore résiduel libre).

f- Microfiltration:

La protection des membranes requiert une microfiltration qui doit retenir toutes les particules (de fer notamment).

L'Entrepreneur doit prévoir un microfiltre par file, comportant des cartouches en polypropylène dont le seuil de microfiltration sera de 5 microns.

La charge superficielle sera au minimum de 10 m³/h.m².

Le matériau constituant le corps du microfiltre sera en plastique renforcé par de la fibre de verre (GRP). Les paniers seront en acier inoxydable 316 L.

Remarque:

Le manque (l'absence) de débit au refoulement des pompes doseuses de l'acide sulfurique, du séquestrant (flocon) ou du bisulfite de sodium doit arrêter le pompage (basse pression et haute-pression) et actionner l'ouverture de la vanne pour rejeter les eaux prétraitées dans le caniveau.

- Le fonctionnement des pompes doseuses de réactifs sera asservi au fonctionnement des pompes basse pression.

- Toute pompe doseuse aura une protection contre le « Bas niveau » pour éviter la cavitation.

30-3- Installations de Déminéralisation**a- Pompage Haute Pression :**

Le soumissionnaire prévoira un groupe électropompe Haute Pression pour chaque file de production. Un groupe de secours pour l'ensemble des files de production, sera posé ou livré au magasin et ce selon le débit de ce groupe (voir CTP du projet).

Ces groupes seront centrifuges (sauf pour les faibles débits de production) et disposés selon les normes et les règles de l'art sur des socles en béton armé.

Ils serviront à alimenter les modules d'osmose inverse en eau saumâtre prétraitée.

Ils auront les caractéristiques suivantes:

- Q = débit d'eau saumâtre, requis par une file de production.
- HMT : A définir par l'entrepreneur en fonction du type de membranes Proposées (de modules).
- La composition métallurgique des aciers inox constituant les pompes haute pression sera, au moins, la suivante :
 - Corps : acier inox 316 L
 - Roue : acier inox 904 L
 - Axe : acier inox 904 L
- La protection de ces pompes contre le « Bas niveau » sera prévue pour éviter la cavitation.
- Toutes les canalisations « Haute Pression » (refoulement des pompes HP, tuyaux d'alimentation des modules, tuyaux de sortie de la saumure jusqu'à la vanne de détente de cette dernière) seront en acier inox 904 L ou AVESTA 254 Smo.

b- Trains de modules d'osmose inverse et leurs ouvrages annexes :

La production en eau déminéralisée de l'usine sera assurée par le nombre de lignes (trains ou racks) de production, qui sera précisé dans les CTP du projet.

L'entrepreneur est tenu de concevoir l'usine en tenant compte de ce qui suit :

- La minéralisation totale de l'eau saumâtre ;
- Le débit de production demandé pour ce projet ;
- Le nombre de lignes de production prescrit dans les CTP du projet;
- Le taux de conversion maximum permis par la composition chimique de cette eau saumâtre.
- Minéralisation totale de l'eau produite inférieure ou égale à 500 mg/l.

Au cas où l'agencement des modules est du type "série rejet", qui est connue sous le nom de « Brine-staging » (c'est le taux de conversion qui imposera une telle configuration afin que la déminéralisation soit assurée par deux ou trois étages), la saumure sortant des modules du premier étage du train alimente les modules du deuxième étage du même train et ainsi de suite. La saumure émanant de chaque train de production sera détendue par une vanne qui permettra de modifier le taux de conversion global en cas de nécessité.

L'évacuation de la saumure, à partir de ladite vanne, se fera par une conduite en PVC et ce jusqu'au caniveau qui collectera toutes les eaux usées de l'usine.

Pour chaque train de modules, les productions d'eau déminéralisée émanant des deux ou trois étages seront collectées séparément avant d'aboutir dans un collecteur en PVC qui alimentera une bêche surélevée (bêche de reflux).

Un conductivimètre sera prévu pour arrêter le fonctionnement de l'usine lorsque la conductivité de l'eau déminéralisée dépassera la valeur de consigne).

La bêche de reflux (réalisée en G.R.P ou PVC) évitera l'assèchement des modules (en cas d'arrêt intempestif de la pompe Haute Pression) et ce par retour d'eau déminéralisée vers ces modules.

Par ailleurs, elle sera dotée d'un trop plein qui alimentera le collecteur général (en PVC) de l'eau déminéralisée produite par les différentes lignes de l'usine.

La capacité de la bache précitée sera définie par l'entrepreneur.

Un poste pour le nettoyage chimique des modules et leur rinçage à l'eau est à prévoir par l'Entrepreneur, qui est tenu de fournir une note de calcul indiquant les taux de dosage des différents réactifs appliqués pour ce nettoyage chimique ainsi que les différents fournisseurs de ces réactifs aussi bien au Maroc qu'à l'étranger. On prévoira deux pompes de recirculation (de préférence identiques) dont les caractéristiques (Débit, HMT) seront définies par l'entrepreneur.

Ces pompes seront fabriquées à base de l'acier inox 316 L et seront protégées au niveau de leur aspiration par un microfiltre à cartouches 5 microns.

Le rinçage à l'eau de chaque train de modules sera assuré par la mise en service de ces pompes qui aspireront l'eau déminéralisée depuis les baches surélevées de reflux (bâches anti- assèchement des modules).

Ces pompes auront une protection contre le « Bas niveau » pour éviter la cavitation.

30-4- Post-traitement:

L'Entrepreneur prévoira le traitement adéquat pour que l'eau douce produite par l'usine, présentant une minéralisation totale de 500 mg/l, soit potabilisée et qu'elle réponde aux normes de qualité des eaux d'alimentation humaine (voir Normes Marocaines jointes dans le dossier de la consultation et Directives de l'OMS).

L'eau produite devra notamment être légèrement incrustante afin qu'elle puisse déposer un léger film contrôlé à base de carbonate de Calcium pour protéger les parois internes des ouvrages d'eau, eu égard aux problèmes de corrosion électrochimique. Les paramètres ci-après doivent être impérativement respectés :

- Taux de saturation (TS) en carbonate de Calcium selon la méthode Legand-Poirier-Leroy de 1,2 à 1,5 ou indice de saturation (essai au marbre) de +0,1 à +0,3.
- Teneur en Calcium supérieure à 8 degrés Français (supérieure à 32 mg Ca/l).
- Teneur en bicarbonate supérieure à 8 degrés Français (supérieure à 97,6 mg HCO₃/l).
- pH = 8,2.

Par ailleurs, l'eau déminéralisée subira une désinfection finale (voir l'article 11- Désinfection finale) avant d'être distribuée pour la consommation humaine.

30-5- Garanties et données à fournir par l'entrepreneur :

L'Entrepreneur fournira obligatoirement avec son offre ce qui suit:

- a- Un descriptif complet, en langue française, sur le fonctionnement de l'unité de déminéralisation et de ses ouvrages annexes.
- b- Un schéma simplifié du circuit de l'eau depuis la prise d'eau brute jusqu'au réservoir de stockage d'eau potable en indiquant à chaque phase le débit, la température et la pression du fluide (diagramme PID).Ce schéma comportera également les circuits électrique, d'automatisme et des réactifs.

- c- Un plan d'ensemble de l'usine et les plans de tous les ouvrages avec leurs coupes.
- d- Les caractéristiques techniques de tous les groupes de pompage (débit, hauteur manométrique et rendement).
- e- Le nombre de jours par an de non-disponibilité de l'unité.
- f - La régulation de l'unité, l'automatisme et la marche manuelle de l'usine.
- g- La qualité de l'eau dessalée garantie (TDS) à la sortie des trains de modules, assortie d'une note de calcul justificative. Elle doit être au maximum de 500 mg/l.
- h- Un descriptif détaillé de tous les ouvrages.
- i - Une note de calcul justifiant Le taux de conversion maximum garanti.
- j- Les performances techniques qu'il garantit en complétant le tableau ci-après :

Tableau des garanties

<u>Eau déminéralisée :</u>		
- Production horaire	m ³ /h	....
- Production journalière	m ³ /jour	....
- Pression à la sortie	bar eff	....
- Salinité maximale en sels dissous.	ppm	500
<u>Eau de saumâtre :</u>		
- Débit horaire	m ³ /h	.....
- Température	° C	16 à 24
- Salinité	ppm	.....
- Pression "entre modules"	bar eff	.....
<u>Saumure :</u>		
- Débit	m ³ /heure	.....
- Pression "sortie turbine"	bar eff	.....
- Salinité	ppm	.....
<u>Modules et tubes de pression :</u>		
- Nombre		.....
- Type et marque		.....
- Dimensions et poids		.....
- Taux maximal de conversion	%	.....
- Durée de vie des membranes	ans	.....
- Taux de remplacement des modules :	%/an	.....
<u>Electricité :</u>		
- Consommation spécifique	kwh/m ³ d'eau dessalée	.....
<u>Produits chimiques :</u>		
- Consommation spécifique	gr/m ³ d'eau dessalée	.....
- Consommation journalière de chacun des réactifs	kg/j	.....
- Lavage chimique des membranes	Nombre/an	.....

- Cette liste est indicative et nullement limitative; en fait, le soumissionnaire doit fournir tous les renseignements, documents, plans et schémas permettant de bien apprécier son offre technique.

30-6- Détermination du prix de revient du mètre cube d'eau produite :

L'Entrepreneur déterminera le prix de revient du mètre cube d'eau produite et indiquera tous les détails qui ont servi pour le calcul. L'évaluation de ce prix de revient sera à effectuer selon la décomposition figurant au tableau ci-après qui est à respecter par l'Entrepreneur ;

- Pour le génie-civil, la durée de vie est de 40 ans.
- Pour les équipements hydromécaniques, la durée de vie est de 15 ans.
- La durée de vie des membranes qui est garantie par l'entrepreneur.
- Le prix du KWh électrique est de 1,00 DH.
- Pour le personnel, les salaires sont donnés dans le document d'information.
- Le coût des réactifs est donné dans le document d'information.

Le coût du mètre cube d'eau produite sera déterminé en tenant compte des taux d'actualisation de 0%, 5%, 8%, 10%, et 15%. Les résultats définitifs seront consignés dans le tableau ci-après :

Prix de revient du m³ d'eau produite

	Prix de revient du m ³ d'eau produite	DH/m3	.....
1.	<u>Amortissement sur l'investissement</u>	DH/m3	.....
	- Génie-civil	DH/m3	.....
	-Equipement	DH/m3	.....
	-Total I	DH/m3	.....
2.	<u>Coût d'exploitation</u>	DH/m3	.....
	-Energie	DH/m3	.....
	-Réactifs	DH/m3	.....
	-Personnel	DH/m3	.....
	-Pièces de rechange	DH/m3	.....
	-maintenance	DH/m3	.....
	-remplacement des modules	DH/m3	.....
	TOTAL II (Frais de fonctionnement)	DH/m3	.....
	TOTAL GENERAL (I + II)	DH/m3	.....

Coût du m³ d'eau produite

Taux d'actualisation (%)	Coût du m ³ d'eau (DH/m3)
0	
5	
8	
10	

- Les tableaux ci-dessus seront inclus dans l'enveloppe de la soumission (pli financier).

30-7- Pièces de rechange :

L'Entrepreneur fournira les pièces de rechange nécessaires à une exploitation normale des installations pendant une durée de cinq (5) années.

Il fournira également les pièces de rechange pour les équipements dont l'arrêt accidentel prolongé serait préjudiciable au bon fonctionnement général des installations.

L'Entrepreneur s'engagera à fournir toutes les pièces de rechange demandées par les sous commandes et il s'engagera par ailleurs à assurer le service après-vente à 100%.

Les pièces de rechange seront livrées dans des emballages indiquant de façon précise la nature exacte de la pièce et, le cas échéant, le numéro du repère correspondant sur les plans de matériel fournis.

L'Entrepreneur fournira par ailleurs, les équipements spéciaux éventuels et les outils nécessaires au contrôle, au dépannage, au démontage et au montage des équipements installés. Enfin, il fournira les matières consommables (huiles, graisses) des équipements pour une durée de fonctionnement d'une année.

La liste précise, ouvrage par ouvrage, des pièces détachées et leurs prix unitaires seront obligatoirement fournis dans le cadre du Bordereau des Prix et du Détail Estimatif remis dans l'Offre.

Ces pièces de rechange ne peuvent en aucun cas être utilisées par l'Entrepreneur pendant le délai de garantie.

30-8- Documentation :

L'Entrepreneur fournira au plus tard deux mois avant le début des mises en service trois exemplaires en version provisoire de tous les plans et documents nécessaires à l'exploitation et à la maintenance du matériel.

La version définitive de ces documents sera remise au plus tard trois mois après la fin de mise en service, en cinq exemplaires, dont un reproductible. Elle inclura toutes les modifications et adaptations effectuées au cours des mises en service. Elle sera conçue de manière à pouvoir être aisément mise à jour lors d'éventuelles transformations ultérieures. L'Entrepreneur tiendra compte des demandes, remarques et commentaires du Maître de l'Ouvrage pour l'élaboration des documents définitifs.

Article 31 - Dessalement de l'eau de mer

Le dessalement de l'eau de mer sera assuré, en solution de base, par la technique de l'Osмосe Inverse moyennant une récupération de l'énergie de la saumure.

Cette solution de base est obligatoire, cependant l'entrepreneur pourra présenter, en solution variante, la distillation par compression de la vapeur ou la distillation à multiples effets MED.

Pour la solution de base, l'entrepreneur déterminera le taux de conversion maximum (Y) que pourra assurer son unité de déminéralisation et ce en fonction de la composition chimique de l'eau de mer.

Ce taux qui sera justifié par une note de calcul définira le nombre adéquat d'étages à prévoir pour le dessalement de l'eau de mer en question.

Le nombre de files de production de l'usine sera spécifié par l'ONEE - Branche EAU et ce dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières du projet faisant l'objet du concours.

31-1- Pompes Basse Pression :

Le soumissionnaire prévoira un groupe électropompe Basse Pression pour chaque file de production. Un groupe de secours pour l'ensemble des files de production, sera posé ou livré au magasin (voir CTP du projet).

Ces groupes seront centrifuges et disposés selon les normes et les règles de l'art sur des socles en béton armé.

Ils serviront à alimenter, en eau de mer préchlorée, les ouvrages de prétraitement et auront les caractéristiques suivantes:

- Q = débit d'eau de mer, requis par une file de production.
- HMT = à déterminer par l'entrepreneur.
- Composition métallurgique:
 - Corps: 316 L (Cr = 20%, Ni = 12%, Mo = 2,5%, C = 0,03 %, Si = 1,5 %) ;
 - Roue : 904 L (Cr = 20%, Ni = 25%, Mo = 4,5%, Cu = 1,5%, C = 0,01 %)
 - Axe : 904 L (voir composition de la roue).

Toute pompe aura une protection contre le « Bas niveau » pour éviter la cavitation.

Toutes les canalisations « Basse Pression » jusqu'à l'entrée des pompes « Haute Pression ») seront en GRP (Plastique renforcé par de la fibre de verre) ou en matière plastique. Le matériau retenu par l'entrepreneur doit être justifié.

31-2- Prétraitement de l'eau de mer :

(Idem que le § 1-2)

A noter que la déchloration sera assurée uniquement par l'utilisation du métabisulfite de sodium (NaHSO₃)

31-2-1- Installations de Déminéralisation

a- Pompage Haute Pression : (idem que § 1-2.a)

A noter que la pression maximale de l'eau de mer sera de 70 bars à l'entrée des modules.

b- Trains de modules d'osmose inverse et leurs ouvrages annexes : (idem que § 1-2.b)

A noter que la minéralisation totale de l'eau produite sera de 500 mg/l.

c- Post-traitement: (idem que § 1-2.c)

31-2-2- Garanties et données à fournir par l'entrepreneur

(Idem que § 1-4)

31-2-4- Détermination du prix de revient du mètre cube d'eau produite

(Idem que § 1-5)

31-2-5- Pièces de rechange

(Idem que § 1-6)

31-2-6- Documentation

(Idem que § 1-7)

Cahier des clauses techniques générales relatives aux marchés de travaux d'eau potable

Tome 6 : Traitement

Version 1 (Octobre 2012)

Approuvé par décision n°01 du 21/02/2013

Le Directeur Général de l'ONEE

Le Directeur Général
ALI FASSI FIKRI

21 FEV. 2013