

# Annexes

## **Annexe 1 : MODE D'EXECUTION DES FORAGES**

Les niveaux captés par les ouvrages correspondent normalement à des aquifères sédimentaires de type continu et des aquifères de types discontinus, mais des variations locales sont prévisibles. La profondeur moyenne des ouvrages est estimée de 50 à 70 m (donnée indicative).

Les modalités d'exécution des ouvrages proposées sont les suivantes :

### **1. Forages dans le sédimentaire**

Les travaux de foration dans le sédimentaire seront réalisés au rotary à la boue en circulation directe ou inverse en utilisant des tricônes pour terrains tendres ou spéciaux à carbure de tungstène pour terrains plus durs. Dans les zones instables avec éboulements sur les premiers mètres, il sera placé un tube provisoire de travail et à la fin de la foration, les tubes provisoires seront retirés. Si, une partie des tubes n'a pas pu être récupérée, les longueurs abandonnées ne seront pas prises en charge par le maître d'ouvrage.

Les tricônes seront à roulements étanches pour éviter tous coincements des molettes et le bourrage du tricône. La boue à utiliser sera une boue biodégradable type Foragum par exemple ayant la propriété de se déliter sous l'effet d'une enzyme au bout de quelques heures, de ne pas colmater les venues d'eau et d'assurer la bonne tenue des parois. Dans tous les cas, l'entrepreneur est totalement responsable du choix de ses équipements et doit garantir un résultat de haute qualité.

Les échantillons de terrain seront collectés tous les mètres et soigneusement rangés par passe de 10 m, dans une caissette à échantillon. Une photographie numérique au format "jpeg" des échantillons de chaque forage devra être remise lors de la réception provisoire. La non-fourniture de ces photos pourra être une cause de refus de réception provisoire.

### **2. Forages dans le socle**

Les travaux de foration dans le socle seront réalisés au marteau fond de trou pour terrains plus durs. Dans les zones instables avec éboulements sur les premiers mètres, il sera placé un tube provisoire de travail et à la fin de la foration, les tubes provisoires seront retirés. Si, une partie des tubes n'a pas pu être récupérée, les longueurs abandonnées ne seront pas prises en charge par le maître d'ouvrage. Le débit de la foration sera mesuré après la venue d'eau afin d'estimer le débit de l'ouvrage.

Les échantillons de terrain seront collectés tous les mètres et soigneusement rangés par passe de 10 m, dans une caissette à échantillon. Une photographie numérique au format "jpeg" des échantillons de chaque forage devra être remise lors de la réception provisoire. La non-fourniture de ces photos pourra être une cause de refus de réception provisoire.

### 3. Caractéristiques des tubages

- 1.1 Equipement en tubage PVC (SOTICI ou équivalent) de qualité alimentaire de 140 mm
  - a. Tube décanteur (2,00 m) avec bouchon de fond ;
  - b. Tubes PVC crépinés et pleins haute pression (pression supérieure ou égale à 8 bars), vissés, filetés dans l'épaisseur sans manchon sur toute la hauteur du forage. Les crépines seront fabriquées à l'usine, les ouvertures des crépines seront de 0,70 mm ou 1,00 mm Le pourcentage de vide sera au minimum de 7 % pour les tubes crépinés (certificat du fabricant à fournir). Tube plein doit avoir un dépassement de 0,50 m au-dessus du sol.
- 3.2. Les caractéristiques des tubes crépinés seront définitivement retenues par le Maître d'Œuvre Déléguée.
  1. Mise en place du massif filtrant conformément aux dispositions de l'article 5, point c des spécifications techniques ;
  2. Mise en place d'un bouchon d'argile (type Packer) à la base du forage conformément aux dispositions de l'article 5, point c des spécifications techniques ;
  3. Remblai de tout venant conformément aux dispositions de l'article 5, point c des spécifications techniques ;
  4. Développement, essais de pompage, prise d'échantillons d'eau conformément aux dispositions de l'article 5, point c des spécifications techniques ;
  5. Cimentation et fermeture provisoire de la tête de forage conformément aux dispositions de l'article 5, point c des spécifications techniques ;

### V. 1.1 : DIAMETRE DE FORATION ET VERTICALITE DU FORAGE

Les forages seront réalisés de bout en bout en zone de socle et dans le sédimentaire conformément aux caractéristiques techniques de chaque ouvrage.

L'Entrepreneur utilisera des masses tiges afin d'assurer une parfaite verticalité des forages.

Un certain nombre de mesures de la verticalité sont prévues sur les forages. La Maîtrise d'Œuvre Déléguée chargée de contrôle vérifiera la verticalité du forage avant la mise en place du tubage au moyen d'un calibre descendu dans le trou nu.

L'inclinaison du forage ne doit pas dépasser 1% pour la validation de la réception provisoire de l'ouvrage la tête du forage et son fond, quel que soit sa profondeur. Si l'inclinaison du forage dépasse 1%, l'entrepreneur corrigera son ouvrage ou le reprendra afin d'assurer la verticalité.

## V. 1.2 : EQUIPEMENT DES OUVRAGES

Seront considérés comme forages productifs ; les forages ayant un débit supérieur ou égal à 5m<sup>3</sup>/h au soufflage et présentant une qualité conforme aux normes OMS. La décision d'équiper un forage dont le débit est inférieur à 5m<sup>3</sup>/h mais supérieur à 3m<sup>3</sup>/h est laissée à l'appréciation du représentant de la Maîtrise d'Œuvre Délégée après avis de la Coordination du Caritas Suisse.

Les forages seront tubés aussitôt après leur réalisation. Les consignes d'arrêt de foration et de la pose des équipements seront communiquées à l'Entrepreneur par la Maîtrise d'œuvre Délégée en charge du suivi et du contrôle des travaux de forages. Les forages négatifs ne seront pas équipés. Les forages seront tubés sur toute leur hauteur en tube plein ou crépiné en PVC de diamètres 140 mm pour les forages réalisés dans le sédimentaire et le socle ; les tubes doivent avoir une résistance à une pression supérieure à 8 bars.

Le tubage crépiné sera placé au droit des venues d'eau décelées lors de la foration et en fonction des conditions hydrogéologiques de l'aquifère les crépines doivent avoir de fentes de 0,70 mm ou 1,00 mm, le pourcentage des vides doit être supérieur à 7 %. La base de la colonne comportera un élément de décantation de deux (2) mètres et sera obturée par un bouchon de pied.

Le tube PVC devra dépasser de 0,5 m la surface du sol. La tête de forage sera fermée à l'aide d'un capot métallique scellé sur un tube métallique de 2 m dont 1,5 m noyé dans la cimentation de l'espace annulaire et de diamètre 200 mm. Le capot sera muni d'un dispositif de fermeture à clé. En cas d'eau minéralisée, le ciment utilisé pour le bouchon de fond et la tête de forage sera de qualité supérieure

L'espace annulaire sera entouré d'un massif filtrant de granulométrie de 2-5 mm en matériaux roulés siliceux sur toute la hauteur crépinée et en dépassant cette hauteur de 6 mètres, mise en place d'un bouchon d'argile (type Packer) à la base du forage, remplissage de l'espace annulaire avec un tout venant de bonne qualité, cimentation en tête sur 5 mètres. L'emploi de gravier latéritique est interdit.

Le forage sera intégralement équipé de PVC pleins et de crépines en longueurs de 3 et 6 m dont les diamètres seront de 140mm.

Les opérations d'équipement se dérouleront comme suit :

- **Equipement sur toute la hauteur forée à l'aide de PVC pleins ou crépinés de longueur de 3 ou 6 m. PVC crépiné au droit des venues d'eau sur une hauteur minimale de 6 m, PVC plein au niveau des terrains non aquifères, un tube décanteur de 1 m muni d'un bouchon de pied placé au fond du forage, le PVC plein dépassera de 0,5 m de la surface du sol.**

- **Pose d'un massif filtrant siliceux exempt de concassés et ayant une granulométrie continue variant de 2 - 5 mm sur la hauteur des crépines plus 6 m minimum au-dessus des crépines ;**
- **Mise en place d'un bouchon d'argile de protection type packer sur 3 m au-dessus du massif filtrant dans l'espace inter-annulaire ;**
- **Comblement de l'annulaire par de tout venant ;**
- **L'annulaire sera cimenté sur une profondeur de 5 m à partir du sol, le laitier de ciment utilisé sera de densité 1,8 ;**
- **L'équipement du tube PVC comprendra obligatoirement la pose de centreurs adaptés au diamètre de forage et du tube PVC utilisé, ces centreurs seront répartis tous les 5 mètres environ le long de la colonne de captage ;**
- **Un capot métallique avec cadenas (type Artificier) protégera le sommet du PVC.**

Les emplacements des centreurs seront étudiés de façon à permettre un centrage optimum de la colonne dans le forage et la pose du massif filtrant dans les meilleures conditions. Le choix du type de centreurs sera laissé à l'Entrepreneur qui devra le soumettre à la Maîtrise d'Œuvre Déléguée pour approbation préalablement au démarrage des travaux. Il est précisé que l'emploi de ces centreurs est préconisé pour permettre la pose d'un massif filtrant régulièrement réparti autour de la colonne de captage et éviter un excentrage du PVC de captage dans le forage. Un tel excentrage rendant inefficace le massif filtrant, Les emplacements des centreurs doivent également éviter la formation de ponts de gravier au niveau des centreurs. La fabrication locale de centreurs par l'Entrepreneur sera autorisée.

Le choix du type de captage et des zones de captage est à la charge de l'Entrepreneur qui aura l'entière responsabilité de la qualité de l'ouvrage. Il devra localiser les formations aquifères c'est-à-dire déterminer les côtes d'installation des crépines dans les forages à la boue en utilisant tous les moyens à sa disposition (prise d'échantillon, mesure de la densité de la boue, diagraphes gamma ray et PS éventuelles ...). Il est rappelé à l'Entrepreneur que les paramètres de la boue utilisée au cours de la foration doivent être connus (viscosité, densité, résistivité de la boue, résistivité du filtrat etc.).

Dans tous les cas, l'Entrepreneur doit utiliser les moyens appropriés pour déterminer avec précision les niveaux des aquifères et installer les crépines aux côtes correspondantes pour que l'ouvrage puisse donner le débit maximum. L'entrepreneur sera responsable de l'interprétation des données obtenues lors du forage et de l'équipement de l'ouvrage.

### **V.1.3 : FORAGES NEGATIFS**

Seront considérés comme négatifs : les forages ayant un débit inférieur à **4m<sup>3</sup>/h** au soufflage ou présentant une qualité médiocre (en première analyse au regard des normes OMS pour l'eau destinée à la consommation humaine). Si le débit est inférieur à **5m<sup>3</sup>/h** la décision le forage sera déclaré négatif.

En cas de forage négatif l'entrepreneur sera astreint de refaire un second forage soit à proximité du premier soit sur un autre site d'implantation conformément aux instructions de la Maîtrise d'Œuvre Déléguée et du Caritas Suisse.

L'entreprise est tenue d'effectuer trois tentatives de forage sur les points F1, F2 et F3, dont les coordonnées lui seront communiquées conformément aux résultats des investigations géophysiques avant de signaler au maître d'ouvrage la nécessité de délocaliser le site.

Il comblera le forage négatif avec le tout venant de même horizon et fera une cimentation de 5m sur la tête de forage limitant les infiltrations de surface.

### **V.1.4 : ABANDON DE L'OUVRAGE EN COURS D'EXECUTION**

En cas d'accident entraînant l'abandon de l'ouvrage, l'entrepreneur sera astreint à recommencer un second forage à proximité du premier qu'il comblera avec le tout venant de même horizon et fera une cimentation de 5m sur la tête de forage limitant les infiltrations de surface. L'entrepreneur n'aura droit à aucune rémunération pour le forage abandonné (C'est nécessaire pour tout risque de chantier).

Toutefois, il pourra être relevé de ses responsabilités si l'abandon est consécutif à des opérations spéciales exécutées sur la demande du représentant de la Maîtrise d'Ouvre Déléguée et pour lesquelles l'entrepreneur aurait fait, par écrit, des réserves avant leur exécution et reçu confirmation de les exécuter de la part du Maîtrise d'Œuvre Déléguée.

## **Annexe 2 : DEVELOPPEMENT, NETTOYAGE DE FORAGES – ESSAIS DE POMPAGE**

### **1 : DEVELOPPEMENT OU NETTOYAGE DES OUVRAGES**

Le développement des ouvrages sera réalisé en présence et sous le contrôle de la Maîtrise d'Œuvre Déléguée en charge du suivi et du contrôle des travaux de forages. Le développement de chaque ouvrage se poursuivra pendant au minimum 4 heures jusqu'à l'obtention d'eau clair sans particules sableuses ou argileuses.

Après l'équipement du forage, Il sera procédé par l'Entrepreneur à son développement à l'air à l'aide d'un dispositif adéquat et d'un compresseur qui aura les caractéristiques suivantes :

- **Ligne d'eau (refoulement) tubes non manchonnés de diamètre 2" ;**
- **Ligne d'air : tubes non manchonnés en diamètre 1" ;**

- **Ligne piézométrique : diamètre 3/4" permettant le passage d'une sonde électrique ;**
- **Tête d'air-lift étanche de même diamètre intérieur que la colonne de refoulement munie à son extrémité d'une sortie latérale flexible permettant les mesures de débit.**

La variante pour l'air-lift constituée par le tubage PVC du forage comme ligne d'eau et d'un tuyau souple lesté de 1" 1/2 ou 2" comme ligne d'air n'est pas autorisée.

Des contrôles de débit et du niveau de l'eau seront effectués au cours du développement. La profondeur de l'ouvrage sera contrôlée avant et après le développement.

La durée normale du développement sera de 4 heures minimum avec des tests de tâches. Ce test est déclaré satisfaisant lorsque la tâche de sable est inférieure à 1 cm pour une quantité d'eau de 20 litres prélevée dans un seau. Mais au cas où le résultat du test de tâche de sable n'est pas concluant, l'opération sera poursuivie jusqu'à obtention d'une eau parfaitement claire, exempte de particules sableuses ou autres.

Le développement sera effectué avec des marches/arrêts et soufflage suivant les instructions de la Maîtrise d'Œuvre déléguée.

Si des défauts d'exécution apparaissent lors de la réalisation du forage ou pendant le développement, les opérations de développement pourront se poursuivre au-delà des 4 heures prévues, à la charge de l'Entrepreneur et si elles ne peuvent aboutir à l'obtention d'eau claire, l'ouvrage ne sera pas réceptionné.

Le débit sera mesuré toutes les 15 minutes au minimum pendant le développement.

La remontée du niveau d'eau après le développement sera mesurée toutes les minutes pendant trente minutes.

Le développement sera effectué après la pose du massif filtrant et avant le comblement de l'annulaire de manière à permettre un rajout éventuel de gravier calibré.

A la fin du développement s'il a été constaté par le contrôleur un dépôt de sable au fond de l'ouvrage, l'entrepreneur est tenu de le curer à ses frais.

Pour ces opérations de développement, l'Entrepreneur devra disposer sur le chantier du matériel nécessaire pour la mesure des débits, des niveaux et des profondeurs.

## **2 : POMPAGE D'ESSAI**

Les essais de pompage seront effectués au moyen de pompes électriques immergées sous le contrôle de la Maîtrise d'Œuvre Déléguée. Les essais de débit seront exécutés au moyen de pompes électriques immergées de 4" de diamètre capables de fournir 5 à 10 m<sup>3</sup>/h à 50m de profondeur. L'Entrepreneur

s'engage à mettre en place un dispositif de pompage susceptible de fonctionner 24 heures sans interruption à débit constant et à assurer l'éclairage du chantier pour les mesures de nuit. Les essais de débit seront fractionnés en essai par paliers (essai de l'ouvrage) et en essai longue durée (essai de la nappe).

L'essai par paliers sera réalisé en 3 paliers enchaînés de 2h à débit croissant (le dernier palier doit être proche du débit maximum mesuré lors du développement) et suivi d'une remontée de 6h. Ces 3 paliers permettent de construire la courbe caractéristique de chaque ouvrage et ils permettent de calculer le débit de pompage maximum exploitable (débit critique de l'ouvrage).

Le débit de pompage longue durée sera fixé en fonction des débits mesurés lors du développement. Le débit de pompage optimum sera retenu. Il sera maintenu constant pendant toute la durée du pompage (24 heures). Cet essai n'est pas systématique pour tous les forages, il sera réalisé au cas par cas suivant les instructions de la Maîtrise d'Œuvre Délégée et par rapport au nombre prévu dans le devis estimatif et quantitatif.

La remontée sera observée jusqu'à la récupération du niveau avant pompage. En cas d'arrêt du pompage (même momentané) ou des mesures avant les 6 heures, les essais de pompage devront être intégralement repris à la charge de l'Entreprise. En cours de pompage, parallèlement aux mesures de niveau, le débit, la température, la conductivité, le pH et certains paramètres chimiques (Fe et NO<sub>3</sub>) de l'eau seront systématiquement mesurés. Ces mesures seront réalisées au début du pompage, à 12 heures de pompage et à la fin de pompage.

Des systèmes de mesure performants devront être mis à disposition par l'entrepreneur pour les mesures in situ des profondeurs du niveau d'eau (sondes électriques insérées dans un tube afin d'éviter le coincement), pour les débits (instantanés et cumulés, bacs, seuils calibrés, compteur...), le temps écoulé (chronomètres) et les paramètres physico chimiques demandés (pH mètre, conductimètre, thermomètre, kits d'analyse rapide pour Fe et NO<sub>3</sub>).

L'Entrepreneur devra également aménager les abords du site de pompage de façon à évacuer l'eau extraite à une distance raisonnable du site d'exploitation pour éviter les ré-infiltrations d'eau vers la nappe au cours de pompage et le détrempeage du terrain au voisinage immédiat des opérations de pompage ; un minimum de 50 mètres est demandé.

La qualité de l'eau (turbidité) et la teneur en sable (diamètre de la tâche de sable) seront notées en début et en fin de pompage. Des échantillons d'eau seront prélevés pour analyses chimique et bactériologique à la fin de l'essai de pompage longue durée. Le protocole d'échantillonnage sera conforme aux prescriptions fixées par le laboratoire d'analyse.

Pour les analyses au laboratoire, l'échantillon prélevé doit parvenir au laboratoire avant 72 heures.

### **Annexe 3 : CONTROLE DES TRAVAUX - RECEPTION DES OUVRAGES**

Le contrôle et la surveillance des travaux sont sous la responsabilité de la Maîtrise d'Œuvre Déléguée.

Le contrôle et la surveillance porteront sur les points suivants :

- **Implantation des ouvrages ;**
- **Foration ;**
- **Équipement ;**
- **Développement ;**
- **Cimentation ;**
- **Pompages d'essai (par palier et longue durée) ;**
- **Prélèvement des échantillons pour l'analyse chimique et bactériologique ;**
- **Réception provisoire et définitive.**

### **1 : CAHIER DE CHANTIER ET JOURNAL DES TRAVAUX**

L'Entrepreneur tiendra un cahier de chantier pour chaque atelier (nettoyage, forage, développement, pompage) sur lequel seront reportés, au jour le jour, tous les détails techniques des travaux et notamment, les caractéristiques du chantier :

- **Date ;**
- **Appellation ;**
- **Localisation au GPS ;**
- **Personnel et matériels présents sur le chantier.**

Les éléments relatifs aux opérations de forage seront notés avec en particulier :

- **Méthode de forage et outils (types et diamètres) ;**
- **Vitesse d'avancement ;**
- **Tubages de travail (diamètre et longueur) ;**
- **Venues d'eau (débits et niveaux) ;**
- **Incidents en cours de forage ;**
- **Schémas de garniture.**

Les éléments relatifs aux opérations d'équipement seront notés avec en particulier :

- **Plan détaillé du tubage (longueur et côtes par rapport au sol) ;**
- **Volume de gravier et cimentation avec leurs côtes.**

Les éléments relatifs aux opérations de nettoyage des ouvrages existants, de développement essais de pompage par palier et essais de longue durée pour les ouvrages existants et les nouveaux ouvrages seront notés avec en particulier :

- **Niveau de l'eau avant développement ou pompage,**
- **Profondeur de l'ouvrage, avant et après le développement ;**
- **Opérations de nettoyage conduites, produits utilisés, durée des opérations...**
- **Débits et rabattements mesurés en développement,**
- **Qualité de l'eau, turbidité, tache de sable, présence d'éléments étrangers,**
- **Dates, heures et durée des diverses opérations,**
- **Côte et position des divers outils de nettoyage utilisés,**
- **Choix des débits de pompage (essais par palier),**
- **Choix du débit de pompage pour l'essai long duré,**
- **Et toutes autres informations utiles.**

Les choix des divers débits de pompage seront soumis pour approbation à la Maîtrise d'Œuvre Déléguée en charge du suivi et du contrôle des travaux de forages.

Les données géologiques et hydrogéologiques notamment, les observations et mesures prescrites par la Maîtrise d'Œuvre Déléguée seront notées.

Tous ces éléments seront mentionnés sur le cahier de chantier au fur et à mesure de leur manifestation.

En cas de retard ou d'erreur dans la transcription de ces éléments, l'Entrepreneur restera responsable des défauts d'équipement qui pourraient en résulter et ne pourra contester les décisions prises par l'Administration concernant les attachements des travaux correspondants.

Le cahier de chantier sera maintenu en permanence sur le chantier et devra être présenté à toute demande de la Maîtrise d'Œuvre Déléguée en charge du suivi et du contrôle des travaux de forages qui le visera en fin de journée. Les détails techniques mentionnés sur le cahier de chantier seront reportés par l'Entrepreneur sur un journal de travaux.

L'original de ce journal de travaux sera remis à l'Administration 48 heures au moins avant chaque réunion hebdomadaire de chantier, de même que le compte-rendu d'essais de débits établi.

Des réunions de chantier seront organisées mensuellement par la Maîtrise d'Œuvre Déléguée en charge du suivi et du contrôle des travaux de forages. La présence de l'entreprise est obligatoire. Ces réunions seront organisées soit sur le terrain soit à Ndjamena en fonction des nécessités. La Maîtrise d'œuvre Déléguée pourra demander des réunions de chantier exceptionnelles auxquelles l'Entreprise sera tenue de participer.

## 2 : ECHANTILLON DE TERRAIN

Pour chaque forage, l'Entrepreneur prélèvera des échantillons de terrain :

- à chaque mètre de progression du forage ;
- à chaque changement de terrain ;
- à chaque venue d'eau (observée en foration à la boue par les changements de l'état de la boue).

Les échantillons (0,5 litre environ) seront conservés dans des récipients plastiques transparents sur lesquels seront inscrits de façon indélébile :

- le numéro d'identification du forage ;
- la profondeur de l'échantillon.

En aucun cas le prélèvement ne devra avoir lieu au moyen de pelles.

## 3 : ECHANTILLONS D'EAU

L'Entrepreneur devra prélever à chaque fin de l'essai de pompage par palier, un échantillon d'eau pour analyses bactériologiques et physico-chimiques qui seront réalisées dans un laboratoire agréé par le ministère de l'Eau.

Les analyses porteront, au minimum, sur les éléments suivants :

**Analyse microbiologique** : Cette analyse portera sur les éléments suivants : Escherichia Coli, Entérocoques et les Coliformes totaux.

**Analyse physique** : L'analyse physique sera réalisée pour les composés suivants :

**Composés physico-chimiques** : Température, Turbidité, PH, Conductivité, Nitrates, Nitrites, Ammonium, Sodium, Chlorures, Calcium, Potassium, Magnésium, Carbonates, Hydrogénocarbonates, Sulfates, Carbone Organique Total.

**Composés Minéraux** : Sélénium, Fluorures, Bore, Arsenic, Antimoine, Cadmium, Nickel, Fer dissous, Fer total, Aluminium, Manganèse, Silice, Phosphores Totaux, Oxygène dissous, Baryum, Chrome, Cuivre, Cyanures, Mercure et le Plomb.

L'entrepreneur devra veiller à prélever un échantillon de volume suffisant avec le flaconnage adéquat pour permettre l'analyse de tous ces éléments.

#### 4 : DIRECTION ET CONTROLE DES TRAVAUX

La direction et le contrôle des travaux, assurés par la Maîtrise d'œuvre déléguée porteront sur :

- **L'ordre chronologique de leur réalisation (nettoyage, travaux neufs...)** ;
- **Les itinéraires de déplacement entre les sites** ;
- **Les décisions sur la poursuite ou l'arrêt des forages, leur équipement ou leur abandon, le plan de tubage**
- **Le personnel et le matériel affectés aux chantiers** ;
- **La tenue du cahier de chantier et du journal des travaux** ;
- **La conduite des travaux de nettoyage, de nouveaux forages, d'équipement et de développement ainsi que celle des essais.**

#### 5 : RECEPTION TECHNIQUE DU MATERIEL

A l'issue du premier forage, le matériel mis en œuvre donnera lieu à une réception technique dans le but de constater :

- **La conformité des matériels proposés par l'Entrepreneur dans son offre**
- **La comptabilité entre les capacités de ce matériel et les délais d'exécution**
- **Leur aptitude à respecter les prescriptions techniques.**

La prononciation de cette réception technique ne libère en rien l'Entrepreneur de ses engagements aussi bien quant aux délais, qu'aux prescriptions techniques.

Le matériel requis pour l'exécution des travaux devra être en parfait état de fonctionnement. Le Soumissionnaire devra indiquer la date d'acquisition de ce matériel et fournir les derniers certificats de révision de l'équipement.

En tout état de cause, le matériel mis en œuvre par l'Entrepreneur devra permettre d'assurer, sur la durée d'exécution prévue, la sécurité d'un fonctionnement optimum et des performances élevées en qualité et en rendement (faible fréquence des pannes, puissance maximum, précision du travail, etc.).

#### **Annexe 4 : PRESCRIPTIONS TECHNIQUES ET SPECIFICATIONS DU MATERIEL**

La liste du matériel à utiliser par l'Entrepreneur pour l'exécution des forages n'est pas limitative. Elle est donnée à titre indicatif. Toutefois, les ateliers complets de forages prévus devront être présents en permanence sur le chantier sauf dérogations dûment notifié par le Maître d'Ouvrage.

##### **1 : TECHNIQUE DE FORAGE**

Les ateliers de forages utilisés doivent permettre une foration efficace en terrains tendres et durs ; la technique utilisée sera celle du rotary à la boue en circulation directe ou inverse et celle du marteau fond de trou.

##### **2 : SPECIFICATION DU MATERIEL**

###### **a) Sondeuse :**

La sondeuse utilisée pourra être une sondeuse mixte au MFT et au rotary conventionnelle, air, eau ou boue, pouvant fonctionner en circulation directe ou inverse. Elle sera équipée de vérins de stabilisation à l'avant et à l'arrière.

La sondeuse pourra indifféremment utiliser une tête de rotation hydraulique ou une table de rotation.

Les diverses pompes hydrauliques et la pompe à boue seront actionnées par un moteur indépendant ou par le moteur du porteur.

La pompe à boue doit être de type duplex ou centrifuge de puissance et de débits suffisants pour permettre une circulation de boue et la remontée des débris dans un forage d'une profondeur de 100 m environ et d'un diamètre de 8"1/2 environ. La pompe devra être munie des accessoires nécessaires (jet mixer, bac de préparation ...).

###### **b) Garniture et outils de forage :**

L'atelier devra disposer de 100 m de tiges environ et des masses tiges correspondantes. Il devra disposer des tiges correspondantes s'il compte utiliser la circulation inverse.

Les tricônes utilisés pour le rotary seront de diamètres 8"1/2 à dents.

L'Entrepreneur devra approvisionner le nombre d'outils, taillants, tricônes à dents ou au carbure et consommable suffisant pour réaliser l'ensemble du chantier de forage avec les métrés prévus.

###### **c) Accessoires :**

L'atelier devra en outre disposer du matériel suivant :

- **un tubage provisoire en éléments de 1, 3 et 6 m, d'une longueur totale suffisante pour permettre de tuber un forage présentant des éboulements non maîtrisés par la boue, le tubage doit être de diamètre DN 200**

- **des produits à boue : boue biodégradable type Foragum ainsi que le matériel nécessaire pour le contrôle de la viscosité et l'épaisseur du cake,**
- **un poste de soudure électrique et un chalumeau de découpe munis de leurs accessoires.**
- **un lot de pièces de rechange et d'outils de forage suffisant pour les travaux.**

Cette liste est donnée à titre indicatif et n'est pas limitative.

### **3 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES ELECTROPOMPES SOLAIRES**

L'entreprise fournira les pompes solaires de marques Grundfos qui ont des caractéristiques techniques définies par le cahier de prescription technique proposé par le maître d'œuvre. Ces caractéristiques techniques sont :

**Débit max : 5 m<sup>3</sup>/h**

**Chute max : 27.5 m**

**Puissance max : 2 kw**

Le système de pompage solaire immergée sera de type GRUNDFOS ou similaire équipé d'une sonde contre la marche à sec. Elle sera proposée avec un coffret de commande ON/OFF référencé CU 250. Ce coffret CU 250 permettra le branchement des panneaux sur la pompe. Il diagnostiquera les défauts électriques, ainsi que l'élévation anormale de la température du moteur. Il signalera en outre si la pompe fonctionne et sa consommation électrique.

Cependant, le coffret de commande ON/OFF référencé IO 50 qui ne peut pas diagnostiquer les défauts électriques, ainsi que l'élévation anormale de la température du moteur. Il ne signalera pas aussi en outre si la pompe fonctionne et sa consommation électrique.

La pompe sera alimentée par un champ électrique composé de modules photovoltaïques protégés par une clôture en grillage métallique en fil de fer galvanisé.

### **4 : ELECTROPOMPES IMMERGEES ET MOTEURS**

#### **➤ Prescriptions générales**

Les électropompes seront de type centrifuge, multicellulaire avec moteur immergé à accouplement direct pour l'installation dans des forages.

L'électropompe sera équipée d'un moteur ayant une puissance nominale comme défini dans le cahier de prescription technique. Elle sera conçue pour une marche continue (jusqu'à 8000 h/an) dans l'eau aux conditions ambiantes de la zone du projet, température notamment. L'aspiration sera prolongée par une

crépine en acier inoxydable. Le refoulement sera à brides avec clapet anti-retour. Les brides seront en DN 50. Les pompes à fournir seront munies de tous les accessoires et seront de diamètre permettant leur installation dans des forages tubés en diamètre intérieur ci-dessus, 4" minimum. Les pompes, objet du présent CPT, seront des pompes centrifuges pour les systèmes de grandes puissances,

➤ **Les câbles et boîtes de connexion**

**1. Câbles**

Les câblages électriques satisferont les conditions suivantes

- les câbles électriques destinés au groupement des modules seront en cuivre de type sec, adapté à une utilisation en extérieur selon les prescriptions techniques ;
- les câbles électriques destinés à la connexion des sous/ou des champs au convertisseur sera également en cuivre de type sec,
- tous les passages souterrains seront effectués sous gaine rigide (fourreau ou tuyau PVC) de diamètre adéquat, à une profondeur minimale de 40 cm et reposant sur un lit de sable,
- les sorties de gaine ou tuyau PVC seront élevées à 30 cm au-dessus du sol, et bouchées à l'aide de résine siliconée.
- les sections des conducteurs seront telles que les chutes de tension n'excèdent pas les valeurs ci-après:

<b>Liaison</b>	<b>Chute de tension [%]</b>
Module – Module	1
Champ PV – convertisseur	1
Onduleur – Pompe	3

- Les attaches de câbles sur les structures seront du type « Colson » ou équivalent traitées anti-UV ;
- L'électropompe sera alimentée par un câble électrique spécialement adapté ;
- En sortie de la tête de forage, le câble d'alimentation de la pompe sera protégé contre l'irradiation UV à l'aide d'un fourreau adéquat ;
- Les câbles de pompe seront de type 4\*4 mm<sup>2</sup> ;
- Les câbles de sonde seront de type 2\*1 mm<sup>2</sup> ;

## 2. Boîtes de connexion

- Toutes les connexions en série et en parallèle seront exécutées dans les règles de l'art,
- Toutes les liaisons électriques seront effectuées dans les boîtes de jonction indice IP 55 en matériau traité anti-UV, placées à 50 cm minimum par rapport au sol et à l'abri du rayonnement direct,
- toutes les traversées de boîtes de jonction seront pourvues de presse-étoupe de diamètre adapté aux câbles électriques, pour éviter toute intrusion d'insectes, et assurer un bon maintien mécanique des câbles.
- Il un premier type installé au niveau des travées (panneaux), et
- un second type installé en amont du convertisseur.

Toutes les boîtes de connexion seront placées à plus de 0,50 m au-dessus du sol. Elles seront mises en place de telle sorte que tous les passages de câbles soient étanches.

## 3. Boîtes travée

Dans le cas où plusieurs travées seraient installées, chacune des travées sera équipée d'une boîte. Cette boîte devra servir d'interface entre la travée et la boîte répartiteur et facilitera les interventions de maintenance.

## 4. Boîte répartiteur (pour des champs PV de plus de 2 travées)

Placée en amont du convertisseur, cette boîte comprendra :

- Des borniers de connexion de chaque travée (+/-) ;
- Des borniers de mise en parallèle des différentes travées ;
- Les borniers d'alimentation du convertisseur ;
- Des diodes séries ou fusibles de protection des travées,
- Une coupe circuit [sectionneur] permettant d'isoler le convertisseur du champ PV ;
- Des dispositifs de mise à la terre ;
- Des dispositifs de protection contre les surtensions d'origine atmosphérique.

## 5. Tuyau de refoulement et câble de repêchage

Les tuyaux de refoulement sont en PEHD, DN 50. Ils sont connectés au bassin de stockage d'eau situé dans la limite de 75 mètre du forage. Il sera équipé d'une vanne de sectionnement pour le remplissage du bassin.

Le tuyau sera enterré à une profondeur minimale de 60 cm.

La pompe sera fixée par un câble de repêchage très résistant et arrimé au niveau de la tête de forage.

## 6. Générateurs photovoltaïques

### Modules

#### i) Caractéristiques Physiques

Le générateur ou le champ photovoltaïque d'un site de pompage est constitué de panneaux solaires Monocristallin (305Wc - 60 cells) y compris accessoires d'installation (régulateur, contrôleur, fileteries, câbleries, socle en béton, convertisseur, support de fixation des plaques en IPN de 100, connexion au système de stockage etc.) et toutes suggestions de pose. Le champ solaire Photovoltaïque doit avoir au moins 2800 W (350Wc x 8 modules) pouvant varier en fonction du débit d'exploitation du forage.

Cependant, les limitations suivantes sont applicables :

- Les modules d'un même champ seront de même catégorie et interchangeables, c'est-à-dire de même puissance nominale et de même dimension ;
- La puissance nominale (type de module) des catégories de modules proposés seront de 275 Wc ;

Pour chaque catégorie de module, on annoncera une puissance nominale et une puissance minimale garantie (nominal moins tolérance de fabrication) associée à la fourniture qu'on propose.

Le dimensionnement du champ se fera obligatoirement sur base de la puissance minimale de la catégorie de modules et non sur la puissance nominale de cette catégorie.

La puissance effective individuelle de chaque module fourni sera **strictement supérieure ou égale** à la puissance minimale de la catégorie à laquelle il appartient.

#### ii) Caractéristiques Mécaniques et marquage :

**Le module doit être doté de boîtier(s) étanche(s) de protection IP55 abritant les borniers de connexion. Les boîtiers seront équipés de presse étoupes permettant la traversée étanche des câbles et leur tenue mécanique. La polarité des borniers doit être clairement indiquée à l'intérieur du boîtier.**

Chaque module sera doté d'un cadre en matériau non-corrodable (aluminium anodisé ou acier inox.). Le cadre doit pouvoir assurer au module une bonne résistance à la torsion due aux manipulations, aux chocs et aux conditions extrêmes de fonctionnement.

#### iii) Support de panneaux photovoltaïques et clôture :

Les structures de support permettant l'assemblage des modules ainsi que tous les dispositifs d'ancrage seront fabriqués en matériaux inoxydables.

Les points bas des modules devront être placés à une hauteur minimum de 1.5 m par rapport au sol. La structure de support doit être dimensionnée de façon à permettre le nettoyage des panneaux solaires sur la partie haute sans difficultés en fonction de la hauteur du champ.

L'inclinaison du plan des modules sera de 15° par rapport à l'horizontal et son orientation sera plein sud (sud géographique) et non modifiable par l'utilisateur.

Le champ photovoltaïque sera totalement hors de portée de toute ombre sur la période de 8h à 16h de la journée.

La structure du support et son système d'ancrage devront garantir la résistance de l'ensemble (modules + structures supports) à des vents de 150 km/h et cela devrait être justifiée par une note de calcul.

Pour pallier au risque d'ensablement aux alentours immédiats du générateur, il est préconisé de disposer un lit de gravier d'une épaisseur de 10 cm à l'intérieur de la clôture. Les massifs en béton supportant les structures auront une élévation minimale de 20 cm au-dessus du sol.

Les structures de support doivent être conçues de façon à permettre le nettoyage des panneaux solaires sur leur partie haute sans difficultés. Pour la proposition complémentaire avec des modules à une hauteur de 3m une solution sera proposée pour le nettoyage.

Les systèmes de fixations (écrous, boulons, rondelles, supports) seront en matériau inoxydables. Une attention particulière sera portée de manière à ne pas créer d'effet électrolytique entre systèmes de fixation et structure support.

## 7. Bassin de stockage surélevé

Les réservoirs seront en béton armé (BA) et auront des capacités de 10 m<sup>3</sup> pour tous les sites et de hauteur sous radier 5 m y compris études de sol. La fondation en béton armé dosé à 400 kg/m<sup>3</sup>, essais, notes de dimensionnement, vannes, robinet flotteur pour détection de trop plein du château, note de stabilité du château, socle en BA pour stabilisation de la vidange et des conduites en Galva lourd DN 90 alimentation, distribution, trop plein et de vidange et toutes sujétions de pose. L'entreprise doit présenter le plan d'exécution du château d'eau pour approbation avant sa réalisation.

L'ensemble sera conçu pour résister à des vitesses de vent supérieures à 150 km/h.

Les eaux de trop plein et les eaux de vidange devront être collectées dans un puits perdu de dimension (de 1,5mx1, 5mx1, 5m sous le château pour recueillir les eaux usées et de trop plein. La construction doit être faite en brique parpaing plein.

## 8. Tête de forage et dispositif de protection

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

- Une plaque de protection de tête de forage, assurant la fermeture du forage,
- Un accès pour une sonde de mesure de niveau à l'aide d'un raccord 1 pouce  $\frac{1}{4}$  avec bouchon vissé,
- Un coude à 90° grand rayon de même diamètre que le tuyau de refoulement,
- Un clapet anti-retour à faible perte de charge,
- Un compteur d'eau
- Un purgeur automatique,
- Un raccord flexible ou équivalent pour le raccordement à la canalisation du refoulement vers le réservoir,
- Les accessoires de raccordement.

## 9 : ATELIER DE SERVICING

L'Entrepreneur devra mobiliser un nombre suffisant des ateliers, de servicing pour effectuer les nettoyages, les développements, les pompages d'essais par palier et de longue durée avec une pompe électrique immergée.

Cet atelier devra comporter tout le matériel nécessaire aux opérations de nettoyage et aux essais de pompage et notamment :

- **Un système de levage permettant de retirer les systèmes de pompage existants ;**
- **Un compresseur de puissance suffisante (débit et pression) pour remonter une colonne d'eau à une hauteur maximale avec un débit estimé à 20 m<sup>3</sup>/h ;**
- **Un groupe électrogène de puissance suffisante pour faire fonctionner une pompe électrique immergée à une profondeur maximale et produisant un débit maximum de l'ordre de 20 m<sup>3</sup>/h ;**
- **Un dispositif permettant l'installation dans le forage de la pompe d'essai, du tube d'exhaure et du tube de mesure ;**

- Les pompes immergées, conduites de refoulement et accessoires nécessaires aux essais de débit ;
- Des canalisations de gros diamètre (conduites plastiques rigides) permettant de rejeter l'exhaure au loin (au minimum 50 mètres) ;
- Tous les instruments de mesures (temps, niveaux, débits...) nécessaires indiqués à l'article relatif aux pompages.

## Annexe 5 : DISPOSITIONS DIVERSES ET RECEPTION DES OUVRAGES

### A : RECEPTION PROVISOIRE

La réception provisoire des ouvrages sera prononcée au vu des résultats des essais de débits et de la qualité de l'eau (analyses physico-chimiques et bactériologique). Elle aura lieu en présence de la Maîtrise d'Œuvre Déléguée en charge du suivi et du contrôle des travaux de forages, d'un représentant du Maître d'Œuvre et le chef de chantier de l'Entreprise.

Si de mauvais résultats étaient constatés (pertes de charges anormales, eau chargée de sable, inclinaison du forage supérieur à 1%), l'entrepreneur devra améliorer les caractéristiques des ouvrages à ses frais et sous le contrôle de la Maîtrise d'Œuvre Déléguée en charge du suivi et du contrôle des travaux de forages.

Au cas où aucune amélioration ne pourrait être obtenue et si l'Entrepreneur n'a fait, préalablement à la date fixée pour les essais de réception, aucune réserve sur le mode d'exécution de l'ouvrage, il appartient à la Maîtrise d'Œuvre Déléguée de décider :

- **Si l'ouvrage peut être malgré tout réceptionné, auquel cas l'Entrepreneur sera pénalisé d'une somme égale au montant de la retenue de garantie afférent aux travaux de l'ouvrage,**
- **Si l'ouvrage doit être modifié, dans la mesure où les travaux complémentaires imposés s'avèrent techniquement et financièrement acceptables,**
- **Si un nouveau forage doit être exécuté.**

### B : RECEPTION DEFINITIVE

La réception définitive sera prononcée à l'expiration du délai de garantie d'un (1) an et selon les critères exigés pour la réception provisoire, après l'exécution par les soins et aux frais de l'entreprise des éventuelles remises en état lui incombant.

Elle pourra être prononcée de trois façons :

- **Sans essais particuliers, à la vue des installations de surface**
- **Par l'exécution d'essais de pompage,**

Les caractéristiques des ouvrages testés devront être identiques à celles enregistrées lors de la réception provisoire.

Au cas où un ensablement égal ou supérieur à 10 cm est constaté, l'entrepreneur est tenu de désensabler l'ouvrage à ses frais.

Si d'autres conditions inférieures étaient constatées notamment l'incohérence avec les données techniques énoncé lors du contrôle (profondeur, position des crépines par rapport aux venues d'eau...), l'entrepreneur serait dans l'obligation de rétablir, à ses frais, les caractéristiques initiales, quelle que soit la durée et l'importance des travaux nécessaires. A ces conditions et une fois les travaux de mise en conformité achevés et validés par la Maîtrise d'œuvre Déléguée, la garantie de bonne exécution pourra être levée.

### **C : MODE DE PAIEMENT**

Le règlement des fournitures et services s'effectuera comme suit :

- 1. Avance** : un montant égal à trente pour cent (30 %) du prix du marché sera réglé dans les dix (10) jours suivant la signature du marché, sur présentation d'une facture et d'une garantie bancaire ;
- 2. A la livraison** : un montant égal à soixante pour cent (60 %) du prix des fournitures indiquées au marché sera réglé à la réception des fournitures et sur présentation des factures spécifiques ;
- 3. A la réception** : un montant égal à dix pour cent (10 %) du prix du marché sera réglé au fournisseur dans les trente (30) jours suivant la date à laquelle l'autorité contractante délivre le certificat de réception pertinent.

Les demandes de règlement du fournisseur seront présentées par écrit à l'autorité contractante, accompagnées d'une facture décrivant, dans la mesure nécessaire, les fournitures livrées et les services rendus, et des pièces présentées conformément à ce qui est indiqué au D.A.O, et après que le Fournisseur aura satisfait aux autres obligations prévues au titre du Marché...

### **- D : PENALITE POUR LE RETARD ET MISE EN DEMEURE**

Le retard dans l'exécution des travaux sera pénalisé. Le montant des pénalités est fixé à un millième du montant de marché de (1/1000eme) par jour calendaire de retard. Les pénalités de retard seront plafonnées à 5% du montant du marché.

Lorsque l'entrepreneur ne se conforme pas aux dispositions du marché soit aux ordres de service qui lui sont donnés par le Maitre d'œuvre, celui-ci le met en demeure d'y satisfaire dans un délai déterminé notifié par un ordre de service. Ce délai sauf en cas d'urgence n'est pas inférieur à dix (10) jours à partir de la date de notification de la mise en demeure. Passé ce délai, si l'entrepreneur n'a pas exécuter les dispositions prescrites, le Maitre d'œuvre peut ordonner l'établissement d'une régie aux frais de l'entrepreneur.



La retenue de garantie est fixée à dix pour cent 10% du montant des travaux réalisés. La somme retenue au titre de la retenue de garantie ne sera restituée qu'après la réception définitive de l'ouvrage. Le délai de garantie est fixé à 12 mois à compter de la date de la réception provisoire des ouvrages



**A : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF ET BORDEREAUX DES PRIX UNITAIRES**

**CADRE DE DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF ET BORDEREAU DE PRIX POUR LA REALISATIONS DE TROIS (3) FORAGES EN ZONE SEDIMENTAIRE**

<b>CADRE DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF POUR LA REALISATION D'UN (1) FORAGE EQUIPE DE POMPE SOLAIRES EN ZONE SEDIMENTAIRE</b>					
<b>A- REALISATION D'UN FORAGE EQUIPE D'UNE POMPE SOLAIRE DE DEBIT (5 -15m<sup>3</sup>/h)</b>					
<b>N°</b>	<b>Désignation des travaux</b>	<b>Unités</b>	<b>Qté</b>	<b>Prix Unitaire</b>	<b>Prix Total</b>
<b>I</b>	<b>MOBILISATION, DEMOBILISATION ET ETUDES</b>				
I.1	Préparation, amené et repli du matériel	FF	1		
I.2	Dossier d'exécution pour les ouvrages génie civil (le réservoir de 10m <sup>3</sup> ), le plan d'installation photovoltaïque, y compris tous les dossiers de recollement et toutes sujétions	FF	1		
<b>Sous Total I</b>					
<b>II</b>	<b>FORATION</b>				
II.1	Foration à la tarière de diamètre 8" à 9"1/2 y compris mise à disposition des coupes lithologiques	ml	70		
<b>Sous Total II</b>					
<b>III</b>	<b>EQUIPEMENT DU FORAGE</b>				
III.1	Fourniture et mise en place des tubes PVC pleins, DN 140 mm,	ml	55,00		
III.2	F/P des tubes crépinés PVC (fentes 0.75-1.0 mm)	ml	15.00		
III.3	Fourniture et mise en place du bouchon de pied, DN 125/140 mm	ml	1.00		
III.4	Fourniture et mise en place d'un massif filtrant de gravier quartzeux, arrondi, granulométrie 1-3 mm; y compris le joint d'étanchéité (argile) 3 - 5 m	U	1		
III.5	Remblayage de l'espace annulaire	U	1		
III.6	Cimentation de l'espace annulaire en tête de colonne.	U	1		

<b>SOUS TOTAL III</b>				
<b>IV</b>	<b>NETTOYAGE-DEVELOPPEMENT ESSAI DE POMPAGE-ANALYSES</b>			
IV.1	Développement Air Lift et nettoyage jusqu'à l'obtention de l'eau claire	U	1	
IV.2	Essais de pompage (3 paliers enchaînés d'une heure chacun à débits croissants, suivi d'une remontée d'une heure) y compris mise à disposition des fiches d'essai de débit	U	1	
IV.3	Essais de pompage à débit croissant y compris mise à disposition des fiches techniques, d'essai de débit et interprétation	U	1	
IV.4	Analyse physico chimique et bactériologique	U	1	
IV.5	Fourniture et pose de pompe immergée de marque <b>Grundfos SQFlex 7-55</b> : adaptée pour des débits proches de 9 à 10 m <sup>3</sup> /h avec une HMT comprise entre environ 30 et 80 m, y compris coffret de commande, convertisseur, fileteries, tuyauteries, support de stabilisation et toute sujétion de pose	U	1	
<b>SOUS TOTAL IV</b>				
<b>V</b>	<b>PRODUCTIONS ELECTRIQUES</b> ( <i>Fourniture, câblage, repérage, pose et raccordement, conformément aux plans, au cahier de schémas unifilaires et au cahier de prescriptions techniques des articles suivants, y compris enveloppe, peinture, câblage, accessoires de raccordement et de fixation, repérage, mise à la terre, plastron et toutes sujétions</i> )			
V.1	Fourniture et pose de panneaux solaires Monocristallin (450Wc - 60 cells) y compris accessoires d'installation (régulateur, contrôleur, fileteries, câbleries, socle en béton, convertisseur, support de fixation des plaques en IPN de 100, connexion château etc.) et toutes suggestions de pose. Le champ solaire Photovoltaïque doit avoir au moins 3600 W (450Wc x 8 modules) pouvant varier en fonction du débit d'exploitation du forage.	U	1	
V.2	Fourniture et pose d'une boîte de jonction y compris toutes sujétions	U	1	
V.5	Coffret DC sécurisé y compris toutes suggestions	U	1	

V.6	Tableau divisionnaire forage 24 modules	U	1		
V.7	Fourniture et pose de batterie lithium 10 Kwh y compris toutes sujétions	U	2		
V.8	Convertisseur Hybride de 8 Kva	U	2		
V.9	Construction d'une clôture de protection en grillage du réservoir et forage de dimension 7m2 avec une porte métallique de 2 battants de 2x2.10m, des poteaux en cornière à chaque 2 m sur une fondation en longrine dans laquelle est ancré le grillage	U	1		
<b>SOUS TOTAL V</b>					
<b>TOTAL POUR UN FORAGE ET EQUIPEMENT</b>					

**BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES POUR UN (1) FORAGES MECANISE EQUIPE DE POMPE SOLAIRE EN ZONE SEDIMENTAIRE**

<b>BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES</b>				
<b>A- FORAGE A EQUIPER D'UNE POMPE SOLAIRE DE DEBIT 5 m<sup>3</sup>/h et plus</b>				
N°	Désignation	Unité	Prix unitaire en toutes lettres (F CFA)	Prix unitaire en chiffres (F CFA)
<b>I</b>	<b>MOBILISATION, DEMOBILISATION ET ETUDES</b>			
I.1	Préparation, amené et repli du matériel	FF		
I.2	Dossier d'exécution pour les ouvrages génie civil (le réservoir de 10m3), le plan d'installation photovoltaïque, y compris tous les dossiers de recollement et toutes sujétions	FF		
<b>II</b>	<b>FORATION</b>			
II.1	Foration à la tarière de diamètre 6" ou 8" y compris mise à disposition des coupes lithologiques	ml		
<b>III</b>	<b>EQUIPEMENT DU FORAGE</b>			

III.1	Fourniture et mise en place des tubes PVC pleins, DN 100 mm,	ml		
III.2	F/P des tubes crépinés PVC (fentes 0.75-1.0 mm)	ml		
III.3	Fourniture et mise en place du bouchon de pied, DN 100 mm	U		
III.4	Fourniture et mise en place d'un massif filtrant de gravier quartzeux, arrondi, granulométrie 1-3 mm y compris le joint d'étanchéité (argile) 3 - 5 m	U		
III.5	Remblayage de l'espace annulaire	U		
III.6	Cimentation de l'espace annulaire en tête de colonne.	U		
<b>V</b>	<b>NETTOYAGE-DEVELOPPEMENT ESSAI DE POMPAGE-ANALYSES</b>			
IV.1	Développement Air Lift et nettoyage jusqu'à l'obtention de l'eau claire	U		
IV.2	Essais de pompage (3 paliers enchaînés d'une heure chacun à débits croissants, suivi d'une remontée) y compris mise à disposition des fiches d'essai de débit	U		
IV.3	Essais de pompage à débit croissant y compris mise à disposition des fiches d'essai de débit et interprétation	U		
IV.4	Analyse physico chimique et bactériologique	U		
IV.5	Fourniture et pose de pompe immergée de marque <b>Grundfos SQFlex 7-55</b> : adaptée pour des débits proches de 9 à 10 m <sup>3</sup> /h avec une HMT comprise entre environ 30 et 80 m, y compris coffret de commande, convertisseur, fileteries, tuyauteries, support de stabilisation et toute sujétion de pose	U		
<b>V</b>	<b>PRODUCTIONS ELECTRIQUES</b> ( <i>Fourniture, câblage, repérage, pose et raccordement, conformément aux plans, au cahier de chemas unifilaires et au cahier de prescriptions techniques des articles suivants, y compris enveloppe, peinture, câblage, accessoires de raccordement et de fixation, repérage, mise à la terre, plastron et toutes sujétions</i> )			

V.1	Fourniture et pose de panneaux solaires Monocristallin (450Wc - 60 cells) y compris accessoires d'installation (régulateur, contrôleur, fileteries, câbleries, socle en béton, convertisseur, support de fixation des plaques en IPN de 100, connexion château etc.) et toutes suggestions de pose. Le champ solaire Photovoltaïque doit avoir au moins 3600 W (450Wc x 8 modules) pouvant varier en fonction du débit d'exploitation du forage.	U		
V.2	Fourniture et pose d'une boîte de jonction y compris toutes sujétions	U		
V.5	Coffret DC y compris toutes suggestions	U		
V.6	Tableau divisionnaire forage 24 modules	U		
V.7	Fourniture et pose de batterie 10 Kwh y compris toutes sujétions	U		
V.8	Convertisseur hybride de 8 Kva	U		
V.9	Construction d'une clôture de protection en grillage du réservoir et forage de dimension 7m2 avec une porte métallique de 2 battants de 2x2.10m, des poteaux en cornière à chaque 2 m sur une fondation en longrine dans laquelle est ancré le grillage	U		

**CADRE DE DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF ET BORDEREAU DE PRIX POUR LA REALISATION DE DEUX (2) FORAGES DANS LE SOCLE**

<b>CADRE DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF POUR LA REALISATION D'UN (1) FORAGE EQUIPE DE POMPE SOLAIRES EN ZONE DE SOCLE</b>					
<b>B- REALISATION D'UN FORAGE EQUIPE D'UNE POMPE SOLAIRE DE DEBIT (5 -15m<sup>3</sup>/h)</b>					
<b>N°</b>	<b>Désignation des travaux</b>	<b>Unités</b>	<b>Qté</b>	<b>Prix Unitaire</b>	<b>Prix Total</b>
<b>I</b>	<b>MOBILISATION ET DEMOBILISATION</b>				
I.1	Préparation, amené et repli du matériel	ff	1		
I.2	Dossier d'exécution pour les ouvrages génie civil (le réservoir de 10m3), le plan d'installation photovoltaïque, y compris tous les dossiers de recollement et toutes sujétions	ff	1		
<b>Sous Total I</b>					
<b>II</b>	<b>FORATION</b>				
II.1	Foration au rotary à la boue en terrain sédimentaire de diamètre 9 pouces 7/8 (251 mm) y compris mise à disposition des coupes lithologiques	ml	70		
<b>Sous Total II</b>					
<b>III</b>	<b>EQUIPEMENT DU FORAGE</b>				
III.1	Fourniture et mise en place des tubes PVC pleins, DN 125/140 mm,	ml	55.00		
III.2	F/P des tubes crépinés PVC (fentes 0.75-1.0 mm)	ml	15.00		
III.3	Fourniture et mise en place du bouchon de pied, DN 125/140 mm	U	1.00		
III.4	Fourniture et mise en place d'un massif filtrant de gravier quartzeux, arrondi, granulométrie 1-3 mm; y compris le joint d'étanchéité (argile) 3 - 5 m	U	1		
III.5	Remblayage de l'espace annulaire	U	1		
III.6	Cimentation de l'espace annulaire en tête de colonne.	U	1		
<b>SOUS TOTAL III</b>					
<b>IV</b>	<b>NETTOYAGE-DEVELOPPEMENT ESSAI DE POMPAGE-ANALYSES</b>				
IV.1	Développement Air Lift et nettoyage jusqu'à l'obtention de l'eau claire	U	1		
IV.2	Essais de pompage (3 paliers enchaînés d'une heure chacun à débits croissants, suivi d'une remontée) y compris mise à disposition des fiches d'essai de débit	U	1		
IV.3	Essais de pompage à longue durée à débit constant (essai de nappe) y compris mise à disposition des fiches d'essai de débit et interprétation	U	1		
IV.4	Analyse physico chimique et bactériologique	U	1		

IV.5	Fourniture et pose de pompe immergée de marque <b>Grundfos SQFlex 3A-10</b> : adaptée pour environ 5 m <sup>3</sup> /h au minimum avec une HMT pouvant aller jusqu'à 80 m minimum y compris coffret de commande, convertisseur, fileteries, tuyauteries, support de stabilisation et toute sujétion de pose	U	1			
<b>SOUS TOTAL IV</b>						-
<b>V</b>	<b>PRODUCTIONS ELECTRIQUES</b> ( <i>Fourniture, câblage, repérage, pose et raccordement, conformément aux plans, au cahier de chemas unifilaires et au cahier de prescriptions techniques des articles suivants, y compris enveloppe, peinture, câblage, accessoires de raccordement et de fixation, repérage, mise à la terre, plastron et toutes sujétions</i> )					
V.1	Fourniture et pose de panneaux solaires Monocristallin (450Wc - 60 cells) y compris accessoires d'installation (régulateur, contrôleur, fileteries, câbleries, socle en béton, convertisseur, support de fixation des plaques en IPN de 100, connexion château etc.) et toutes suggestions de pose. Le champ solaire Photovoltaïque doit avoir au moins 3600 W (450Wc x 8 modules) pouvant varier en fonction du débit d'exploitation du forage.	U	1			
V.2	Fourniture et pose d'une boîte de jonction y compris toutes sujétions	U	1			
V.5	Coffret DC y compris toutes suggestions	U	1			
V.6	Tableau divisionnaire forage 24 modules	U	1			
V.7	Fourniture et pose de batterie 10Kwh y compris toutes sujétions	U	2			
V.8	Convertisseur hybride de 8 Kva	U	2			
V.9	Construction d'une clôture de protection en grillage du réservoir et forage de dimension 7m2 avec une porte métallique de 2 battants de 2x2.10m, des poteaux en cornière à chaque 2 m sur une fondation en longrine dans laquelle est ancré le grillage	U	1			
<b>SOUS TOTAL V</b>						
<b>TOTAL POUR UN FORAGE ET EQUIPEMENT</b>						

**BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES POUR REALISATION DE DEUX FORAGES EN ZONES DE SOCLE**

<b>BORDEREAU DE REALISATION D'UN (1) FORAGE EQUIPE D'UNE POMPE SOLAIRE DE DEBIT (5 -15M<sup>3</sup>/H) EN ZONE DE SOCLE</b>				
<b>N°</b>	<b>Désignation des travaux</b>	<b>Unités</b>	<b>Prix Unitaire en chiffres</b>	<b>Prix Unitaires en toutes lettres</b>
<b>I</b>	<b>MOBILISATION ET DEMOBILISATION</b>			
I.1	Préparation, amené et repli du matériel	ff		
I.3	Dossier d'exécution pour les ouvrages génie civil (le réservoir de 10m <sup>3</sup> ), le plan d'installation photovoltaïque, y compris tous les dossiers de recollement et toutes sujétions	ff		
<b>II</b>				
II.1	Foration au rotary à la boue en terrain sédimentaire de diamètre 9 pouces 7/8 (251 mm) y compris mise à disposition des coupes lithologiques	ml		
<b>III</b>				
III.1	Fourniture et mise en place des tubes PVC pleins, DN 125/140 mm,	ml		
III.2	Fourniture et pose des tubes crépinés PVC (fentes 0.75-1.0 mm)	ml		
III.3	Fourniture et mise en place du bouchon de pied, DN 140 mm	U		
III.4	Fourniture et mise en place d'un massif filtrant de gravier quartzeux, arrondi, granulométrie 1-3 mm ; y compris le joint d'étanchéité (argile) 3 - 5 m	U		
III.5	Remblayage de l'espace annulaire	U		
III.6	Cimentation de l'espace annulaire en tête de colonne.	U		
<b>IV</b>	<b>NETTOYAGE-DEVELOPPEMENT ESSAI DE POMPAGE-ANALYSES</b>			
IV.1	Développement Air Lift et nettoyage jusqu'à l'obtention de l'eau claire	U		
IV.2	Essais de pompage (3 paliers enchaînés d'une heure chacun à débits croissants, suivi d'une remontée) y compris mise à disposition des fiches d'essai de débit	U		
IV.3	Essais de pompage à longue durée à débit constant (essai de nappe) y compris mise à disposition des fiches d'essai de débit et interprétation	U		
IV.4	Analyse physico chimique et bactériologique	U		

IV.5	Fourniture et pose de pompe immergée de marque <b>Grundfos SQFlex 3A-10</b> : adaptée pour environ 5 m <sup>3</sup> /h au minimum avec une HMT pouvant aller jusqu'à 80 m minimum y compris coffret de commande, convertisseur, fileteries, tuyauteries, support de stabilisation et toute sujétion de pose	U		
V	<b>PRODUCTIONS ELECTRIQUES</b> ( <i>Fourniture, câblage, repérage, pose et raccordement, conformément aux plans, au cahier de schémas unifilaires et au cahier de prescriptions techniques des articles suivants, y compris enveloppe, peinture, câblage, accessoires de raccordement et de fixation, repérage, mise à la terre, plastron et toutes sujétions</i> )			
V.1	Fourniture et pose de panneaux solaires Monocristallin (450Wc - 60 cells) y compris accessoires d'installation (régulateur, contrôleur, fileteries, câbleries, socle en béton, convertisseur, support de fixation des plaques en IPN de 100, connexion château etc.) et toutes suggestions de pose. Le champ solaire Photovoltaïque doit avoir au moins 3600 W (450Wc x 8 modules) pouvant varier en fonction du débit d'exploitation du forage.	U		
V.2	Fourniture et pose d'une Boîte de jonction y compris toutes sujétions	U		
V.5	Coffret DC y compris toutes suggestions	U		
V.6	Tableau divisionnaire forage 24 modules	U		
V.7	Fourniture et pose de batterie lithium 10 Kwh y compris toutes sujétions	U		
V.8	Convertisseur hybride de 8 Kva	U		
V.9	Construction d'une clôture de protection en grillage du réservoir et forage de dimension 7m <sup>2</sup> avec une porte métallique de 2 battants de 2x2.10m, des poteaux en cornière à chaque 2 m sur une fondation en longrine dans laquelle est ancré le grillage	U		

**NB : Les prix unitaires suivants sont établis sur la base des conditions économiques en vigueur à la date de remise de l'offre.**

**Formulaire d'essai de débits pour des forages à équiper avec des pompes manuelles  
 d'un débit estimé à 1 m<sup>3</sup>/heure**

<b>Identification du forage</b>		
Nom du Village .....	Coordonnées	x = .....
Code du forage .....		y = .....

Date de l'essai :
Nom des opérateurs :
Type et modèle de pompe :
Le point de référence est le haut du tubage ou :
Le niveau statique (NS) de l'eau est à ..... m
Le niveau de la pompe immergée est à ..... m.
Heure du démarrage de l'essai de débit :

Heure théorique	Heure réelle de mesure	Niveau dynamique de l'eau (ND)	Rabattement (= ND-NS)	Débit mesuré
hh:mm:ss	hh:mm:ss	[m]	[m]	[m <sup>3</sup> /h]
<b>1) Pompez pendant 1 heure avec un débit de 0,5 m<sup>3</sup>/h (= 8,3 l/mn)</b>				
0:00:00				Q =
0:00:30				
0:01:00				
0:02:00				Q =
0:05:00				
0:10:00				Q =
0:20:00				Q =
0:60:00				Q =
<b>2) Pompez ensuite pendant 1 heure avec un débit de 1 m<sup>3</sup>/h (= 16,6 l/mn)</b>				
1:00:00				Q =
1:00:30				
1:01:00				
1:02:00				
1:05:00				Q =
1:10:00				
1:20:00				Q =
1:60:00				Q =
<b>3) Pompez ensuite pendant 1 heure avec un débit de 2 m<sup>3</sup>/h (= 33,3 l/mn)</b>				
2:00:00				Q =
2:00:30				
2:01:00				
2:02:00				
2:05:00				Q =
2:10:00				
2:20:00				Q =
2:60:00				Q =
<b>4) Arrêtez de pomper, mais observez la recharge du forage</b>				
3:00:00				Fin de l'essai
3:00:30				
3:01:00				
3:02:00				
3:05:00				
3:10:00				
3:20:00				
3:60:00				

## FICHE TECHNIQUE D'INSTALLATION DE LA POMPE SOLAIRE

### Identification du Forage

Non du Village : .....  
 Canton : ..... Maitre d'œuvre : .....  
 Sous-Préfecture : ..... Financement : .....  
 Département : ..... Entreprise : .....  
 Province : .....

### Données du Forage

Profondeur Totale du Forage : .....  
 Profondeur Equipée : *Tube Plein* : .....  
   *Tube Crépine* : .....  
   *Décanteur* : .....  
   *Bouchon de Pied* : .....  
 Développement : *Type* : .....  
   *Durée* : .....  
   *Débit* : .....  
 Essai de Pompage : *Type* : .....  
   *Durée Pompage* : .....  
   *Durée Remontée* : .....  
   *Niveau Statique* : .....  
   *Niveau Dynamique* : .....  
   *Rabattement* : .....  
   *Débit Final* : .....

### Installation de la Pompe

Type de Pompe : .....  
 Modèle de Pompe : .....  
 Profondeur d'Installation : .....  
 Type de Tuyaux : .....  
 Nombre de Tuyaux : .....  
 Date d'Installation : .....  
 Pompe Installée par : .....

Pour l'Entreprise

Pour le Contrôleur

**PROCES VERBAL DE RECEPTION TECHNIQUE DE FORAGE**

L'an deux mil ..... et le ..... il a été procédé à la **réception technique** de  
 ..... Réalisé par l'entreprise ..... dans le cadre de  
 l'exécution du Contrat N° : ..... sur financement de ..... au profit  
 de : .....

**La localisation de l'ouvrage est :**

Province ..... Département .....

Sous-préfecture ..... Canton.....

Localité (ou Site) .....

Coordonnées (GPS) : Longitude :     °     '     " E ; Latitude :     °     '     " N

**Les caractéristiques techniques de l'ouvrage :**

Profondeur totale forée : .....m ;     Profondeur équipée : .....m ;

Niveau statique : .....m ;     Niveau dynamique : .....m ; Rabattement : ..... m

Débit de développement : .....m<sup>3</sup>/h ; Débit de pompage d'essai : .....m<sup>3</sup>/h

Niveau d'installation de la pompe : .....m.

**CONSTATS SUR LES DIFFERENTS CORPS D'ETAT**

L'état physique de la pompe:.....

Le débit de la pompe à l'essai au 3eme palier .....

La remise en état des lieux aux abords de l'ouvrage.....

**Autres remarques autorisant ou non la réception provisoire de l'ouvrage:**

.....

Représentants des Structures	Nom et Prénoms	Contact	Signature
Pour le Contrôle des travaux			
Le Représentant de l'Entreprise			

**PROCES VERBAL DE RECEPTION PROVISOIRE**

L'an deux mil..... et le ..... il a été procédé à la réception provisoire de  
 :.....réalisé par l'entreprise ..... dans le cadre de  
 l'exécution du Contrat N° :..... sur financement de  
 ..... au profit de :.....

**La localisation de l'ouvrage est :**

Province ..... Département .....

Sous-préfecture ..... Canton.....

Localité (ou Site) .....

Coordonnées (GPS) : Longitude :    °    '    " E ;    Latitude :    °    '    " N

**Les caractéristiques techniques de l'ouvrage sont :**

Profondeur totale forée :.....m ;    Profondeur équipée :.....m ;

Niveau statique :.....m ;    Niveau dynamique :.....m ; Rabattement :..... m

Débit de développement :.....m<sup>3</sup>/h ; Débit de pompage d'essai :.....m<sup>3</sup>/h

Niveau d'installation de la pompe :.....m.

**Observations :**

.....

.....

.....

.....

Le présent Procès-verbal est établi pour servir et valoir ce que de droit.

Ont pris part à cette réception, les personnes dont les noms suivent :

Représentants des Structures	Nom et Prénoms	Contact	Signature