



Avenue Abdoulaye FADIGA ; BP 3108 Dakar- SENEGAL

## CONSTRUCTION DE L'AGENCE AUXILIAIRE DE LA BCEAO A TAHOUA

*Travaux de Réalisation, d'Equipement et de Raccordement d'un forage profond  
sur le site projeté de l'agence BCEAO de Tahoua, République du Niger*

### DOSSIER D'APPEL D'OFFRES

### CAHIER DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES (CPT)

Novembre 2022

<p><b><u>MAITRE D'OUVRAGE DELEGUE</u></b></p>  <p><b>BATE International</b> "Espace et Lumière" BATE International, B.P. 177 NIAMEY Rue 478, CITE SONITEL ; Tel : (227) 20 35 28 35 E-mail : <a href="mailto:info@bate-international.com">info@bate-international.com</a></p>	<p><b><u>ARCHITECTE</u></b></p>  <p><b>CABINET INAKA</b> Architecture - Urbanisme - Ingenierie INAKA , BP : 10564 Niamey-Niger Tel: <a href="tel:0022790387467">00227 90387467</a> / <a href="tel:0022794125547">00227 94125547</a> E-mail : <a href="mailto:assao.akadir@gmail.com">assao.akadir@gmail.com</a></p>
<p><b><u>BUREAU D'ETUDES TECHNIQUES</u></b></p>  <p><b>Bétas</b> Bureau d'Etudes Techniques d'Assistance et de Surveillance en constructions civiles BP : 401 Niamey – Niger ; Tél : (+227) 20 73 79 95 Email : <a href="mailto:betas2007@yahoo.fr">betas2007@yahoo.fr</a></p>	<p><b><u>BUREAU DE CONTROLE TECHNIQUE</u></b></p>  <p><b>apave</b> APAVE BURKINA 01 BP 2060 OUAGADOUGOU 01 Tél. : 00 (226) 25 30 16 78 Fax : 00 (226) 25 33 17 78 Email : <a href="mailto:apave.bf@apave.com">apave.bf@apave.com</a></p>

**Spécifications des Travaux d'un forage profond sur le site projeté de l'agence BCEAO de Tahoua, République du Niger**

**TABLE DE MATIERES**

<b>Spécifications des Travaux d'un forage profond sur le site projeté de l'agence BCEAO de Tahoua, République du Niger.....</b>	<b>2</b>
<b>Article 1. Consistance des travaux de réalisation du forage.....</b>	<b>4</b>
<b>Article 2. Contextes géologiques et hydrogéologiques.....</b>	<b>4</b>
<b>Article 3. Organisation des chantiers.....</b>	<b>5</b>
3.1 Organisation.....	5
3.2 Horaires du travail.....	5
<b>Article 4. Matériel d'exécution.....</b>	<b>5</b>
4.1 Conception et état du matériel.....	5
4.2 Spécification du matériel.....	6
4.2.1 Sondeuses, compresseurs et pompes à boues.....	6
4.2.2 Matériel de diagraphie.....	6
4.2.3 Matériel de développement et de pompage.....	6
4.2.4 Autres équipements.....	7
4.3 Visite de conformité.....	7
<b>Article 5. Descriptions techniques du forage.....</b>	<b>7</b>
5.1 Réalisation d'un avant trou et pose d'un tube guide.....	8
5.2 Forage de reconnaissance.....	8
5.3 Exécution des diagraphies.....	8
5.4 Alésage et équipement du forage.....	8
5.5 Développement.....	10
5.6 Pompages d'essai.....	10
5.7 Analyses d'eau.....	11
<b>Article 6. Réalisation de la tête de forage.....</b>	<b>12</b>
<b>Article 7. La pompe et l'armoire électrique.....</b>	<b>13</b>
<b>Article 8. Qualité des matériaux et des fournitures à utiliser</b>	<b>14</b>
8.1 Dispositions générales.....	14
8.2 Caractéristiques des tubages.....	15
<b>- Tubage provisoire.....</b>	<b>15</b>
<b>- Tubage permanent.....</b>	<b>15</b>
8.3 Ciment.....	15

8.4 Le gravier.....	16
<b>Article 9. Documents à produire par l'entrepreneur.....</b>	<b>16</b>
9.1 Foration.....	16
9.2 Equipement.....	16
9.3 Développement.....	17
9.4 Carnet de chantier.....	17
<b>Article 10. Cadre d'application des prix unitaires.....</b>	<b>17</b>
<b>Article 11 : Contrôle des travaux.....</b>	<b>19</b>

## **Article 1. Consistance des travaux de réalisation du forage**

Les travaux du forage profond prévu sur le site projeté de l'agence auxiliaire de la BCEAO de Tahoua, en République du Niger, comportent :

- La réalisation du sondage de reconnaissance avec un diamètre d'au moins 6 pouces, jusqu'à 700 mètres de profondeur ;
- L'exécution des opérations de diaggraphie, avec mesures des résistivités, de la radioactivité et de la polarisation spontanée (PS) des terrains traversés,
- L'alésage du sondage de reconnaissance en diamètre d'au moins 12 pouces ;
- L'équipement du forage en casing acier, 9 pouces (de 0 à environ 600 m), pour la chambre de pompage et en inox 6 pouces pour le captage (590 à 700 m),
- Le nettoyage et le développement du forage par air lift ;
- L'exécution des essais de pompage pour déterminer les conditions d'exploitation de l'ouvrage ;
- La fourniture et l'installation des équipements d'exhaure comprenant ;
  - Une tête de forage,
  - Une pompe immergée et son armoire électrique,
  - Une colonne d'exhaure
  - Une conduite de refoulement
- Le raccordement électrique et hydraulique de ces équipements d'exhaure.

## **Article 2. Contextes géologiques et hydrogéologiques**

Les travaux intéresseront la zone sédimentaire du Continental Terminal et du Continental Intercalaire / Hamadien, constituée de sable dunaire, d'une alternance de sable fin plus ou moins argileux et d'argile et des niveaux des sables fins à moyens du CI/H. Les aquifères prévues d'être captés sont contenus dans le Continental Hamadien (CH), entre 600 et 700 mètres de profondeur.

## **Article 3. Organisation des chantiers**

### 3.1 Organisation

Il appartient à l'entreprise d'aménager à ses frais la plate forme nécessaire à la mise en place de ses matériels sur l'emplacement du forage défini par le maître d'œuvre.

L'ensemble des moyens de l'entrepreneur sera placé sous l'autorité d'un conducteur des travaux qui sera le premier interlocuteur du maître d'œuvre. Les travaux seront conduits sur place par un chef du chantier permanent parfaitement qualifié dans ce type d'intervention.

Avant le démarrage des travaux, le maître d'œuvre présentera à l'entreprise le programme d'exécution qui précisera notamment l'ordre des ouvrages.

### 3.2 Horaires du travail

Les conditions générales de travail fixées par la réglementation nationale sont applicables au personnel de l'entreprise.

Cependant, l'exécution d'un forage profond demande un travail en continu. L'entrepreneur doit donc posséder au moins deux équipes de forages pour assurer la permanence des travaux.

La circulation de la boue sera obligatoire jusqu'à la fin de l'installation des équipements.

## **Article 4. Matériel d'exécution**

### 4.1 Conception et état du matériel

Le choix définitif des matériels à mettre en œuvre relève de la responsabilité de l'entrepreneur qui est censé connaître les conditions locales du forage, l'accessibilité des sites, la cadence d'exécution et les spécifications techniques des ouvrages.

L'entrepreneur doit être en possession du matériel au moment de son offre dans laquelle il précisera également la marque, le type, l'origine, l'âge et les caractéristiques (sondeuses, compresseurs, pompe à boue, camions porteurs, autres matériels...).

En tout état de cause, le matériel proposé devra être en parfait état de marche. L'entrepreneur proposera aussi des matériels de remplacement de son matériel principal en cas de pannes majeures.

## 4.2 Spécification du matériel

### 4.2.1 Sondeuses, compresseurs et pompes à boues

Appareils rotary mixtes pouvant fonctionner à l'air, à l'eau, à la mousse et à la boue et pouvant poser un tubage provisoire d'au moins 15" pour une profondeur d'au moins 20 mètres.

Ces appareils pourront forer indifféremment les terrains tendres ou les terrains durs.

La capacité de levage des sondeuses sera telle qu'elles pourront extraire au moins 20 m de colonne de tubage provisoire de diamètre 15".

La capacité des ateliers et leurs accessoires doivent pouvoir permettre le forage d'au moins 800 m, en diamètre 12" et en rotary à la boue.

La capacité minimale de la pompe à boue sera de pouvoir maintenir une bonne circulation dans un trou de forage de 12" et une profondeur minimale de 800 m.

### 4.2.2 Matériel de diaggraphie.

***L'entrepreneur doit pouvoir disposer d'un matériel de diaggraphie avec des sondes pour les résistivités normales de 8', 16' et 64', la polarisation spontanée (SP) et la radioactivité gamma.***

***Le matériel de diaggraphie doit avoir un câble supérieur à 800 m et doit être capable de mesurer au minimum tous les mètres soit sur enregistreur analogique soit sur enregistreur digital***

### 4.2.3 Matériel de développement et de pompage

Dans le cas d'un développement à l'air lift par un dispositif indépendant de l'atelier de forage, il sera équipé d'un compresseur délivrant 5 500 l/mn et une pression appropriée.

Une colonne d'air d'au moins 700 m doit être prévue pour le nettoyage du fond du forage.

Le dispositif de pompages d'essai doit permettre l'exhaure d'au moins 60 m<sup>3</sup>/h à 150 m et une évacuation des eaux à 100 m du point de pompage.

#### 4.2.4 Autres équipements.

L'Entrepreneur devra pouvoir disposer sur place des instruments nécessaires au contrôle de routine de la qualité des boues (la viscosité, le PH, la teneur en sable et la densité).

Ce contrôle interviendra toutes les heures et sera consigné dans le cahier de chantier.

L'atelier de forage et de pompage sera équipé des projecteurs de lumière, permettant le travail de la nuit.

#### 4.3 Visite de conformité

Une visite de conformité des matériels sera faite contradictoirement avant la notification de démarrage des travaux. Cette visite aura pour but de constater :

- La conformité des matériels proposés dans l'offre,
- La compatibilité entre les capacités des matériels proposés, les prescriptions techniques du CPT et les délais d'exécution.

### **Article 5. Descriptions techniques du forage**

Le choix des méthodes et des matériels à mettre en œuvre ainsi que celui des diamètres exacts de forage restera sur l'initiative de l'entreprise et sous sa seule responsabilité pour peu qu'elle reçoive l'approbation préalable du Maître d'Oeuvre ou de son représentant.

Les spécifications ci dessous sont données à titre indicatif :

L'Entrepreneur assurera un prélèvement d'échantillons pour chaque mètre de foration et / ou à chaque changement de terrain. Les échantillons des cuttings seront lavés de la boue et stockés dans des caisses compartimentées dûment repérées et étiquetées. La vitesse d'avancement sera prise pour chaque mètre de foration.

Les principales caractéristiques des éléments de l'ouvrage sont résumées ci-dessous.

### 5.1 Réalisation d'un avant trou et pose d'un tube guide.

Pour maintenir le sable mouvant de la surface, il sera exécuté un avant trou de 17"<sup>1/2</sup> sur une profondeur d'au moins 20 mètres selon la nature du terrain. Un tube guide de 15" sera posé de manière à assurer un soutènement stable.

### 5.2 Forage de reconnaissance.

La foration pour la reconnaissance sera réalisée avec un diamètre d'au moins 6" <sup>1</sup>/<sub>4</sub>, en rotary à la boue avec des produits biodégradables (l'utilisation des produits de bentonite ne sera pas admise).

Poursuite du sondage de reconnaissance jusqu'à au moins 80 mètres dans les terrains aquifères.

Le forage ne pourra dépasser les 700 m de profondeur, qu'en cas exceptionnels.

Lors de la foration, il sera noté régulièrement la viscosité, le PH, la teneur en sable et la densité de la boue.

### 5.3 Exécution des diagraphies

L'entrepreneur sera responsable que le forage de reconnaissance subisse des diagraphies immédiatement après l'arrêt de la foration.

Ces diagraphies comprendront la résistivité normale de 8', 16' et 64', la polarisation spontanée (SP), la conductivité et la radioactivité gamma.

Les mesures se feront au minimum par mètre. Le câble des sondes pourra être descendu par un treuil avec compteur de mètres, digitale ou non, ou à la main avec un câble gradué au mètre.

Les paramètres pourront être recueilles plusieurs à la fois ou chacune par opération séparée. Les données devront être présentées sous forme graphique sur place et rapportées ultérieurement avec les données sous forme digitale (tablées).

En cas de forage négatif, l'équipement de travail sera extrait et le forage immédiatement rebouché avec ses déblais.

La profondeur d'arrêt du forage sera conjointement décidée par l'entreprise et le représentant du Maître d'Œuvre.

### 5.4 Alésage et équipement du forage

Sur la base des données des diagraphies exécutées, de la lithologie et de la granulométrie des terrains traversés et des venues d'eaux éventuelles observées, le forage sera alésé et équipé. Il sera ainsi procédé à :

- Alésage du sondage de reconnaissance jusqu'à autour de 700 m (ou jusqu'au toit de la première nappe à capter) avec un diamètre de 12" ;
- Pose d'un tubage casing de 9" ½ de +0,5 m à 600 m de profondeur, avec cimentation à la base sur au moins 70 m, pour constituer la chambre de pompage ;
- Mise en place de la colonne de captage de diamètre 6" ½ (tube plein en acier inox et crépine en acier inox type Johnson slot 0,5 mm) ou de toute autre marque de caractéristiques similaires. Un recouvrement de 10 m sera assuré avec le casing de la chambre de pompage ;
- Gravillonnage de l'espace annulaire (massif filtrant 1-2 mm).

Les chutes ne seront pas comptabilisées et non rémunérées.

Le crépinage des tubes inox devra être réalisé en usine et aura des ouvertures des fentes de 0,5 mm.

La base de la colonne de captage comportera un tube de décantation de 5 m de longueur obturée à sa base par un bouchon de pied.

En surface, la colonne du casing devra dépasser le terrain naturel de 0,5 m et sera obturée par un bouchon provisoire pourvu d'un cadenas avant le déplacement de la sondeuse.

Au terme de la pose de la colonne de captage, l'espace annulaire sera comblé jusqu'à 5 mètres en dessous du sommet de l'inox avec du gravier de quartz roulé de granulométrie adaptée (1 à 2 mm) à celle du terrain encaissant, aux fentes de la crépine et à l'épaisseur du massif de gravier.

La jonction de la colonne de captage de 6" ½ au casing de 9" ½ se fera par un système de libération (dit équipement perdu) préalablement approuvé par le représentant du maître d'œuvre.

Pour assurer l'étanchéité entre la colonne de captage et le terrain stérile, un recouvrement de 10 m sera assuré avec le casing de la chambre de pompage

L'emploi de rochers concassé et de gravier même partiellement latéritique est interdit.

Un bouchon étanche en pellets d'argiles expansives sera mis en place au dessus du niveau de gravier, sur une hauteur d'au moins 5 mètres.

En cas de chute d'équipement due à une fausse manœuvre, l'entreprise est tenue à ses frais de procéder au repêchage et reprendre un nouvel équipement. A défaut, l'entrepreneur est tenu de recommencer un nouveau forage à l'endroit

indiqué par le contrôleur. Par ailleurs le trou et l'équipement du forage perdu sont à la perte de l'Entrepreneur

### 5.5 Développement

Le développement se fera par la méthode de l'air lift soit par l'atelier de forage soit par une unité indépendante ou par tout autre procédé proposé par l'entreprise et approuvé par le représentant du maître d'œuvre.

Dans tous les cas les opérations de développement devront intervenir dans un délai acceptable (24 heures) après la réalisation de l'ouvrage (fin de gravillonnage).

La durée de soufflage sera de 24 heures de temps ou jusqu'à obtention d'une eau claire exempte de particules sableuses ou argileuses.

Tout développement supplémentaire sera à la charge de l'entreprise dans la mesure où l'impossibilité d'obtenir l'eau claire est liée à un défaut d'exécution du forage et dans ce cas, l'ouvrage ne sera pas réceptionné.

Au cours du développement, le débit sera mesuré toutes les 30 minutes et en cas d'utilisation d'une colonne simple, le niveau d'eau sera mesuré avant le début du soufflage et immédiatement après l'arrêt. Dans le cas d'un air lift exécuté à l'aide d'une double colonne (air /eau), on mesurera simultanément toutes les 30 minutes le débit et le niveau d'eau.

La précision pour les mesures ne sera pas moins de 10% pour les débits, de 2 centimètres pour les niveaux et de 5 centimètres pour les profondeurs.

A la fin du développement, il sera procédé à la désinfection du forage à l'aide de pastilles de chlore.

### 5.6 Pompages d'essai

Les essais de débit devront être réalisés dans un délai de 5 jours après la réalisation du forage à l'aide d'un atelier indépendant.

Au cas où cet atelier serait équipé pour réaliser également le développement à l'air lift, le pompage d'essai pourra intervenir immédiatement après la fin du développement mais en aucun cas avant que la nappe ait retrouvé son niveau statique d'avant développement.

L'entreprise devra disposer sur place d'un groupe électrique avec une batterie des électropompes immergées permettant l'exhaure de 80 m<sup>3</sup>/h à 150 m de profondeur.

Les essais de pompage comporteront deux étapes, les essais par paliers et les essais à débit constant de longue durée.

Les essais par paliers sont de type non enchaîné (au minimum 4 paliers d'une durée minimum de 120 minutes par palier suivie de 6 heures de remontée après le dernier palier).

La durée de pompage à débit constant sera de 48 heures et celle de la remontée de 12 heures.

Le débit d'exhaure, la fréquence des mesures, le choix des éventuels paliers et leurs durées, et la durée d'observation de la remontée de la nappe seront déterminés conjointement par l'entrepreneur et le Maître d'Œuvre ou son représentant.

Les mesures de débit seront faites au fût de 200 litres et chronomètre ou éventuellement par un débitmètre et les mesures de niveau à l'aide de sondes électriques.

La précision pour les mesures ne sera pas moins de 5% pour les débits, de 1 centimètre pour les niveaux.

Au cas où le débit constaté au pompage d'essai ne correspondrait pas, au minimum, à la productivité enregistrée pendant le développement, l'entreprise pourra être amenée à recommencer à ses frais une opération de développement.

La programmation et l'interprétation des données relève au Maître d'Œuvre ou son représentant.

### 5.7 Analyses d'eau

Sur le forage équipé, l'entreprise prélèvera à la fin des pompages d'essai un échantillon d'eau de volume suffisant qu'elle fera analyser à ses frais auprès d'un laboratoire agréé par le Maître d'Œuvre.

Les analyses physico-chimiques devront comporter au minimum les paramètres suivants : les ions majeurs, les ions mineurs et les éléments en trace dangereux pour la santé (Fluorures, les Nitrites).

Certains paramètres physiques seront par ailleurs mesurés sur le terrain au moment des travaux d'essai de pompage : Température, pH, conductivité, alcalimétrie.

## **Article 6. Réalisation de la tête de forage**

Entre la sortie du tuyau de refoulement de la pompe et le départ de la canalisation de refoulement vers le réservoir, une conduite de tête de forage de diamètre égal à celui de la conduite de refoulement sera installée conformément aux prescriptions techniques et comprendra les éléments suivants, tous de diamètre nominal identique à celui de la conduite :

- Un tube métallique à sceller dans la margelle de 300 mm de diamètre et de 60 cm de hauteur par rapport à la margelle avec un raccord à brides pour fixer la plaque de protection
- Une plaque de protection de tête de forage, assurant la fermeture du forage
- Un coude à 90° à grand rayon de même diamètre que le tuyau de refoulement
- Un clapet anti-retour à faible perte de charge
- Un filtre à sable
- Une ventouse
- Un manomètre
- Un robinet de puisage
- Une vanne
- Un compteur d'eau de type Woltex ou équivalent
- Une vanne d'arrêt
- Les accessoires de raccordement.

Les éléments seront équipés de raccords à brides et reliés entre eux par des éléments de conduite en acier inoxydable ou en fonte. Une attention particulière sera portée au respect des longueurs de tranquillisation en amont et en aval du compteur d'eau équivalent à au moins 8 fois le diamètre nominal du compteur.

Une prise de pression sera aménagée sur la conduite de tête de forage : diamètre ½ pouce, position verticale, hauteur 10 cm, équipée d'une vanne ¼ tour, filetée à son extrémité sur 1 cm au pas gaz et fermée par un bouchon fileté en acier inoxydable.

Par ailleurs, la tête de forage doit inclure la construction d'une margelle en béton armé.

La margelle à réaliser obéira aux spécifications minimales suivantes :

- Dimensions : 100x100x40 cm
- Armature en fer à béton 6 et 8 mm
- Béton armé à 350 kg de ciment/m<sup>3</sup> de béton
- Pente vers l'extérieur permettant l'évacuation des eaux excédentaires.
- Les têtes de forages seront reliées aux pompes par des tuyaux en acier inoxydable.

Après la réalisation de la tête de forage, une conduite de refoulement en PVC DE110 PN 10 sera posée et raccordée à la tête de forage et à la conduite alimentant la bache d'eau.

Les têtes de forages seront reliées aux pompes par des tuyaux en acier inoxydable.

## **Article 7. La pompe et l'armoire électrique**

### **7.1 L'électropompe immergée**

La pompe immergée en acier inoxydable sera de type pompe centrifuge à plusieurs étages, à simple flux, avec des roues à aubes radiales ou semi-axiales. Le corps de la pompe est placé en haut et le moteur en bas. L'aspiration sera protégée par des crépines.

Le moteur sera à courant monophasé ou triphasé, 50 Hz, et doit être conçu pour une puissance maximale absorbée par la pompe, de sorte qu'il soit protégé contre la surcharge. Le moteur sera à refroidissement à l'eau.

Les accessoires du groupe électropompe sont le câble de raccordement électrique, un jeu d'accessoires pour l'exécution d'une jonction amovible pour câbles, raccord de câble, y compris masse isolante, dispositif de protection contre la marche à sec, éventuellement contacteur dans l'air et protection contre la foudre ainsi que le coffret de commande.

Le diamètre de la pompe doit correspondre au diamètre du nouveau forages. La pompe immergée sera installée dans le forage et suspendue à la colonne montante, cette dernière étant elle-même suspendue à la tubulure du couvercle. Pour que la pompe soit suspendue exactement au milieu de la chambre de pompage, des appareils de centrage seront mis en place au niveau de la pompe et de la colonne montante. Quant à la colonne montante, des tuyaux en acier inoxydable seront utilisés. L'encombrement de la pompe devra être telle qu'elle puisse être installée, avec ses accessoires et fonctionner normalement dans le forage de diamètre indiqué plus haut.

<b>Localité</b>	<b>Puissance pompe à installer</b>	<b>Débit forage m<sup>3</sup>/h</b>	<b>Hmt estimée en m</b>
TAHOUA	7,5 kW	20	100

**Tableau travaux de fourniture et installation de pompe immergée**

Il est à noter que ces valeurs ont été estimées sur la base des caractéristiques des forages existants se trouvant sur les mêmes sites où seront réalisés les nouveaux forages. Toutefois, les caractéristiques hydrodynamiques réelles déterminées à l'exécution des nouveaux forages seront mises à la disposition de l'entrepreneur avant la commande des pompes et des groupes électrogènes qui doit avoir l'approbation préalable du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre.

### **7.2. Armoire électrique**

L'armoire électrique est une construction en tôle d'acier ou acier galvanisé, fermée de tous les côtés et munie de porte. Les instruments de mesure et de commande, les lampes de signalisation devraient être disposés de manières dégagées, claires et lisibles ou accessibles sans nécessiter l'ouverture du

panneau avant du coffret.

Elle doit avoir une pochette de rangement des schémas de câblage et du réseau électrique ainsi que les notices d'entretien de l'installation.

Lorsque l'armoire est en tôle d'acier, elle devra recevoir une couche initiale et finale de peinture intérieure et extérieure. Elle devrait être livrée et câblée en fonction des puissances de la pompe et du générateur et des intensités des courants.

La mise à la terre des masses est obligatoire, un puits de terre avec une valeur inférieure à 30 ohms est relié au collecteur de masse par une barrette de coupure de la mise à la terre.

Cette armoire doit contenir le démarreur de la pompe. Le mode de démarrage doit être choisi de manière à ne pas induire un effondrement de la tension de l'alternateur et une baisse exagérée du régime du moteur thermique. En rappel, un démarrage direct d'un moteur asynchrone de courant nominal  $I$  fait apparaître pendant le laps de temps de démarrage un appel de courant de 6 fois  $I$  l'intensité nominale. Le mode de démarrage (étoile triangle, démarreur progressif électronique ...) permet de réduire ce courant d'appel et de ce fait la puissance du groupe électrogène. Il doit contenir aussi un inverseur d'énergie

## **Article 8. Qualité des matériaux et des fournitures à utiliser**

### **8.1 Dispositions générales**

L'entrepreneur soumettra à l'approbation du Maître d'Œuvre les matériaux qu'il compte employer avec indication de leur nature et de leur provenance.

L'entreprise assurera sous sa propre responsabilité l'approvisionnement régulier des matériaux pour la bonne marche des travaux.

Nonobstant l'agrément du Maître d'Œuvre pour la qualité des matériaux et pour leur lieu d'emprunt, l'entreprise reste responsable de la qualité des matériaux mis en œuvre.

Il lui appartient de faire exécuter à ses frais toutes les analyses et tous les essais de matériaux nécessaires à une bonne exécution de l'ouvrage.

L'entreprise ne saurait se prévaloir de l'autorisation du Maître d'Œuvre en ce qui concerne les lieux d'emprunt pour se retourner contre lui dans le cas d'une action intenté par des tiers du fait de l'exploitation des carrières ou gisements.

D'une façon générale, un contrôle de conformité entre les matériaux et/ou matériels proposés et ceux utilisés sera effectué en totalité ou par

échantillonnage au cours des travaux. Tout produit, matériel ou matériaux jugé défectueux ou ne répondant pas aux critères retenus par le Maître d'Œuvre et proposés par l'entreprise devra être remplacé sans délai et à ses frais par l'entreprise.

Toute interruption de chantier due à ce motif ne pourra donner lieu à aucun dédommagement ni délai supplémentaire.

## **8.2 Caractéristiques des tubages**

### **- Tubage provisoire**

Le tubage provisoire à installer sera au minimum 15" en acier ou en tôle roulé. Il sera soit vissé par filetage bout à bout soit soudés sur place. Il sera capable à résister au tir de retrait de machine jusqu'à une profondeur de 20 m sans cassures.

### **- Tubage permanent**

Pour les ouvrages qui seront réalisés, les caractéristiques des équipements exigées sont :

Les tubages d'extension de la chambre de pompage seront en acier de diamètre intérieur égal à 9" ½ en éléments de 3, 6 ou 9 mètres de longueur et capable de résister à une profondeur de 700 m.

Les tubages de captage seront en acier inox, les diamètres intérieurs ne seront pas inférieurs à 6" ½. L'origine et la qualité des tubages devront être soumises à l'approbation du maître d'œuvre.

Ils seront lisses et en éléments de 3 m ou 6 m. Le filetage sera robuste, rond ou carré, dans la demi - épaisseur de façon à ce que leur manutention se fasse sans difficulté jusqu'à la fin de l'opération. A défaut les éléments seront soudés sur place au cours de la manutention.

Les tubages devront présenter toute garantie de résistances à l'écrasement, cisaillement et torsion durant leur mise en place et leur exploitation.

Les crépines seront de type Johnson en acier inox avec des fentes de 0,5 mm réalisés en usine, ou toute autre marque de caractéristiques identiques. Le coefficient d'ouverture ne sera pas inférieur à 2 % de la surface totale.

## **8.3 Ciment**

Le ciment à utiliser sera de type PORTLAND artificiel CPA 325. Il devra être livré en sacs de 50Kg à l'exclusion de tout autre emballage. Tout sac abîmé ou présentant de grumeaux sera refusé. Les récupérations de poussières de ciment sont interdites.

#### 8.4 Le gravier

Le gravier introduit dans l'espace annulaire des forages sera du gravier de quartz ou de silice propre, rond calibré et dépourvue des poussières.

La granulométrie ordinaire du gravier suite au tamisage sera de 1 à 2 mm.

L'origine et la qualité du gravier seront soumises à l'approbation préalable du Maître d'Œuvre.

### **Article 9. Documents à produire par l'entrepreneur**

L'entreprise tiendra à jour un cahier de chantier qui sera rempli constamment et immédiatement au fur et à mesure du déroulement des opérations. Il sera à tout moment mis à la disposition du maître d'oeuvre ou son représentant. Dans ce document seront consignées au moins les informations suivantes :

- Appellation du chantier,
- Date de mise en place
- Listes du personnel et des équipements mobilisés

#### **9.1 Foration**

- Heure de mise en station de l'atelier
- Relevé de chronomètre du compresseur au début et à la fin de la foration (dans le cas des forages à l'air).
- Relevé des mesures de viscosité et de la densité des boues de forage chaque ½ h
- Nature et épaisseur des couches rencontrées,
- Vitesse d'avancement (par ml),
- Mode de foration, outil, fluide, foration, diamètre...,
- Niveaux de changement des boues de forage (pertes de circulation, dilution spontanée des boues).
- Niveaux venues d'eau/aquifères rencontrées avec estimation des débits (dans le cas des forages à l'air).
- Examen granulométrique des terrains sédimentaires encaissants au droit du captage.
- Résultats des diagraphies
- Incidents arrivés lors de travaux de forage

#### **9.2 Equipement**

- Schéma du plan de captage retenu, profondeur de mise en place, côte des niveaux pleins et crépinés,
- Volume et côte de mise en place du gravier, du bouchon étanche, et de la cimentation de tête

- Nature des équipements, fentes des crépines, granulométrie du massif filtrant.

### **9.3 Développement**

- Côte des dispositifs (colonne d'air et d'eau, de la pompe..)
- Toute indication sur la mesure des débits enregistrés, leur fréquence de mesure, les durées de pompage ou de développement, les durées de remontée et tous les éléments permettant d'établir la courbe de pompage et de remontée.

### **9.4 Carnet de chantier**

D'une manière générale, le carnet de chantier devra contenir toutes les informations pertinentes, remarques, observations à la fois du maître d'œuvre et de l'entreprise et être chaque jour signé des deux parties.

Toute directive, ordre porté sur ce carnet de chantier, signé des deux parties aura valeur d'ordre de service et complétera à ce titre les engagements contractuels des deux parties.

## **Article 10. Cadre d'application des prix unitaires**

### **- Mobilisation, installation, et démobilitation**

Prestations rémunérées au forfait comprenant l'amenée, l'installation sur le site et le repli après les travaux, de tous les matériels (ateliers de forages et accessoires, unités indépendantes de pompage ou de développement...) et tout le personnel, y compris toutes sujétions.

### **- Forage rotary à l'air, à la mousse ou à la boue des terrains de recouvrement sableux, altérites ou sédimentaires en diamètre 17" ou plus et pose du tube guide et de son retrait.**

Prestation rémunérée au mètre linéaire comprenant la foration au rotary en diamètre 17" ou plus, à l'air, à la mousse ou à la boue quelle que soit la nature du terrain y compris toutes sujétions. La prestation comprend aussi l'installation et le retrait du tubage provisoire de 15" ou plus.

Précision des longueurs arrondies au demi - décimètre le plus proche.

### **- Forage rotary à la boue de terrains sédimentaires en diamètre minimum de 6" pour la reconnaissance géologique.**

Prestation rémunérée au mètre linéaire comprenant la foration au rotary à la boue en diamètre 6" au tricône dans les grès ordinaires ou dans les cas des grès durs avec un tricône pointillé, y compris le nettoyage complet du trou de forage et toutes sujétions. Précision des longueurs arrondies au demi - décimètre le plus proche.

**- L'exécution des diagraphies**

Prestation rémunérant à l'unité, selon les modalités décrites plus haut, et quelle que soit la profondeur. L'exécution des diagraphies comprend la résistivité normale de 8', 16' et 64', le SP, la conductivité et le gamma.

**- Alésage du sondage de reconnaissance en diamètre minimum de 12" jusqu'à la profondeur requise, pour constituer la chambre de pompage et le captage,**

Prestation rémunérée au mètre linéaire comprenant l'alésage au rotary à la boue en diamètre 12" au tricône dans les grès ordinaires ou dans les cas des grès durs avec un tricône pointillé, y compris le nettoyage complet du trou de forage et toutes sujétions. Précision des longueurs arrondies au demi - décimètre le plus proche.

**Fourniture et pose des tubages pleins Casing pour la chambre de pompage en diamètre 9"1/2, y compris la cimentation de sa base sur au moins 70 mètres de hauteur**

Ne sont rémunérées que les longueurs réellement posées avec le demi mètre supplémentaire dépassant du terrain naturel. Les chutes ne seront pas rémunérées. Précision des longueurs arrondies au demi - décimètre le plus proche.

**- Equipement du forage de sa colonne de captage (tube plein et crépine Johnson en acier inox de 6" 1/2)**

Ne sont rémunérées que les longueurs réellement posées avec le demi mètre supplémentaire dépassant du terrain naturel. Les chutes ne seront pas rémunérées.

Précision des longueurs arrondies au demi - décimètre le plus proche.

**- Gravillonnage**

Prestation rémunérée au taux forfaitaire par forage, comprenant la fourniture et la pose du gravier calibré dans l'espace annulaire quelle que soit la profondeur y compris toutes sujétions. Les hauteurs gravillonnées doivent être contrôlées et comptabilisées à partir de la côte de la colonne de captage et non à partir de la profondeur forée. Précision de la longueur arrondie au demi - décimètre le plus proche.

**- Remblai de l'espace annulaire par les déblais de forage**

Prestation rémunérant à l'unité, selon les modalités décrites, et quelle que soit la profondeur, le remblaiement de l'espace annulaire du forage positif par les déblais de forage jusqu'à 20 m du terrain naturel y compris toutes sujétions.

**- Cimentation de tête sur 20 mètres**

Prestation rémunérant à l'unité selon les modalités décrites, les fournitures, la confection et la pose d'un coulis de ciment dans l'espace annulaire.

**- Remblaiement du forage négatif**

Prestation rémunérant à l'unité, selon les modalités décrites, et quelle que soit la profondeur, le remblaiement total, par ses déblais, d'un ouvrage abandonné et y compris toutes sujétions.

**- Développement par air lift**

Prestation rémunérant à l'heure de fonctionnement l'unité de développement et comprenant l'amenée, l'installation, le repli de ladite unité y compris son immobilisation pendant le soufflage et la remontée ainsi que de celle de son personnel, y compris toutes sujétions.

**- Pompage d'essais**

Prestation rémunérant à l'heure de fonctionnement de l'unité de pompage et comprenant l'amenée, l'installation, le repli de ladite unité y compris son immobilisation pendant le pompage et la remontée ainsi que de celle de son personnel, y compris toutes sujétions.

**- Immobilisation de l'atelier avec force motrice**

Prestation rémunérant à l'heure toute immobilisation de l'atelier de forage, moteurs en marche avec tout son personnel y compris toutes sujétions soit sur demande du Maître d'Oeuvre soit du fait d'une défaillance de celui-ci dans l'organisation du planning de travail.

**- Immobilisation de l'atelier sans force motrice**

Prestation rémunérant à l'heure toute immobilisation de l'atelier de forage, moteurs arrêtés avec tout son personnel y compris toutes sujétions soit sur demande du Maître d'Oeuvre soit du fait d'une défaillance de celui-ci dans l'organisation du planning de travail.

**- Analyse de l'eau**

Prestation rémunérant à l'unité le prélèvement et l'analyse d'un échantillon d'eau dûment attesté par ses résultats.

**Article 11 : Contrôle des travaux**

Le contrôle et la surveillance des travaux seront assurés par un représentant du Maître d'œuvre (un consultant sera recruté pour la conduite de cette activité).

Ils porteront sur :

- La définition du programme des travaux et de son ordre d'exécution en accord avec l'entreprise,
- La communication de l'implantation à l'entreprise,
- Les indications prévisionnelles données à l'entreprise sur la géologie et sur la profondeur à atteindre pour le forage,

- La décision de la poursuite ou de l'arrêt des ouvrages, leur équipement ou leur abandon,
- Le plan de captage du forage défini avec le chef foreur,
- Le contrôle et la surveillance des développements et essais de pompage.

***Nota Bene : Le plan de captage est défini en concertation avec le chef foreur et le contrôleur du forage mais la réalisation de ce captage dans les règles de l'art relève de la responsabilité finale de l'entreprise.***

**Bordereaux des prix unitaires, en HT/HD, pour les travaux d'un forage profond sur le site projeté de l'agence BCEAO de Tahoua, République du Niger**

N°	Désignation	Unité	Prix Unitaire en chiffre	Prix unitaire en lettre
<b>100</b>	<b>Postes généraux</b>			
101	Mobilisation générale de tout le matériel et du personnel et installation sur le site et repli après les travaux	U		
<b>200</b>	<b>Réalisation du forage</b>			
201	Forage des terrains de recouvrement en 17" ½ y/c tubage provisoire de 15"	ml		
202	Forage rotary à la boue de terrains sédimentaires en diamètre minimum de 6" pour le sondage de reconnaissance	ml		
203	Exécution des diagraphies	U		
204	Fourniture et pose des tubes Casing 9" ½ , y/c la cimentation à sa base sur au moins 70 mètres	ml		
205	Fourniture et pose du tubage plein en acier inox 6" ½	ml		
206	Fourniture et pose des crépines en acier inox 6" ½	ml		
207	Gravillonnage de l'espace annulaire du forage dans la partie captage	U		
208	Remblai de l'espace annulaire du casing avec déblais de forage	U		
209	Cimentation de la tête du forage en casing sur 20 m	U		
210	Remblaiement du forage négative éventuel	U		
211	Développement à l'air lift	H		
<b>300</b>	<b>Pompage d'essai par paliers</b>			
301	Temps de pompage avec suivi du niveau	H		
302	Temps de remontée avec suivi du niveau	H		
<b>400</b>	<b>Pompage d'essai longue durée</b>			
401	Temps de pompage avec suivi du niveau	H		
402	Temps de remontée avec suivi du niveau	H		
403	Fourniture et installation de la margelle (1 mètre cube de béton semi enterré autour du casing d'extension)	U		
404	Mise à disposition de l'atelier avec force motrice	H		
405	Mise à disposition de l'atelier sans force motrice	H		
406	Prélèvement pour analyse physico-chimique et bactériologiques de l'eau	U		
<b>500</b>	<b>Equipements d'exhaure</b>			
501	Fourniture et montage complet des installations selon spécifications techniques y compris toutes sujétions.			

502	Fourniture et installation complète d'une électro - pompe immergée en acier inoxydable avec raccordement fileté et la mise en service, la fourniture comprend également les électrodes et les câbles correspondants pour la protection contre la marche à sec ainsi qu'un bon nombre de fiches de raccordement, le relais se trouve dans l'armoire de commande à fournir par l'entrepreneur y compris son alimentation électrique et toutes sujétions			
503	Fourniture, pose et mise en service d'une armoire de commande et protection blindée pour la pompe immergée, avec tous les accessoires nécessaires au bon fonctionnement du système, l'installation comprend également la connexion au réseau d'alimentation électrique existant, y compris toutes sujétions.			
504	Fourniture et installation de colonne d'exhaure en acier galvanisé à chaud, fileté à manchon de 6 ml de longueur l'unité y compris le montage, le raccordement et toutes sujétions.			
505	Fourniture et pose de conduite DE110 PVC PN 10 avec grillage avertisseur, toutes les pièces de raccordement à la tête de forage à la bache d'eau existante et au réseau de distribution existant, y toutes sujétions comprises.			

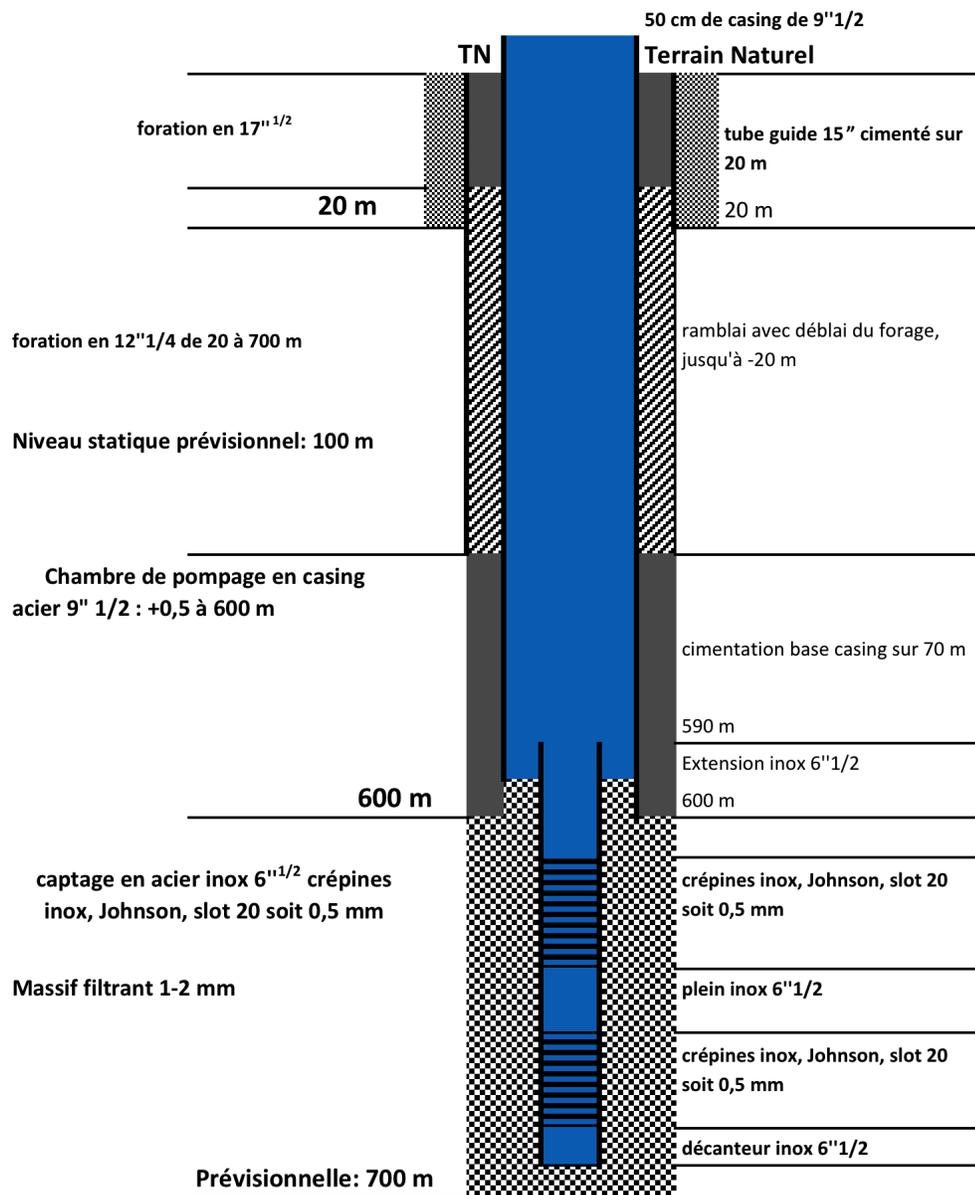
**Cadre de devis estimatif, en HT/HD, pour les travaux d'un forage profond sur le site projeté de l'agence BCEAO de Tahoua, République du Niger**

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT/HD	Total HT/HD
<b>100</b>	<b>Postes généraux</b>				
101	Mobilisation générale de tout le matériel et du personnel et installation sur le site et rempli après les travaux	U	1		
<b>200</b>	<b>Réalisation du forage</b>				
201	Forage des terrains de recouvrement en 17" ½ y/c tubage provisoire de 15"	ml	20		
202	Forage rotary à la boue de terrains sédimentaires en diamètre minimum de 6" pour le sondage de reconnaissance	ml	680		
203	Exécution des diagraphies	U	1		
204	Fourniture et pose des tubes Casing 9" ½ , y/c la cimentation à sa base sur au moins 70 mètres	ml	600,5		
205	Fourniture et pose du tubage plein en acier inox 6" ½	ml	60		
206	Fourniture et pose des crépines en acier inox 6" ½	ml	50		
207	Gravillonnage de l'espace annulaire du forage dans la partie captage	U	1		
208	Remblai de l'espace annulaire du casing avec déblais de forage	U	1		
209	Cimentation de la tête du forage en casing sur 20 m	U	1		
210	Remblaiement du forage négative éventuel	U	PM		
211	Développement à l'air lift	H	20		
<b>300</b>	<b>Pompage d'essai par paliers</b>				
301	Temps de pompage avec suivi du niveau	H	8		
302	Temps de remontée avec suivi du niveau	H	8		
<b>400</b>	<b>Pompage d'essai longue durée</b>				
401	Temps de pompage avec suivi du niveau	H	48		
402	Temps de remontée avec suivi du niveau	H	12		
403	Fourniture et installation de la margelle (1 mètre cube de béton semi enterré autour du casing d'extension)	U	1		
404	Mise à disposition de l'atelier avec force motrice	H	PM		
405	Mise à disposition de l'atelier sans force motrice	H	PM		
406	Prélèvement pour analyse physico-chimique et bactériologiques de l'eau	U	1		



## Coupe technique prévisionnelle du forage profond sur le site projeté de l'agence BCEAO de Tahoua, République du Niger

### Coupes technique et lithologique prévisionnelles du forage de site de la BCEAO Tahoua



NB: le schéma n'est pas à l'échelle