

## ANNEXE I-SPECIFICATIONS TECHNIQUES

### **PARTIE A : DISPOSITIONS GÉNÉRALES**

#### **Article 1 : Objet des travaux**

1.1 Le présent Cahier des Prestations Techniques fixe les conditions d'exécution des travaux de réalisation de vingt (20) forages piézométriques au niveau des sous-bassins versants des communes d'intervention du PTCS dans la région de Koulikoro.

1.2 Les nouveaux forages sont destinés à être équipés de matériels de contrôle du niveau d'eau souterraine.

1.3 Les présentes Spécifications Techniques précisent les moyens à mettre en œuvre, indiquent le type d'ouvrage qui devra être exécuté mais laissent à l'Entreprise, sous son entière responsabilité, le choix de la méthode d'exécution, de la conception, du matériel et les techniques de forage à mettre en œuvre.

#### **Article 2 : Description de la zone du projet**

Les soumissionnaires qui souhaiteraient avoir plus d'information sur les caractéristiques hydrogéologiques de la zone concernée sont priés de prendre attache avec la Représentation de l'Enabel Mali, Koulikoro, Souban.

#### **Article 3 : Volume des travaux de forages**

Le nombre de forages positifs à réaliser est de 20.

La liste des villages et le nombre d'ouvrages par village sont cités dans le tableau ci-dessous :

Région	Cercle	Communes	Villages ou Hameaux bénéficiaires	Infrastructure
Koulikoro	Koulikoro	Doumba	Fani	Piézomètre
			Dombana	
			Doumba	
		Koula	Bodo	
			Dialakorobougou	
			Wolokorodjie	
			Niamakorobougou	
			Sirimansoni	
			Sirakorola	
		Sirakorola	Sirakorola	
			Monzobala	
			Diana	
			Boron-Cissé	
			Donterebougou	
			Koroka	
			Zana	
			Meguetan	
		Fegoun		
		Diaguinebougou		
		Siratiguila		
Diladjè				
<b>01</b>	<b>01</b>	<b>04</b>	<b>20</b>	<b>20</b>

#### **Article 4 : Modalité de mise en place**

L'Entreprise mobilisera les moyens adéquats dès la notification de l'Ordre de commencer les travaux adressés par le Maître d'Ouvrage, de manière à pouvoir commencer les travaux de forages dans les **15** jours suivants la

## **notification des marchés.**

### **Article 5 : Délais et rythme d'exécution**

Le délai d'exécution des travaux est fixé à **60 jours** pour l'ensemble des travaux (mobilisation et exécution des forages).

### **PARTIE B : ORGANISATION DES CHANTIERS**

#### **Article 6 : Coordination des travaux**

6.1 La réussite du programme repose sur la parfaite coordination des divers intervenants, notamment entre :

- Le Maître d'Ouvrage
- L'Entreprise de forages.

6.2 Cette coordination parfaite des différentes actions nécessite le respect strict d'un calendrier d'exécution établi pour chacun des intervenants.

#### **Article 7: Accès**

L'Entreprise est réputée connaître les difficultés d'accès qui peuvent être rencontrées pour certains villages et fera son affaire de l'aménagement éventuel de l'emplacement prévu par les implantations. Les sites sont accessibles en toutes saisons.

#### **Article 8 : Vérification du matériel**

Avant toute réalisation, le Maître d'Œuvre doit vérifier la conformité du matériel proposé par l'Entreprise dans son offre technique.

L'Entreprise aura en permanence sur le chantier, tous les instruments, outils et matériels nécessaires pour effectuer les mesures de contrôle, les essais de qualité et le nettoyage du forage.

#### **Article 9: Horaire de travail**

Les conditions générales de travail fixées par la réglementation en vigueur en République du Mali sont applicables au personnel du chantier de l'Entreprise.

#### **Article 10 : Séquence des interventions**

10.1 La succession des opérations pour la construction des forages sera la suivante:

- Implantation des forages sur le terrain par le Maître d'Œuvre. Ces documents seront communiqués à l'Entrepreneur, pour l'établissement du programme de travaux.
- Réalisation des forages et équipement. Le développement sera réalisé aussitôt après l'équipement. Fermeture de l'ouvrage.  
Pompage d'essai, mesure des caractéristiques hydrodynamiques de l'ouvrage, prélèvement d'échantillons pour des analyses physico-chimiques sur les eaux des forages.
- Réception provisoire du forage (d'après les résultats de l'essai de pompage).

### **PARTIE C : PERSONNEL À METTRE EN PLACE**

#### **Article 11 : Généralités**

L'Entreprise fournira tout le personnel technique d'encadrement et d'exécution nécessaire à la bonne exécution des travaux; forages, équipement, développement, pompages, etc. la maintenance du matériel; l'approvisionnement du chantier (pièces de rechange, tubages, etc.) et sa gestion administrative et financière.

**Article 12 : Personnel technique d'encadrement**

L'Entreprise doit mettre à la disposition du projet, un personnel national ou expatrié confirmé et spécialiste des forages d'eau :

- a) Chef de mission;
- b) Chef de Chantier;
- c) Électricien.

L'Entreprise s'engage à assurer pour la totalité des travaux la présence permanente et continue d'un chef de chantier confirmé auprès duquel les notifications seront faites par le Maître d'œuvre. En l'absence du chef de chantier, le chantier sera arrêté.

**Article 13 : Personnel d'exécution**

Le personnel d'exécution pour le chantier comprendra au minimum: un sondeur ou un aide sondeur, un chef d'unité de pompage, ayant chacun, au minimum trois (3) ans d'expérience, des manœuvres et des chauffeurs. La liste du personnel d'exécution sera jointe à l'offre.

**PARTIE D : DESCRIPTION ET PRESCRIPTIONS TECHNIQUES DU MATÉRIEL**

**Article 14 : Clauses générales**

Les techniques de forage à utiliser et le matériel à mettre en œuvre devront répondre à un certain nombre de spécifications techniques. Cependant les caractéristiques et les performances du matériel décrites ci-après ne sont données qu'à titre indicatif. L'Entreprise pourra, si elle le désire, proposer un autre type de matériel, à condition de le justifier dans son offre et de réaliser dans les règles de l'art les travaux demandés. Ce matériel devra toutefois utiliser obligatoirement les techniques du Rotary et du marteau-fond-de-trou pour traverser les terrains tendres et durs et être tout au moins aussi performant.

**Article 15 : Technique de forage**

15.1 L'atelier de forage devra permettre une foration efficace dans les 2 types de terrains suivants :

- a) terrain tendre : La technique utilisée sera le Rotary à l'air ou à la boue ;
- b) terrain dur : La technique utilisée sera le "marteau-fond-de-trou" forage roto-percussion à l'air avec système de percusion à l'extrémité du train de tiges.

15.2 L'emploi d'un atelier mixte forant au rotary dans les terrains tendres et au marteau fond de trou dans les terrains durs est donc préconisé.

15.3 L'atelier requis pour l'exécution de ce projet sera en bon état et fera l'objet d'une réception technique par le Maître d'œuvre.

15.4 L'Entreprise se doit de faire preuve d'une organisation de chantier très efficace impliquant entre autres que les accès soient vérifiés et aménagés avant le déplacement de l'atelier de forage.

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

#### **Article 16 : Spécifications Techniques du matériel de forage**

16.1 Dans son offre, l'Entreprise devra préciser la liste exacte du matériel qu'elle affectera à la réalisation de ces travaux, avec la date d'acquisition du matériel.

16.2 Les caractéristiques et les performances du matériel sont données ci-après à titre indicatif. Le soumissionnaire peut, s'il le désire, proposer un autre type de matériel, à condition de le justifier. Les performances, dans ce cas, doivent être au moins équivalentes.

16.3 Le diamètre minimal interne des tubages PVC et les dimensions de l'espace annulaire gravillonné devront répondre aux exigences du Maître d'Ouvrage. L'Entreprise devra toutefois utiliser obligatoirement la technique du marteau-fond-de-trou pour traverser les terrains durs.

16.4 L'atelier de forage requis doit répondre aux spécifications suivantes :

- Appareils de forage mixte rotary/marteau-fond-de-trou, fonctionnant à l'air, à l'eau, à la mousse ou à la boue, équipés de tous les accessoires nécessaires avec possibilité d'utilisation du marteau-fond-de-trou et éventuellement tubage de travail en acier. Ils permettront de forer indifféremment les terrains tendres et les terrains durs;
- Entraînement rotation par tête hydraulique ou mécanique, actionnée par un moteur indépendant ou par le moteur du porteur (moteur avec une puissance de 200 à 300 CV).
- Couple de rotation sera de 500 à 1000 m-kg pour une vitesse de rotation de 0 à 60 T/mn.
- Montée et descente de la tête de rotation par chaîne ou vérin, force de traction de 6 à 15 t. Force de poussée 6 à 10 tonnes. Un système d'avance automatique et de réglage de la poussée du marteau est nécessaire.
- Mât (derrick); longueur 6,5m à 8m ou plus, pour tiges de 3 à 6m, montée et descendre par vérins hydrauliques, charge admissible de 15 à 20 tonnes.
- Potence avec dispositif de translation pour la descente des tubages.
- Treuils : 1 treuil mécanique, hydraulique, puissance 1 à 3t (au moins 3t pour l'un) ; éventuellement 1 Cabestan de 0,5 à 1 tonne.
- Pompe à boue d'une capacité suffisante pour le forage à 100 m en 12"1/4 de diamètre.

Les performances demandées au matériel sont :

- forage rotary 100 m en 12"1/4
- forage marteau-fond-de-trou 140 m en 6"1/2.

16.5 Garniture et outils de forage :

- Tiges, diamètre 4"1/2 - longueur 140 m par éléments de 3 à 6 mètres avec tricône de 8" à 12"1/4.
- Stabilisateur (drill collar) éventuellement de diamètre 100 à 120 mm
- Marteau fond-de-trou, haute pression, adapté aux diamètres de forage (6"1/2 à 8"1/2) avec taillants au carbure de tungstène.
- Tubage de travail en acier ou PVC diamètre minimum 7"5/8 en éléments de 3 à 6 m. Longueur 60 m minimum.

16.6 Compresseurs d'air comprimé

Compresseur haute pression (12 à 20 bars) dont la puissance est adaptée au marteau utilisé. Il pourra être monté

sur un porteur indépendant tout terrain.

#### 16.7 Accessoires

- Lot de pièces de rechange pour sondeuses et véhicules, outils de forage (tricotons de divers diamètres, tri lames, outils de repêchage, etc.)
- pompe à eau
- poste de soudure électrique
- chalumeau oxyacétylénique
- produits à mousse
- produits à boue biodégradable
- tous les accessoires nécessaires au chantier
- tubes et tubages pour essai air-lift en soufflage direct ainsi qu'en pompage par émulsion
- conductivimètre et pH mètre
- 3 rubans mètres (2 x 100m, 1 x 150m)
- 2 sondes électriques pour mesurer les niveaux d'eau (une sonde de 80 m),
- 1 double décalitre et 2 chronomètres pour les mesures de débit ou soufflage en cours de foration. Pour les débits supérieurs à 7 m<sup>3</sup>/h, on prévoira un bac de capacité 50 à 80 litres de manière à avoir une bonne précision du débit.
- 1 récipient pour échantillonnage des terrains traversés permettant de recueillir environ 70 % des cuttings (seau, bassine, etc. ...).
- des caisses en bois ou métalliques étanches à 25 ou 50 casiers de 10x10 cm permettant l'échantillonnage des forages. Ces caisses seront vidées une fois les coupes géologiques faites par l'hydrogéologue,
- tout matériel complémentaire nécessaire à la bonne marche du chantier et à l'exécution des travaux dans les règles de l'art.

#### 16.8 Véhicules porteurs

- Sondeuse : camion tout terrain 4X4 ou 6X6 - puissance 150 à 260 CV équipé de deux vérins de calage arrière, d'un ou deux vérins avant, coffre à outils et système de transport de tiges et outils de forage.
- Compresseur : camion tout terrain 4X4 ou 6X6 d'environ 10 t de charge utile avec coffre outils et citerne à gas-oil de 2 à 3 m<sup>3</sup>.

#### 16.9 Véhicules d'accompagnement

- Camion tout terrain porte-citerne avec pompe de remplissage
- Camion de service
- Véhicules légers 4x4 pour déplacement du personnel.

### **Article 17 : Spécifications de l'atelier de pompage**

#### 17.1 Véhicules :

- 1 Véhicule porteur tout-terrain 4x4 ou 6x4, châssis long, puissance 40 à 160 CV, table calage 1" à 9"5/8, commandes hydrauliques, tambour d'enroulement pour câble électrique, etc.,

#### 17.2 Matériel de pompage:

- 1 groupe électrogène autonome, puissance 10 - 18 K V A, tension 220/380 V triphasé, 50 Hz ;

- 1 Pompe submersible diamètre 4" débitant environ 10 m<sup>3</sup>/h pour une HMT de 30 m et 6 m<sup>3</sup>/h à 60 m. Cette pompe devra être robuste et capable de supporter l'évacuation d'impuretés (grains de sable, etc.), il est conseillé de disposer d'une deuxième pompe de capacité de 15 m<sup>3</sup>/h sous 60 m HMT pour les essais à fort débit ;
- 1 vanne de réglage de débit.

#### 17.3 Matériel de mesure :

- Compteurs d'eau ou tube de PITOT,
- Chronomètres (2),
- double décalitre pour mesures de débit à la capacité inférieure à 7 m<sup>3</sup>/h, bac avec capacité de 50 à 80 l, fût de 200 l ou cuve de 500 l munie d'une vanne de vidange (1 x 1 x 0,5) , de manière à permettre une estimation précise des débits,
- sondes électriques graduées au cm (une de 50 m, une de 80 m).

#### 17.4 Trousse d'analyse in situ

- Appareil de mesure de conductivité, pH, salinité et température

### **Article 18 : Matériel divers**

Matériel de campement nécessaire pour le personnel de chantier

Atelier d'entretien de campagne

Poste émetteur-récepteur. Les fréquences de travail seront communiquées au maître d'ouvrage à la signature du marché et les agents de contrôle auront en tout temps accès à ces radios.

## **PARTIE E - DESCRIPTION DES TRAVAUX DE FORAGES**

### **Article 20 : Mode d'exécution des forages**

20.1 Les méthodes et les diamètres de forage relatifs aux principaux schémas de foration susceptibles d'être rencontrés et décrits ci-après constituent des propositions techniques et non des schémas stricts qu'il faut obligatoirement appliquer. Une initiative assez large est laissée quant au choix de la technique de forage; celle-ci sera faite en accord avec le Chef de Chantier et le maître d'œuvre de manière à favoriser la méthode la plus efficace (temps, coût, qualité des observations géologiques et hydrogéologiques).

#### 20.2 Foration dans les terrains de bonne tenue :

Ces terrains ont une tenue acceptable tout au moins momentanée et permettent de faire le forage à trou découvert jusqu'à la rencontre des terrains durs. La foration dans ce cas peut s'effectuer soit au rotary à l'air avec un tricône de 9"7/8 ou en percussion au diamètre de 10" au marteau-fond-de-trou si le terrain le permet.

La rapidité d'exécution est fondamentale pour la tenue du trou en cas de venues d'eau :

- Lorsque le toit sain du socle est atteint, un tubage provisoire en acier ou PVC de diamètre intérieur minimum de 7"5/8 est mis en place pour soutenir et aveugler les zones d'altération ou de recouvrement et permettre sans risque la foration du socle et l'équipement du trou;
- La foration du socle s'effectue systématiquement en percussion au diamètre de 6"1/2 au marteau-fond-

de-trou jusqu'à la rencontre de fissures horizons aquifères. C'est l'agent chargé du contrôle qui ordonne l'arrêt ou la poursuite du forage;

- Après la mise en place de l'équipement de captage, le tubage provisoire en PVC ou en acier est extrait aux risques de l'Entreprise, sauf instructions contraires de l'Agent chargé du contrôle.

### 20.3 Foration dans les terrains de mauvaise tenue

Ces terrains de mauvaise tenue ne peuvent généralement être traversés ni à l'air ou à l'eau et impliquent l'utilisation de produits de forage pour stabiliser les parois du trou.

L'Entreprise mettra en œuvre le procédé de forage qui lui paraîtra le plus adapté :

- forage à la boue ;
- injection de mousse ;
- technique de forage avec tubage à l'avancement.

Pour le forage à la boue, des produits biodégradables seront utilisés.

### 20.4 Foration dans les formations rocheuses très friables et avec perte de circulation :

- foration avec tricône de diamètre 6"1/2 avec tubage à l'avancement et mousse si nécessaire.

### 20.5 D'une manière générale on évitera de capter les zones de recouvrement.

20.6 La foration devra en tout moment être contrôlée afin d'assurer la réalisation de forages rectilignes et verticaux.

## **Article 21 :      Prise d'échantillon**

21.1 Au cours de la perforation, les cuttings seront prélevés à chaque changement de terrain et à tous les mètres.

21.2 Les échantillons seront lavés et gardés au chantier dans des caisses en bois ou en métal de 25 à 50 casiers prévus à cet effet, à la disposition du maître d'ouvrage qui décidera de leur conservation ou non.

## **Article 22 :      Équipement du forage**

22.1 Le forage sera équipé en matériels de contrôle du niveau d'eau.

22.2 Au vu des caractéristiques hydrauliques obtenues à la fin du forage, le contrôleur du maître d'œuvre jugera si le forage est exploitable et ordonnera alors son équipement.

22.3 Le forage sera équipé sur toute la hauteur d'une colonne de captage en PVC, diamètre 99/110mm ou à défaut 125/140 mm. La colonne de tubage est munie d'un bouchon de pied soit en PVC vissé ou en ciment, ainsi que d'un couvercle.

22.4 La colonne sera crépinée au droit des venues d'eau. Le crépinage sera fait mécaniquement en usine. Les fentes auront 1 mm de large. Le pourcentage d'ouverture devra être compris entre 6 et 8% de la surface totale du PVC. L'ensemble de la colonne de captage sera muni, à sa base d'un tube décanteur (tube plein) d'une longueur

minimum de 3 m.

22.5 L'espace annulaire entre terrain et colonne sera gravillonné sur toute la hauteur des crépines plus un minimum de 5 m. Le gravier devra avoir une granulométrie de 2 à 3 mm. Il sera constitué par un matériau quartzé roulé, à l'exclusion de tout autre matériau. Le gravier devra être accepté par le maître d'œuvre.

22.6 Au-dessus du gravier, l'espace annulaire sera rempli d'un produit argileux de type Quillon ou similaire sur une longueur minimum de 3 m.

22.7 Au-dessus des produits argileux, l'espace annulaire sera rempli par du tout venant et cimenté sur 3 mètres en tête.

22.8 Le tubage dépassera de 0,50 m la surface du sol.

22.9 Une fermeture provisoire à cadenas devra sécuriser le forage. Cette fermeture en tête du forage doit être placée immédiatement après son équipement ou le développement.

22.10 Des variantes d'équipements pourront être proposées par le contrôleur des travaux pour faire face à certaines conditions particulières. Dans ces cas, l'Entreprise aura à approuver le schéma d'équipement proposé par le contrôleur.

22.11 En cas de non-entente sur le schéma proposé, l'Entreprise pourra se dégager de ses responsabilités si c'est le schéma du contrôleur qui est retenu.

### **Article 23 : Développement des forages**

23.1 Le développement sera effectué avec l'atelier de forage ou une unité indépendante aussitôt après la réalisation du forage et son équipement.

23.2 Ce développement sera exécuté à l'air-lift à l'aide d'une colonne d'injection d'air de diamètre minimum 1"1/2 ou avec un dispositif d'émulseur 2" 3/4.

23.3 Il sera poursuivi jusqu'à obtention d'eau claire. Des contrôles de débit, de température, de pH et de conductivité seront effectués en cours de développement.

23.4 La durée de cette opération sera en moyenne de 3 heures. Le contrôleur décidera de l'arrêt ou de la poursuite du développement.

### **Article 24 : Pompage d'essai**

24.1 L'objectif visé par le pompage d'essai est de déterminer la cote pour installer la pompe et le débit d'exploitation du forage en toute saison.

24.2 Les essais seront effectués à l'aide d'une pompe électrique immergée 4" capable d'atteindre 10 m<sup>3</sup>/h à 30 m de hauteur manométrique ou 6 m<sup>3</sup>/h à 60 m.

24.3 Ils seront réalisés en se basant sur la méthode CIEH (1988) L'essai aura une durée totale de 6 heures: 4 heures de pompage et suivi de la remontée pendant un maximum de 2 heures.

24.4 Les mesures de variation du niveau dynamique seront faites à l'aide d'une sonde électrique. Les mesures de profondeur et de débit seront notées sur une fiche prévue à cet effet.

24.5 Si le débit mesuré au cours du développement ne dépasse pas 3m<sup>3</sup>/h, le pompage se fera en deux paliers successifs de 2 heures chacun aux débits équivalents à 50% puis 100% du débit air-lift obtenu à la fin du développement. Si le débit mesuré au cours du développement est supérieur à 3 m<sup>3</sup>/h, le pompage se fera en continu de manière à obtenir trois paliers de débits successifs :

- palier de 2 h à débit constant voisin de 1 m<sup>3</sup>/h;
- palier de 1 h à débit constant voisin de 2 m<sup>3</sup>/h;
- palier de 1 h à un débit constant équivalent à 70% du débit mesuré à l'air-lift.

24.6 Il ne doit y avoir aucun arrêt de pompage pendant l'essai, sinon l'Entreprise recommencera l'essai après rétablissement du niveau statique initial, à ses frais.

24.7 Les débits seront maintenus constants et les mesures devront être effectuées avec précision de 5% pour les débits, 1 cm pour les niveaux et 10 cm pour les profondeurs.

24.8 Après l'arrêt du pompage, les mesures de remontée du niveau d'eau dans les forages seront effectuées pendant au moins 1 heure et un maximum de 2 heures. Ces mesures pourront être arrêtées après une récupération de 90% du rabattement total.

24.9 Pendant les essais (développement et pompage), l'Entreprise prendra toutes les précautions nécessaires pour qu'il ne puisse pas s'infiltrer d'eau superficielle dans l'ouvrage testé, soit directement par l'orifice, soit indirectement par infiltration autour de l'ouverture du forage.

#### **Article 25 : Analyse d'eau**

Lors de chaque essai de pompage, un échantillon d'eau sera prélevé pour être analysé à l'aide d'équipement de mesure de terrain. Les paramètres à analyser sont les suivants : température (in situ), turbidité, salinité, pH, conductivité

Un échantillon par forage sera également prélevé, acheminé et analysé au frais de l'Entreprise au laboratoire de la DNH à Bamako pour y être analysé de manière plus complète. Les paramètres à analyser sont :

- Analyses physiques : température (en labo), salinité, turbidité, conductivité, pH, dureté;
- Analyses chimiques: Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, F.

#### **Article 26 : Superstructures et fermeture du forage y compris toutes suggestions**

Le forage sera fermé par un capot métallique muni de cadenas.

### **PARTIE E : CONTRÔLE DES TRAVAUX - RÉCEPTION DES OUVRAGES**

#### **Article 27 : Généralités**

27.1 La surveillance et le contrôle des travaux sont assurés par le maître d'œuvre.

27.2 L'Entreprise tiendra un carnet de chantier sur lequel seront notées toutes les décisions de la personne chargée du contrôle, les réserves éventuelles de l'Entreprise et toutes les observations nécessaires. Les indications qui y seront notées devront permettre de remplir une fiche de forage.

27.3 Pour les opérations et décisions graves (arrêts des travaux, modification de programme, etc.) Le maître d'œuvre établira un ordre de service.

27.4 Un contrôleur des travaux du maître d'œuvre surveillera l'ensemble des chantiers de l'Entreprise. Il aura à vérifier et approuver les informations consignées au cahier de chantier. Ces données permettront au maître d'œuvre de prendre une décision pour la poursuite, l'arrêt, l'équipement de l'ouvrage, la réalisation d'un nouveau forage ou l'abandon du chantier.

27.5 Le plan de captage sera défini par le chef foreur et soumis pour approbation au contrôleur. La réalisation du captage dans les règles de l'art relève de la responsabilité de l'Entreprise.

27.6 D'une manière générale, la surveillance et le contrôle (la surveillance technique) des forages porteront sur :

- l'établissement des coupes stratigraphiques d'après les cuttings des terrains traversés;
- les décisions de la poursuite ou l'abandon des forages;
- le choix des zones de captage et de l'équipement du forage;
- la surveillance du développement;
- l'élaboration des fiches du pompage d'essai, contrôle des essais;
- l'échantillonnage d'eau pour les mesures de pH et de conductivité;
- la réception provisoire.

#### **Article 28 : Renseignements à fournir par l'Entreprise**

28.1 L'Entreprise consignera dans le carnet de chantier tous les détails techniques relatifs aux travaux. Ce carnet sera mis à la disposition de l'agent chargé du contrôle.

28.2 L'Entreprise établira pour chaque forage un compte rendu des travaux sous forme de fiche technique qui sera adressé au maître d'œuvre, accompagné de 2 volets (copies) des carnets de chantier. Ce compte rendu contiendra les renseignements suivants :

- appellation du chantier, nom du site dans le village;
- emplacement du forage (plan avec repères);
- date du début et de fin des travaux de foration;
- diamètres successifs de forage et techniques utilisées;
- profondeur forée et la profondeur équipée;
- nature des terrains rencontrés;
- côte et mesures des venues d'eau;
- cote et mesures des débits en chaque fin de tige;
- vitesses d'avancement en mn/m ou par tige;
- usure des outils de forage;
- incidents divers;
- plan de tubage;
- plans de gravillonnage et de cimentation;
- pour les développements: durée, débit et limpidité de l'eau;

- pour les essais de débit : niveau dynamique et mesures prises lors des essais détaillés, débit d'exploitation possible de l'ouvrage;
- température, pH, conductivité et salinité de l'eau;
- niveau statique après repos à la fermeture de l'ouvrage;
- tous les détails techniques pouvant renseigner sur l'évolution des travaux et les caractéristiques des horizons traversés.

28.3 Le cahier de chantier sera visé par le représentant du maître d'œuvre et l'Entreprise et servira de base à l'établissement des attachements.

28.4 En fin de contrat, l'Entrepreneur remettra au maître d'œuvre un rapport en cinq exemplaires récapitulant l'ensemble des travaux réalisés.

28.5 L'Entrepreneur sera tenu de prélever des échantillons de terrain tous les mètres et à chaque changement de terrain ou à chaque venue d'eau.

#### **Article 29 :       Attachement des travaux**

29.1 Sauf disposition contraire, c'est le maître d'œuvre qui sera chargé de vérifier les attachements des quantités réellement exécutées en vertu du marché.

29.2 Les feuilles d'attachement des travaux de forage et de pose des pompes seront établies et signées par les parties en présence après la réception provisoire de l'ensemble.

29.3 En cas de litige avec l'Entreprise, un avis sera transmis au Maître d'Ouvrage qui statuera en la matière.

#### **Article 30 :       Réception Provisoire et délais de garantie**

Les conditions de réception provisoire et les délais de garantie des travaux exigés sont définis aux articles 37 et 38 du CCAP ou du Marché.

#### **Article 31 :       Réception définitive**

31.1 Les réceptions définitives seront prononcées à l'expiration du délai de garantie d'un an, selon les conditions émises à l'article 38 de la Lettre de Marché (CCAP).

31.2 Si des conditions inférieures à celles de la réception provisoire étaient constatées du fait d'une malfaçon dans l'équipement, l'Entreprise serait dans l'obligation de rétablir les caractéristiques initiales à ses frais quelle que soit la durée des travaux nécessaires.

31.3 La réception définitive sera faite en présence du représentant du Maître d'Ouvrage, appuyé par la DRHE et éventuellement d'un représentant de la communauté villageoise.

#### **Article 32 :       Garantie des travaux**

32.1 L'Entreprise s'engage à exécuter avec le matériel qu'il propose tous les travaux dans les règles de l'art.

32.2 En cas d'accident entraînant l'abandon du forage, l'Entreprise sera, sauf conditions jugées totalement exceptionnelles par le Maître d'œuvre, astreinte à recommencer un second forage au voisinage du premier et

n'aura droit à aucune rémunération pour le forage abandonné.

32.3 L'Entreprise pourra cependant être relevée de cette garantie dans le cas suivant : accident dû à des opérations spéciales (essais de débit, arrêt du forage en cours) exécutées sur la demande du maître d'œuvre et pour lesquelles l'Entreprise aurait fait par écrit toutes les réserves avant exécution.

32.4 Le délai de garantie de bonne exécution des travaux est fixé à un (1) an et court à partir de la date de réception provisoire de l'ouvrage correspondant.

## **PARTIE F : DISPOSITIONS DIVERSES**

### **Article 33 : Obligation de l'Entreprise**

33.1 L'Entreprise a à sa charge et doit fournir tout le personnel expatrié et local, matériel, accessoires, carburants, moyens de transport du matériel, du personnel, moyens de liaison etc., nécessaires à la bonne exécution des travaux dans les délais prescrits.

33.2 Il assure la maintenance du matériel et les approvisionnements du chantier.

33.3 Il s'engage à assurer, pendant la totalité des travaux, la présence permanente et continue pour l'atelier, d'un chef sondeur hautement qualifié auprès duquel les notifications seront faites par le maître d'œuvre. En l'absence du chef sondeur, le chantier sera arrêté.

33.4 L'Entrepreneur s'engage pendant la durée des travaux du présent projet à ne pas utiliser le matériel affecté contractuellement au projet pour d'autres travaux extérieurs au projet sans accord préalable du maître d'œuvre.

### **Article 34 : Provenance et qualité des matériaux**

34.1 L'Entreprise soumettra à l'approbation du maître d'œuvre les matériaux (sable, gravier, ciment etc.) qu'elle compte employer avec indication de leur nature et de leur provenance.

34.2 Tous les matériaux reconnus défectueux devront être évacués par l'Entreprise et à ses frais.

34.3 L'Entreprise assurera sous sa propre responsabilité, l'approvisionnement régulier des matériaux pour la bonne marche du chantier.

34.4 Nonobstant l'agrément du maître d'œuvre pour lequel des matériaux et pour leur lieu d'emprunt, l'Entrepreneur reste responsable de la qualité des matériaux mis en œuvre. Il lui appartient de faire effectuer à ses frais toutes les analyses et tous les essais de matériaux nécessaires à une bonne exécution des ouvrages.

### **Article 35 : Provenance des fournitures et du matériel**

L'Entreprise assurera sous sa responsabilité le choix du matériel et des fournitures à employer.

### **Article 36 : Caractéristiques des tubages**

36.1 Les tubages seront en PVC rigide ou en acier et de diamètres 178/195 mm pour les tubages provisoires et en PVC (rigide, qualité forage) de 99/110mm ou à défaut 126/140 mm pour la colonne de captage.

36.2 Ils seront en éléments lisses vissés sur la demi-épaisseur. Le filetage sera robuste, trapézoïdal à mi-épaisseur, rond ou carré et n'aura pas d'excentration de façon à ce que la manutention des tubages puisse se faire sans problème jusqu'à des profondeurs de 100 mètres (10 bars, type Preussag SBF 125 ou équivalent et KV 125 ou équivalent pour les crépines).

36.3 Les tubages devront présenter toutes garanties de résistance aux efforts de cisaillement, d'écrasement ou de torsion au cours de leur mise en place et durant l'utilisation des ouvrages. Le PVC aura la qualité alimentaire et ne possédera pas d'éléments susceptibles de se dissoudre dans l'eau ou de modifier sa potabilité.

36.4 En cas de doute sur la qualité du matériel, il sera procédé à des tests aux frais de l'entreprise qui devront démontrer que les tubages fournis résistent bien à des pressions de 10 bars.

#### **Article 37 : Gravier**

37.1 Le gravier introduit dans l'espace du forage sera du gravier propre de quartz roulé et de granulométrie moyenne égale à 2 ou 3 mm.

37.2 L'utilisation de tout autre gravier tel que la latérite ronde, ou du concassé de carrière est interdite.

#### **Article 38 : Réunions de chantier**

L'Entreprise est tenue d'assister à toutes les réunions fixées par le maître d'œuvre. Il aura la faculté de se faire représenter par un Agent ayant tous les pouvoirs pour donner les instructions sur le chantier et pour prendre toute décision d'ordre administrative ou financière.

### **PARTIE G : DÉFINITION DES PRIX**

#### **Article 39 : Installation et déplacement**

Prix 1 : Mobilisation et repli

Ce prix forfaitaire comprend toutes les démarches et procédures de préparation de tout le matériel et son amené sur les lieux des travaux. Il comprend entre autres tous frais de transport, d'assurance et toutes sujétions supplémentaires concernant l'amené des différents ateliers et du personnel de l'Entreprise, et cela jusqu'au site des travaux de forage. Ce prix rémunère également les frais de repli de tout le matériel et de tout le personnel de l'Entreprise en fin des travaux. Ce prix n'est applicable qu'une seule fois par cercle.

Prix 2 : Installation - Montage - Démontage d'un atelier de forage.

Prix 3 : Déplacement de l'atelier de forage d'un village à un autre.

Prix 4 : Déplacement de l'atelier de forage dans un même village.

Prix forfaitaire applicable au déplacement d'un atelier de forage et ses services d'un site à un autre dans un même cercle (pour mémoire).

#### **Article 40 : Forage**

**Prix 5 : Forage au rotary 9"7/8 à 12"1/4**

Ce prix rémunère au mètre linéaire, le forage au rotary des terrains d'altération en diamètre 9"7/8 jusqu'à 12"1/4. Si l'Entreprise utilise une technique de forage autre que le rotary et approuvé par le maître d'œuvre, le même prix s'appliquera. Ce prix inclut :

- l'exécution éventuelle d'un avant trou ;
- le forage au rotary à l'air lift, à la boue ou à la mousse (ou éventuellement au marteau-fond-de-trou), y compris les matériaux nécessaires à la mise en œuvre de ces méthodes ;
- la pose, dans les terrains d'altération et la récupération du tubage de soutènement en acier ou en PVC 7"5/8 ou plus.

#### **Prix 6 : Forage au Marteau fond de trou**

Ce prix rémunère au mètre linéaire le forage des terrains durs par la technique du Marteau fond de trou en diamètre 6"1/2 à 8"1/2 (au choix de l'Entreprise) devant permettre l'équipement de forage en PVC 125/140 mm. Il s'applique lors de la réception provisoire.

#### **Article 41 : Équipement**

#### **Prix 7 : Tubage provisoire 7"5/8 laissé en place**

Ce prix au mètre linéaire rémunère le tubage de soutènement laissé en place sur requête du maître d'œuvre. Il s'applique lors de la réception provisoire.

#### **Prix 8 : Fourniture et pose PVC plein de 99/110mm et à défaut 125/140 mm**

Ce prix rémunère la fourniture et la mise en place du mètre linéaire du tube plein lisse en PVC 125/140 mm de qualité alimentaire avec emmanchement fileté dans la demi-épaisseur et présentant des résistances de 10 bars de pression aux efforts de cisaillement, d'écrasement et de torsion. Ce prix implique également le bouchon de pied et le couvercle en tête du tubage. Ce prix s'applique dès qu'un forage positif est pris en attachement après la réception provisoire

#### **Prix 9 : Fourniture et pose PVC en crépiné de 99/110mm et à défaut 125/140 mm.**

Ce prix rémunère la fourniture et la mise en place du mètre linéaire de tube crépiné lisse en PVC 125/140 mm de qualité similaire à ceux décrit au prix 7 et munis de fentes alternées (ouverture 1 mm) fabriquées en usine. Ce prix s'applique dès qu'un forage positif est pris en attachement après la réception provisoire

#### **Prix 10 : Fourniture et mise en place du massif de gravier filtre**

Ce prix rémunère la fourniture et la mise en place du mètre linéaire de massif de gravier calibré dans l'espace annulaire entre le tubage PVC et les parois du forage. Ce prix s'applique dès qu'un forage positif est pris en attachement après la réception provisoire.

#### **Prix 11 : Comblement de l'espace annulaire**

Ce prix au mètre linéaire, rémunère les frais pour le remplissage de l'espace annulaire au-dessus du massif de gravier filtre. Il comprend au minimum 3 m de matériel argileux au-dessus du gravier et 3 m de cimentation en

tête du forage. Ce prix s'applique dès qu'un forage positif est pris en attachement après la réception provisoire

**Article 42 : Développement des forages**

Prix 12 : Développement des forages

Ce prix rémunère sur base horaire la mise à disposition du personnel et du matériel avec force motrice pour le développement des forages prévu sur une durée moyenne de 3 heures par forage. Il inclut le montage et le démontage de l'équipement (ou de l'atelier) de développement. Ce prix s'applique dès qu'un forage positif est pris en attachement après la réception provisoire

Prix 13 : Mise à la disposition d'un atelier supplémentaire de développement.

Ce prix, pour mémoire, rémunère l'Entreprise pour la mise à disposition du personnel et de l'équipement de développement pour soit la poursuite du développement au-delà de 3 heures, soit pour des travaux supplémentaires requis par le maître d'œuvre :

- Sous-prix 13a : Atelier avec force motrice ;
- Sous-prix 13b : Sans force motrice.

Ce prix s'applique dès qu'un forage positif est pris en attachement après la réception provisoire

**Article 43 : Pompage d'essai**

Prix 14 : Essai de pompage

Ce prix forfaitaire englobe tous les frais relatifs à l'installation et la réalisation de l'essai de pompage standardisé de 6 heures selon la méthode CIEH. Il sera appliqué au forage positif.

**Prix 15 : Prélèvement, transport et analyse d'eau**

Ce prix forfaitaire inclus tous les frais relatifs au prélèvement d'échantillon d'eau lors des essais de pompage, la préservation et le transport des échantillons jusqu'au laboratoire de la DNH à Bamako, ainsi que les frais d'analyses pour les paramètres énumérés à l'article 25. Ce prix s'applique dès qu'un forage positif est pris en attachement après la réception provisoire

**Prix 15 : Superstructures et fermeture provisoire du forage y compris toutes suggestions :**

Ce prix inclus tous les frais relatifs à la confection dans les règles de l'art toutes les superstructures des forages

Positifs conformément à un plan fourni en annexes. En outre il prend en compte tous les frais de fermeture provisoire avec un capot métallique muni d'un cadenas.