

CAHIER DE CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP) POUR LA REALISATION DES FORAGES POSITIFS A GROS DEBIT

I. INTRODUCTION

Les prestations de contrôle technique des travaux de réalisation de forages seront assurées par un ou des Bureau (x) d'Études / un ou des Groupement (s) de Bureaux d'Études désigné ci-après par le terme "Ingénieur Conseil". Il est souvent désigné sous le vocable « Maître d'œuvre Technique ».

Les entreprises, le groupement d'entreprises attributaires des travaux de réalisation de forages (Implantation et travaux de foration) objet du présent marché sera désigné ci-après par le terme "Entrepreneur". Ce terme désignera dans le cas d'un groupement, le chef de file. Les entrepreneurs ou groupement d'entrepreneurs ainsi désigné assurera la direction des travaux de réalisation de forages (Implantation et travaux de foration). L'entreprise est tenue de réaliser le nombre de forages à la consommation totale du montant de son marché. **Tous les travaux demandés seront à sa charge toutes sujétions comprises.**

II. INDICATIONS GENERALES

ARTICLE 1 : OBJET DU DESCRIPTIF

Le présent descriptif se rapporte aux travaux de réalisation de forages positifs à gros débit (Implantation et travaux de foration) dans les treize (13) communes d'intervention du Portefeuille Thématique Climat Sahel – volet Burkina Faso. Il donne les détails techniques des travaux à réaliser par l'Entrepreneur.

Il précise les dispositions générales adoptées, ainsi que la nature des matériaux et les spécifications techniques. D'une façon générale, il décrit et précise la qualité des matériaux à approvisionner, leur mise en œuvre, etc.

Il y a lieu de se rapporter aux documents règlementaires et juridiques en vigueur au BURKINA FASO, ainsi qu'aux normes internationales applicables au Burkina Faso qui complètent le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP).

Les spécifications sont à considérer comme des exigences de performances minimales et l'Entrepreneur demeure seul responsable des performances de la totalité des travaux en conformité avec les objectifs du projet et les exigences particulières données dans le présent descriptif.

Les présentes spécifications ne devront pas être utilisées comme spécifications d'achat, lesquelles devront être préparées par l'Entrepreneur sous sa responsabilité.

ARTICLE 2 : CONSISTANCE DES TRAVAUX

Il s'agit des travaux de réalisation de forages à gros débit (Implantation et travaux de foration dans les treize (13) communes d'intervention du Portefeuille Thématique Climat Sahel – volet Burkina Faso.

La consistance des travaux peut être résumée comme suit :

- Implantation géophysique des forages ;
- La foration de sondages pour l'obtention de forages positifs au moins (débit ≥ 5 m³/h) ;
- L'équipement du forage en PVC plein et crépiné avec mise en place du massif filtrant et du Paker ou Quellon ;
- Le développement jusqu'à l'obtention d'une eau claire ;
- Les Essais de débit par palier (méthode CIEH) ;
- Les essais de longue durée
- Les Analyses physico-chimique, bactériologique et de métaux lourds des eaux (Arsenic, Plomb, Mercure, Cadmium, Cyanure, ...) ;
- La désinfection des forages.

ARTICLE 3 : ALLOTISSEMENT

Le présent descriptif des travaux concerne deux (02) lots en entreprise général c'est-à-dire pas de lot séparé pour les corps d'états secondaires.

Tableau 1 : Allotissement

Allotissement	Régions	Objet des travaux
Lot 1 : Réalisation de sept (07) forages à gros débit (Implantation et travaux de foration,) dans les communes d'intervention du Portefeuille Thématique Climat Sahel – volet Burkina Faso	Centre - Est Centre – Nord Plateau Central	Réalisation de treize (13) forages positifs à gros débit (Implantation et travaux de foration,) dans les communes d'intervention du Portefeuille Thématique Climat Sahel – volet Burkina Faso
Lot 2 : Réalisation de six (06) forages à gros débit (Implantation et travaux de foration) dans les communes d'intervention du Portefeuille Thématique Climat Sahel – volet Burkina Faso	Centre - Est Centre – Nord Plateau Central	

NB : Les communes ainsi que les villages d'implantation des forages seront connues à l'issu d'un diagnostic

III. EXECUTION DES TRAVAUX

ARTICLE 1 : GENERALITES

Toutes les dispositions précisées au présent Devis seront respectées tant pour le choix des matériaux que pour le mode d'exécution. Les travaux à réaliser comprendront sans exception, tous ceux nécessaires à l'achèvement complet de la construction projetée et au parfait fonctionnement des ouvrages que ces travaux soient décrits ou non.

ARTICLE 2 : RESPONSABILITE DE L'ENTREPRENEUR

L'Entreprise doit par ses connaissances suppléer à toutes omissions ou imprécisions et prévoir tous les travaux et accessoires nécessaires à la parfaite finition et au parfait fonctionnement des ouvrages.

Pour répondre à l'appel d'offres, l'entreprise doit avoir pris en compte tous les travaux à exécuter, leurs importances, leur nature, les sujétions particulières concernant les difficultés d'accès, d'installation de chantier, de circulation et d'implantation, etc..., et de ce fait ne pourra réclamer aucune augmentation de son prix.

En toutes circonstances, l'Entreprise demeure seule responsable de tous dommages ou accidents causés à des tiers lors ou par suite de l'exécution de travaux résultant soit de son propre fait, soit de son personnel, soit de ses sous-traitants.

CHAPITRE 2 : TRAVAUX

ARTICLE 1 : TRAVAUX DE REALISATION DES FORAGES

Il est à rappeler que l'implantation des forages est du ressort de l'entreprise attributaire. Les implantations seront exécutées par un géophysicien de l'entrepreneur qui utilisera des méthodes appropriées et fera au moins trois propositions d'implantation par site afin de donner plus de chance de succès au projet. Au terme de ces études un rapport d'étude géophysique devra être fourni.

Mode d'exécution des forages

Les forages seront réalisés par un atelier adapté.

Sauf dérogation accordée par le contrôle, le forage du socle au marteau fond de trou ne pourra se faire avant la mise en place d'un tubage provisoire ou de travail au droit des formations d'altération, et correctement ancré dans le socle.

La traversée des niveaux non consolidés pourra nécessiter une injection de mousse ou l'utilisation de la boue. Les produits utilisés dans ces cas seront d'une composition propre à ne pas colmater les couches productives et devront être auto-biodégradables.

Le choix des méthodes et des matériels à mettre en œuvre seront à l'initiative de l'Entrepreneur et sous sa seule responsabilité. Toutefois il est précisé que les consignes suivantes doivent être respectées : **(i) la maîtrise du forage et la poursuite de la foration jusqu'à la profondeur**

d'arrêt ordonnée par le contrôle. (ii) L'obtention d'un débit d'exploitation minimum de 5 m³/h pour les forages positifs. (iii) Les opérations d'équipement, de développement, d'essai de débit, d'analyse des eaux. (iv) la transmission des résultats d'essai de débit et d'analyse des eaux à Enabel sont des conditions sine qua none remplies par l'entreprise pour les prises en attachement des forages positifs.

En cas d'incapacité à maîtriser le forage, ou à atteindre la profondeur de désespoir contenue dans la fiche d'implantation du forage, le forage est considéré comme un abandon technique de l'entreprise et ne sera pas pris en attachement ni être payé.

1. Mode opératoire

Le mode opératoire se présentera généralement de la manière suivante :

1. Forage des formations argileuses ou argilo-sableuses jusqu'au toit de la roche dure au tricône ou tous autres outils avec un diamètre d'au moins 12"1/4 ;
2. Mise en place d'une colonne provisoire ou de travail en PVC ou en acier ;
3. Poursuite du forage dans la roche dure à l'aide du marteau fond de trou au diamètre 8" jusqu'à l'obtention du débit exigé (5m³/h minimum), ou l'arrêt du chantier par le contrôleur pour forages négatifs. En cas de débit insuffisant à l'arrêt de la foration, le forage est déclaré négatif ;
4. L'équipement du forage par la mise en place d'une combinaison de PVC pleins et crépinés de diamètre 150/165 mm ainsi que les centreurs. Le plan d'équipement est proposé par l'entreprise et validé par le contrôle. Les venues d'eau captées qui concourent à l'atteinte du débit doivent être largement couvertes de PVC crépinés. La mise en place de l'équipement est de la responsabilité de l'entreprise. En cas de mauvaise mise en place de l'équipement, le contrôle doit ordonner sa reprise par l'entreprise et cela avant la mise en place du massif filtrant ;
5. Mise en place du massif filtrant ;
6. Mise en place d'un bouchon étanche d'argile expansive au-dessus du massif filtrant ;
7. Développement du forage jusqu'à l'obtention d'une eau claire. Le débit du forage en fin de développement est apprécié suivant les cas de figures ci-dessous :
 - (i) Si le débit attendu est obtenu (5 m³/h), le forage est déclaré positif et on poursuit dès le rétablissement du niveau statique par les essais de débit ;
 - (ii) Si le débit au développement n'atteint pas les 5 m³/h, le forage est déclaré négatif ;
8. Essai de débit simplifiées et des essais de débit longue durée
9. Analyses d'eau sur les forages jugés exploitables ;
10. Comblement de l'espace annulaire au-dessus du bouchon d'argile expansive. Cette étape est nécessaire mais non facturée ;
11. Cimentation en tête du forage ;
12. Fermeture du forage à l'aide d'un capot métallique cadénassé.

2. Échantillonnage

Quelle que soit la méthode de forage utilisée, l'Entrepreneur prélèvera les échantillons de toutes les formations traversées. En particulier il prélèvera un échantillon :

- À chaque mètre ;
- À chaque changement de terrain ;
- À chaque zone de fractures ;
- À chaque arrivée d'eau.

Les échantillons (200 à 300 g) seront conservés dans des sacs en plastique. Sur chaque sac seront indiqués **le nom et le numéro d'ordre du quartier, le numéro du forage, la profondeur de prélèvement.**

Les échantillons seront stockés dans des boîtes à échantillon en plastique, numérotées et munies d'une fiche permettant une bonne identification.

Les échantillons seront transportés et stockés par l'Entrepreneur à ses frais au siège du Maître d'Ouvrage Associé ou de son représentant.

L'Entrepreneur, avec l'appui du contrôleur chargé de la surveillance, fournira une description géologique écrite et détaillée des échantillons qui composent la coupe du forage.

3. Mesures en cours de travaux

L'Entrepreneur devra communiquer au Maître d'œuvre technique toutes les informations demandées, en particulier :

- La description géologique précise des couches traversées ;
- Les profondeurs du socle, des zones fracturées, des différentes arrivées d'eau ;
- Les débits d'eau, à chaque changement de tige, à chaque nouvelle arrivée d'eau notable et en fin de forage, avant équipement ;
- Les vitesses d'avancement pour chaque tige.

En fin de forage, l'Entrepreneur communiquera au Maître d'œuvre technique sous forme écrite dans le cahier de chantier, la profondeur totale du forage, la profondeur des venues d'eau, ainsi que le débit en fin de forage.

4. Instruments de mesure

L'Entrepreneur maintiendra en permanence sur ses chantiers les instruments de mesure adéquats et les mettra à la disposition des agents de Enabel pour que ceux-ci puissent opérer à tout moment les contrôles nécessaires. Faute de le faire, Enabel les achètera aux frais de l'Entrepreneur et le montant correspondant sera déduit des sommes qui lui sont dues. L'Entrepreneur devra disposer de tous les instruments nécessaires à l'exécution des travaux dans les règles de l'art conformément au matériel exigé.

La précision exigée pour les mesures sera de :

- 10 % pour les débits ;
- 2 cm pour les niveaux d'eau ;

- 5 cm pour les profondeurs.

5. Équipement des forages positifs

Les forages jugés positifs c'est-à-dire avec un débit en fin de foration ≥ 5 m³/h seront nettoyés systématiquement et obligatoirement pendant 15 minutes au moins par soufflage avant la mise en place de l'équipement. Les forages positifs seront équipés sur décision du contrôle. Le plan de captage sera défini après concertation entre le contrôleur des travaux et le chef de chantier de l'Entrepreneur, mais la réalisation du captage selon les règles de l'art relève de la responsabilité de l'Entrepreneur. **Tout manquement à la mise en œuvre de l'équipement du forage sera refusé par le contrôleur et cela avant la pose du massif filtrant. Dans le cas contraire, le forage est considéré comme un abandon technique et ne sera pas pris en attachement ni être payé.**

Tout équipement de captage sera fait de matériaux neufs et devra être approuvé par le contrôle avant son installation. Les forages positifs seront équipés sur toute leur hauteur de tubes en PVC crépinés et plein de 150/165 mm.

Le tubage PVC plein dépassera la surface du sol d'un (01) m et sera fermé par un capot métallique cadenassé. Avant de déménager le chantier, l'Entrepreneur prendra soin que des branches épineuses soient mises aux alentours directs du tube PVC sortant du sol en guise d'alerte avancée. La base de la colonne de tubage comportera un tube de décantation en PVC d'au moins 1 m et sera obturée par un bouchon de pied fabriqué en usine en PVC vissé et ciment. La hauteur du bouchon ne dépassera pas 10 cm. La colonne de captage devra être munie de centreurs en matériau inoxydable installés autour des crépines tous les trois mètres pour permettre une bonne répartition du massif filtrant autour des crépines. Pour permettre une bonne adaptation du plan de tubage au profil géologique rencontré, l'Entrepreneur devra disposer sur le chantier d'éléments de tubes pleins et de tubes crépinés de 1 m et de 3 m en quantité suffisante.

Les tubages PVC stockés sur le site doivent être correctement protégés contre les rayons directs du soleil.

L'espace annulaire sera comblé avec du gravier de quartz roulé, jusqu'à 5 mètres au-dessus de la côte supérieure des crépines. L'emploi de gravier latéritique ou de granite concassé est formellement interdit. La granulométrie du gravier sera adaptée aux formations aquifères.

Dans les roches fissurées cristallines, un massif filtrant de gravier de 2-4 mm sera utilisé. Dans les formations d'altération d'arènes grossières et les couches meubles, du gravier de 1-2 mm sera utilisé. Les graviers de ces deux granulométries devront être disponibles en quantité suffisante sur le chantier afin d'éviter des retards lors de l'équipement des forages.

Directement au-dessus du massif filtrant, un barrage constitué d'argile expansive sera mis en place afin d'isoler la partie captée. Le barrage sera constitué de pellets d'argile expansive sèche ou équivalent) sur une hauteur de 2 mètres. Le comblement de l'espace annulaire situé au-dessus du bouchon d'argile expansive sera réalisé après le développement du forage à l'aide de matériaux tout-venant sablo-argileux.

La tolérance sur la verticalité des tubes sera de 0,5%. Le tubage PVC dépassera la surface du sol d'un (1m) mètre et sera fermé par un capot métallique cadenassé.

Tout comblement d'une partie quelconque de la profondeur du forage qui n'est pas mesurable au développement du forage ne sera pas pris en attachement ni être payer.

6. Développement des forages

Le développement des forages jugés positifs se fera à l'air lift par une unité indépendante de développement de forage à l'aide d'une colonne d'injection d'air en tuyaux galvanisés ou souples de diamètre suffisant. Le développement s'effectuera sur plusieurs côtes (en allant vers le fond du forage) afin de prendre en compte l'ensemble de la zone captée. Le tube d'eau sera constitué par le PVC du forage. **Tout développement fait par l'atelier de forage ne sera pas accepté.**

Le développement sera poursuivi jusqu'à l'obtention d'une eau claire, sans particules sableuses ou argileuses. L'Entrepreneur devra contrôler la teneur en sable par la méthode dite de la "tâche de sable" observée dans un seau de 10 litres. Le diamètre de la tâche de sable ne devra pas dépasser 1 cm. La durée minimum du développement est de quatre (4) heures. Dans les cas rares la durée du développement sera de six (6) heures au minimum. Si au bout de 6 heures de développement, l'eau ne parvenait pas à être claire, le développement peut être arrêté par le contrôle. Et le forage est déclaré à eau trouble.

Le débit obtenu en début de développement ne devra pas être inférieur de plus de 10 % au débit obtenu en fin de foration et doit rester **supérieur ou égal au débit exigé (5 m³/h)**. Les débits seront mesurés toutes les 15 minutes pendant toute la durée du développement. Le niveau d'eau et la profondeur du forage seront mesurés obligatoirement avant et après le développement. Seul le contrôleur décidera de l'arrêt ou de la poursuite du développement.

L'espace annulaire du forage après développement sera comblé avec du tout-venant, jusqu'à une profondeur de 6 mètres en dessous de la surface du sol.

Les six (6) premiers mètres de l'espace annulaire en surface seront cimentés après développement du forage afin de rendre étanche l'espace annulaire, empêcher la pollution par les eaux de surface et ancrer la colonne dans le terrain. La mise en œuvre de la cimentation est laissée au choix de l'Entrepreneur. Il pourra par exemple utiliser un tube type "gaz" descendu dans l'espace annulaire. Le laitier pour la cimentation sera constitué de 50 l d'eau pour 100 kg de ciment.

7. Essais de débit (ou de pompage)

L'essai de débit se limitera à l'essai par palier. Ces essais de pompage seront faits au moyen de pompes électriques immergées de diamètre adapté au diamètre du tubage d'équipement, Ils se dérouleront de la façon suivante :

(i) Pour l'essai de débit par palier

Les essais de pompage seront réalisés au moyen d'une pompe électrique immergée d'une capacité de 5 m³/h à environ une hauteur manométrique totale (HMT) de 80 mètres.

Les essais de pompage seront réalisés par une équipe spécialement affectée à ce travail. Il sera effectué en suivant la méthode préconisée par le CIEH pour les forages d'hydraulique villageoise. L'essai sera réalisé de la manière suivante :

- 1^{er} palier de pompage : durée 2 heures au débit $Q_1 = 1 \text{ m}^3/\text{h}$;
- 2^e palier de pompage enchaîné : durée 1 heure au débit $Q_2 = (Q_1 + Q_3) / 2$;
- 3^e palier de pompage enchaîné : durée 1 heure au débit $Q_3 = 70\%$ environ du débit maximum du développement ;
- Une observation de la remontée pendant 1 heure.

(ii) Pour l'essai de débit longue durée

Les essais de pompage seront réalisés au moyen d'une pompe électrique immergée d'une capacité de $12 \text{ m}^3/\text{h}$ à environ une hauteur manométrique totale (HMT) de 80 mètres. Le pompage à débit constant (ce débit sera calculé en fonction de l'interprétation des données des pompes par palier) durant 72 heures. Le pompage de longue durée sera suivi d'une remontée qui sera observée pendant 24 h.

(iii) Observation pendant la durée de tout essai de pompage

Pendant le pompage aucun arrêt ne doit avoir lieu, sinon l'Entrepreneur recommencera l'essai après rétablissement du niveau statique initial. La reprise d'un tel pompage est à la charge de l'Entrepreneur et l'irrégularité de l'essai de pompage sera obligatoirement notée dans le cahier de chantier et communiquée à Enabel.

La mesure du débit se fera à partir d'un compteur d'eau, et un bac jaugé de 100 litres. Les niveaux d'eau seront mesurés au moyen d'une sonde électrique. La profondeur du forage sera mesurée avant et après chaque essai de pompage. L'Entrepreneur aura en réserve sur le chantier, une sonde électrique de secours.

Les intervalles de mesure des débits et des niveaux dynamiques seront donnés en temps utile à l'Entrepreneur par le contrôle.

Le rythme des mesures de pompage ou de remontée sera le suivant :

Durée depuis le début du pompage	Mesures de niveau ou de rabattement	Contrôle/Ajustement des débits
0 à 10 mn	Toutes les minutes	Toutes les 2 minutes
10 à 20 mn	Toutes les 2 minutes	Toutes les 5 minutes
20 à 40 mn	Toutes les 5 minutes	Toutes les 5 minutes
40 à 1h30	Toutes les 10 minutes	Toutes les 10 minutes
1h30 à 3h	Toutes les 15 minutes	Toutes les 15 minutes
3 h à 5 h	Toutes les 30 minutes	Toutes les 30 minutes
5 h à 8h	Toutes les heures	Toutes les heures

Au-delà de 8h	Toutes les 2 heures	Toutes les 2 heures
---------------	---------------------	---------------------

8. Analyse d'eau physico-chimique, bactériologique et de métaux lourds

A la fin de l'essai, l'Entrepreneur prélèvera au moins deux échantillons d'eau, de 1 litre chacun. Le type de bouteille d'échantillons sera approuvé par le Maître d'œuvre technique. Sur chacun des deux échantillons seront inscrits le nom du village avec son numéro (Fourni par Enabel), le numéro de forage, l'heure et la date de prélèvement et le nom de la personne responsable des prélèvements. Les bouteilles seront fermées hermétiquement.

Les échantillons de chaque forage seront remis pour analyse physico-chimique, bactériologique et de métaux lourds à un laboratoire agréé. Les échantillons seront transportés par les soins de l'Entrepreneur et à ses frais et les bouteilles mises dans des caisses adéquates pour le transport. Le prélèvement des échantillons, la conservation des échantillons et la détermination du délai maximal avant leur réception au laboratoire seront décrits par le laboratoire. Les échantillons seront analysés en laboratoire pour déterminer des paramètres d'analyse physico-chimique et de métaux lourds suivants :

Cations		Anions		Autres paramètres
Sodium	Na	Chlorures	Cl	pH
Fer (total)	Fe	Sulfates	SO ₄	Conductivité
Magnésium	Mg	Carbonates	CO ₃	Temp. °C
Manganèse	Mn	Phosphate	PO ₄	Odeur
Calcium	Ca	Fluor	F	Goût
Potassium	K	Nitrates	NO ₃	Couleur UCV
Salinité	Mg/l	Nitrites	NO ₂	Solides dissous (105°C)
Turbidité	NTU	Bicarbonates	HCO ₃	Arsenic (As)
Ammonium	NH ₄			Zinc (Zn)

L'entreprise fera au besoin, les l'analyse bactériologique ou de métaux lourds dans des laboratoires agréés séparées.

Afin d'éviter tous risques de détérioration, les ouvrages seront fermés aussitôt après les opérations d'essai de pompage par un capot métallique cadenassé. L'Entrepreneur sera seul responsable de toutes détériorations d'ouvrages dues à un défaut de protection de la période allant de la fin de l'essai de pompage au début de la construction de la margelle par le fournisseur de pompes.

Il est à rappeler que la transmission à Enabel des résultats d'analyse des eaux effectuées par un laboratoire agréé est une condition impérative pour la prise en attachement du forage exécuté. Le Bureau d'Étude en charge du Suivi-Contrôle veillera au respect de cette obligation.

9. Organisation du chantier

Déroulement des travaux

Le Maître d'œuvre technique, coordonnera les opérations nécessaires à la bonne exécution des différentes phases du programme, à savoir :

- Exécution des actions terrains et des implantations géophysiques ;
- Exécution des forages ;
- Réceptions provisoires.

Chaque semaine le Maître d'œuvre technique, à travers ses contrôleurs à pied d'œuvre, communiquera à l'Entrepreneur par note de service le cheminement de chaque atelier indiquant par ordre de priorité les sites à forer.

En aucun cas et pour quelque raison que ce soit, ces itinéraires et implantations ne devront être modifiés par l'Entrepreneur.

Le Maître d'œuvre technique remettra également à l'Entrepreneur les schémas des quartiers sur lesquels les sites à forer ont été positionnés, grâce aux coordonnées géographiques obtenues par GPS. Avant d'entreprendre le forage, l'Entrepreneur est tenu de s'assurer à l'aide d'un GPS par exemple, que le site est bien celui qui lui a été communiqué par le contrôle. Aucune réclamation ne sera admise pour un site foré qui ne correspond pas aux indications données et les travaux réalisés seront entièrement à la charge de l'Entrepreneur.

Tous les villages et quartiers seront accessibles en saison sèche. Le débroussaillage éventuel des zones d'implantation et de leur accès, ainsi que la remise en état des lieux en fin de chantier seront à la charge de l'Entrepreneur.

Documents à fournir par l'Entrepreneur ;

Au cours de l'exécution du marché :

- a) L'Entrepreneur tiendra sur le chantier un cahier de chantier et un cahier d'ordres : Le carnet de chantier contient tous les détails liés aux travaux tels qu'il est défini dans le présent CCT. Avant l'équipement du forage, une coupe contenant tous les renseignements sur le forage et la proposition d'équipement sera dressée et signée par le contrôle et le chef de chantier pour attester son acceptation par les deux parties ;

Le cahier d'ordres (type manifold autocopiant) servira à inscrire les consignes particulières données par le contrôle, les consignes données par liaison radio, les remarques et les réserves éventuelles du chef de chantier de l'Entrepreneur ou chef de mission du Maître d'œuvre technique. Le cahier de chantier et le cahier d'ordres seront visés par le contrôleur et l'Entrepreneur. L'Entrepreneur établira et remettra au contrôle en 2 exemplaires, mensuellement un état d'avancement des travaux donnant :

- Le nombre de forages réalisés ;
- Le métré des altérations, la pénétration dans la roche dure et le métré total ;

- Le nombre de forages développés ;
- Le nombre de forages ayant été soumis à un essai de pompage ;
- Toutes les difficultés ou anomalies rencontrées ;
- Les commentaires sur le rythme d'exécution.

Les détails techniques mentionnés sur le cahier de chantier seront reportés par l'Entrepreneur sur quatre fiches (forage, équipement, développement, essai de pompage). Ces fiches seront signées par le Bureau d'études chargé du contrôle des travaux et le chef de chantier de l'Entrepreneur. Elles serviront de base à l'établissement des attachements mensuels. Les originaux des fiches seront remis à Enabel 72 heures au moins avant chaque réunion mensuelle de chantier.

L'Entrepreneur préparera et remettra à Enabel à la fin des travaux un rapport de fin des travaux récapitulant l'ensemble des travaux réalisés. Ce rapport sera remis dans un délai d'un mois à compter de la date d'achèvement des travaux.

L'Entrepreneur établira à ses frais et remettra au Maître d'œuvre technique tous les plans, documents et objets qui sont exigés par les documents contractuels ou qui lui sont nécessaires pour mener à bonne fin l'exécution du marché. En fin de travaux.

En fin de travaux

L'Entrepreneur préparera et remettra au Maître d'œuvre technique un rapport de fin de travaux récapitulant l'ensemble des travaux réalisés en cinq exemplaires dans un délai d'un mois à compter de la date d'achèvement des travaux par l'Entrepreneur. Ce rapport doit regrouper tous les cahiers de chantiers, fiches récapitulatives et autres notes concernant les chantiers et les fiches IOTA de chacun des ouvrages réalisés.

L'Entrepreneur tiendra un cahier de chantier qui sera maintenu en permanence sur le chantier et devra être présenté à la demande du Maître d'œuvre. Dans le cahier de chantier seront reportés tous les détails techniques des travaux, notamment :

Les caractéristiques du chantier :

- Appellation du chantier (nom du village et du quartier) ;
- N° d'ordre du quartier ;
- N° du site du forage ;

Les éléments relatifs aux opérations de forage :

- Date du début des travaux ;
- Différents diamètres de forage et technique utilisée (rotary ou MFT) ;
- Profondeur des altérations (côte du tubage provisoire), profondeur totale forée ;
- Nature des terrains rencontrés ;
- Profondeur des arrivées d'eau et débits mesurés ;
- Vitesses d'avancement ;
- Pression de service en cours de foration ;
- Tubage de travail (diamètre et longueur) ;

- Coupe technique du forage.

Les éléments relatifs aux opérations d'équipement :

- Plan détaillé des tubages (longueurs, diamètres et côtes par rapport au sol) ;
- Positions des crépines (cotes inférieure et supérieure) ;
- Hauteur du bouchon de pied ;
- Hauteur de comblement éventuel et volume de matériaux utilisé ;
- Plan de gravillonnage et de cimentation ;
- Volume de gravillonnage et de cimentation ;
- Coupe d'équipement du forage.

D'une manière générale, tous les éléments relatifs au développement, essai de pompage et tous les détails techniques pouvant renseigner le Maître d'œuvre sur l'évolution des travaux et les caractéristiques des horizons traversés.

10. Contrôle des travaux, réception des ouvrages

Direction et contrôle de l'ensemble des travaux

La direction des travaux et la surveillance des travaux est assurée par le Maître d'œuvre technique.

Il assumera les tâches suivantes :

- L'élaboration du cheminement des machines ;
- Les décisions sur la poursuite ou l'arrêt des développements ;
- La proposition de la réception provisoire et la rédaction du procès-verbal ;
- La décision de l'arrêt éventuel total ou partiel des travaux et la durée de cet arrêt ;
- La vérification du personnel et du matériel affecté au chantier et le stockage des matériels ;
- Le suivi du prélèvement, la conservation et le transport des échantillons d'eau à analyser ;
- La tenue du cahier de chantier, du cahier d'ordres et la rédaction des fiches en particulier en ce qui concerne la vitesse d'avancement et les venues d'eau, la nature des terrains traversés (coupes stratigraphiques), les débits mesurés par l'Entrepreneur et la profondeur des ouvrages.

Ces décisions résulteront soit de l'application des consignes générales notifiées à l'Entrepreneur par notes de service, soit de consignes particulières notifiées sur le cahier d'ordres ou transmises par les liaisons radio. Lorsque les consignes sont données par liaison radio, elles devront être reprises par le chef de chantier dans le cahier de chantier puis visées par ce dernier et le contrôle. L'Entrepreneur sera tenu de maintenir en permanence en service un réseau de liaison radiophonique avec ses chantiers et y donnera en permanence accès au Maître d'œuvre technique. L'Entrepreneur prendra soin du fonctionnement des postes radios sur le chantier. Un défaut de fonctionnement pendant 72 heures ou des pannes fréquentes donnera lieu à l'arrêt des chantiers concernés jusqu'à remplacement du matériel.

Dans le cahier d'ordres, l'Entrepreneur ou son représentant notera toutes les décisions de l'agent chargé du contrôle y compris les réserves éventuelles de l'Entrepreneur. Pour les opérations et

décisions particulières (arrêt des travaux, modifications de programme, etc.), le Maître d'œuvre technique établira un ordre de service séparé.

L'Entrepreneur devra assurer au Maître d'œuvre technique, le libre accès aux lieux où s'exécutent les prestations du marché ainsi que toute autre facilité dans l'exécution de leur fonction.

Réunions de chantier

L'Entrepreneur est tenu d'assister à toutes les réunions de chantier fixées par le Maître d'œuvre ou Enabel. Il aura la faculté de se faire représenter.

En dehors des réunions de chantier, l'Entrepreneur est tenu d'assister aux rencontres de concertation et réunions de travail convoquées spécifiquement dans le cadre de recherche de solution pour des problèmes techniques posés.

Réception de conformité

Avant le démarrage des travaux, le matériel mis en œuvre donnera lieu à une réception dans le but de constater la conformité entre les matériels proposés par l'Entrepreneur dans son offre avec les listes descriptives fournies par lui ainsi que les spécifications techniques relatives à ce matériel et la conformité entre les capacités de ce matériel et les délais d'exécution tels qu'ils sont décrits dans le présent CCT.

Cette réception de conformité aura lieu à la demande de l'entrepreneur et dès l'arrivée du matériel de forage, essai de pompage, des véhicules, des engins, des matériaux (massif filtrant, argile expansive, ciment, PVC...) et des fluides de forage.

La réception mentionnée ci-dessus sera complétée par une réception technique qui aura lieu sur le chantier lors de l'exécution du premier forage et au vu de ses résultats. Cette réception technique préalable ne libère en rien l'Entrepreneur de ses engagements aussi bien par rapport aux délais que par rapport aux prescriptions techniques.

Les approvisionnements ultérieurs (PVC, gravier, centreurs, argile expansive...) devront être également réceptionnés à la demande de l'Entrepreneur par le Maître d'œuvre avant leur mise en œuvre sur le chantier.

Tout changement du matériel proposé dans l'offre (type, caractéristique, origine, etc.) avant ou après la visite de conformité, et pendant la réalisation des travaux est formellement interdit sauf sur accord écrit du Maître d'œuvre technique, sur la demande de l'Entrepreneur.

L'arrêt des travaux à cause du changement de matériaux non autorisés engage la responsabilité de l'Entrepreneur, et tous les frais occasionnés par cet arrêt seront à sa charge.

Conditions de pré-réception

Des réceptions techniques des forages seront prononcée forage par forage et notifiée à l'Entrepreneur au cours des réunions mensuelles de chantier simultanément avec la prise en attachement des travaux terminés. Les réceptions techniques et attachements ne porteront que sur des ouvrages terminés (développement, essai de pompage, remise en état des lieux et analyses

d'eau) et pour lesquels les documents (Cahier de chantier et les fiches récapitulatives de travaux) auraient été remis dans les délais prescrits (72 heures avant les réunions mensuelles de chantier).

Conditions de réception provisoire

La réception provisoire des ouvrages sera prononcée à la suite de la pré-réception. La réception provisoire fait l'objet d'un procès-verbal.

NB : La réception provisoire des forages sera prononcée au vu des résultats des analyses d'eau dûment transmises à Enabel. Les résultats du développement et des essais de pompage doivent être également présentés.

Conditions de réception définitive

Les réceptions définitives seront prononcées à l'expiration du délai de garantie d'un (1) an. Lors de la réception définitive, il sera procédé à un test grâce à l'équipement d'exploitation en place et à une enquête auprès de la population pour s'assurer du bon fonctionnement de l'ouvrage au cours de l'année écoulée. Si au cours de l'exploitation des forages pendant la période de garantie, une chute de caractéristiques des ouvrages (eau chargée, ensablement de l'ouvrage, débit incompatible avec celui du développement etc.) venait à être constatée et avoir pour origine un défaut d'exécution, l'Entrepreneur sera dans l'obligation, et à ses frais, soit de renouveler les opérations de développement et d'essai de pompage, soit de réaliser un nouvel ouvrage à proximité immédiate.

Garantie des travaux

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

En cas d'incident en cours de forage, d'équipement, de développement ou d'essai de pompage (chute de matériel dans le forage, coincement d'outils ou de tubages, coincement de pompe etc.) pouvant entraîner l'abandon du forage, l'Entrepreneur sera astreint à recommencer un autre forage dans le voisinage immédiat du premier. Il ne pourra prétendre à aucune rémunération pour le forage abandonné.

11. Qualité des matériaux

Dispositions générales

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

Tous les matériaux reconnus défectueux devront être évacués par l'Entrepreneur à ses frais. L'Entrepreneur assurera sous sa propre responsabilité l'approvisionnement régulier des matériaux pour la bonne marche du chantier.

Nonobstant l'agrément du Maître d'œuvre technique pour la qualité 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 ou essais de matériaux nécessaires à une bonne exécution des ouvrages.

Il appartient à l'Entrepreneur d'effectuer toutes les démarches, d'obtenir toutes autorisations ou accords et de régler les frais, redevances ou indemnités pouvant résulter de l'exploitation des carrières ou gisements et de l'emprise des installations de chantiers.

L'Entrepreneur ne saurait se prévaloir de l'autorisation de Enabel en ce qui concerne les lieux d'emprunt pour se retourner contre lui dans le cas d'une action intentée par des tiers du fait de l'exploitation des carrières, gisements ou point d'eau.

Caractéristiques des tubages

Les tubages pleins et les crépines en PVC devront être conformes aux caractéristiques énumérées dans le tableau ci-après. Ils devront présenter toutes garanties de résistance aux efforts de cisaillement, d'écrasement et de tension au cours de la mise en place et durant l'exploitation des ouvrages.

Les tubages PVC devront avoir une couleur homogène. Ils ne présenteront pas des rainures marquées, des grains, des criques et soufflures.

Les tubages seront soumis à l'agrément préalable du Maître d'œuvre et du contrôle lors de la réception technique préalable et des approvisionnements ultérieurs. A cette fin tous les certificats d'essais et les certificats d'usine donnant les caractéristiques techniques et les normes éventuelles devront être obligatoirement disponibles lors de cette réception.

Caractéristiques des tubages PVC

REFERENCE	CARACTERISTIQUES	NORME
Matière première	PVC - U, de qualité alimentaire sans stabilisant au plomb, masse d'additifs de craie 3 % au maximum, module d'élasticité 3000 N/mm ² , résistance à la traction 45-55 N/mm ² , poids 6.95 kg/m.	DIN 8061
Diamètre intérieur	112 mm pour les F1	DIN 8062
Épaisseur des parois	6,5 mm minimum	DIN 8062
Filetage	Filetage trapézoïdal dans la masse, pas 6 mm, résistance à la traction 2000 kg	DIN 4925
Fentes des crépines	1 DIN 4925 mm d'ouverture, fabrication d'usine, taux d'ouverture d'au moins 9 %	DIN 4925
Résistance à compression extérieure la	Au minimum 17 bars	DIN 19532

Ciment

Le ciment à utiliser pour la cimentation de tête sera du Ciment Portland Artificiel (CPA)45 ou équivalent. Il devra être livré en sacs de 50 kg à l'exclusion de tout autre emballage. Tout sac présentant des grumeaux sera refusé. Les récupérations de poussières de ciment sont interdites.

Gravier pour massif filtrant

Le gravier introduit dans l'espace annulaire des forages sera du gravier de quartz propre roulé, lavé et calibré. L'emploi de gravier latéritique ou de gravier de quartz contenant des impuretés de latérite ou débris de roche ne sera pas autorisé.

Le gravier sera calibré entre 2 et 4 mm de diamètre pour les terrains cristallins et entre 1 et 2 mm dans les formations d'altération d'arènes grossières, les couches meubles et les terrains sédimentaires.

Lors de la pré-réception technique préalable, l'Entrepreneur devra fournir des échantillons significatifs de gravier filtrant, qui seront conservés par le Maître d'œuvre technique. Ils serviront à comparer les approvisionnements ultérieurs. Dans le cas où l'Entrepreneur changerait de carrière, l'accord du représentant du Maître d'œuvre technique sera indispensable.

Durant la foration, le massif filtrant sera stocké proprement et couvert d'une bâche en plastique ou en toile. Sur la demande de Enabel ou de son représentant, l'Entrepreneur sera à tout moment prêt à l'accompagner, à ses frais, pour une inspection sur les sites de la provenance des graviers pour massif filtrant.

Massif isolant

Il sera introduit dans l'espace annulaire de chaque forage productif, au-dessus du massif filtrant, un barrage d'argile expansive. Ce barrage aura une hauteur minimale de 2 m et sera constitué d'un produit argileux expansif et isolant sous forme de pastilles cylindriques composés de matières premières activées argileuses et minéralisées, hautement gonflantes et rayonnantes, destinées à tous travaux d'étanchéité dans la construction des forages. Cette argile aura une capacité de gonflement d'au moins 15% en une heure et d'environ 110% en 100 jours.

Les caractéristiques devront correspondre aux spécifications contenues dans le tableau ci-dessous :

DESIGNATION	SPECIFICATIONS TECHNIQUES
Composition	Acide silicique 53% ; oxyde d'aluminium 20% ; oxyde de fer 7% ; oxyde de calcium 3 % : oxyde de magnésium 3% oxyde de sodium 3% ; oxyde de calcium 2% ; oligo-éléments 2% ; perte par calcination 7%
Vitesse de descente	25 m/mn
Rayonnement	140 APJ
Perméabilité	2 à 4 *10-11 m/s
Début de gonflement	Après 12 à 15 mn

Poids spécifique	2.6 kg/l
Contenu en montmorillonite	70 +/- 10 %
Humidité	< 18 %
Paramètre Enslin	530 à 600 %

L'Entrepreneur présentera lors de la réception technique préalable toutes les caractéristiques techniques du produit qu'il compte utiliser telles que spécifiées dans une fiche technique de présentation du produit fournie par le fournisseur.

Centreurs

Les centreurs seront en matière inoxydable et devront être adaptés au diamètre extérieur du tubage des forages à équiper de pompes à motricité humaine. Les centreurs seront installés tous les trois mètres (3m).

Fluides des forages

La boue de forage sera auto-biodégradable et ne devra pas être susceptible de colmater les fissures. L'utilisation des boues bentonitiques est formellement interdite.

L'Entrepreneur présentera, lors de la réception technique préalable, toutes les caractéristiques techniques des produits (boue, additifs à la boue et mousse) qu'il compte utiliser, telles que spécifiées dans les fiches techniques de présentation des produits fournies par les fournisseurs.

V. CRITERES DE QUALIFICATION ET D'ATTRIBUTION

- Au moins trois (03) marchés dans les travaux de forage au cours des cinq (05) dernières années, qui ont été exécutés de manière satisfaisante et terminés, pour l'essentiel, et qui sont similaires aux travaux proposés. La similitude portera sur la taille physique, la complexité, les méthodes/technologies ou autres caractéristiques (Travaux de réalisation d'au moins 10 forages positifs) ;

NB :

- Ces travaux devront être obligatoirement justifiés par des copies d'attestations de bonne fin ou Procès-verbaux de réception définitive (pour les ouvrages achevés depuis plus de 18 mois), délivrées par le Maître d'ouvrage ou son représentant.
- Les pages de garde et de signature des contrats devront être obligatoirement jointes ;
- Chaque soumissionnaire doit fournir pour chaque lot un (01) agrément technique **de type Fn1**.

L'évaluation des offres porteront sur :

- L'approche méthodologie

L'approche méthodologique doit décrire les principales étapes avec les principales activités ou tâches à exécuter. Pour activité ou tâche mentionné les ressources humaines et matérielles à exploiter en précisant la durée et les périodes d'exploitation ;

- Planning des travaux qui fait ressortir les principales étapes avec les principales activités ou tâches à exécuter et l'affectation des ressources humaines et matérielles ;
- Le personnel clé

VI. PERSONNEL CLE

Le Soumissionnaire doit établir qu'il dispose pour chaque lot du personnel pour les positions-clés suivantes :

N°	NOMBRE	POSITION	QUALIFICATIONS	EXPÉRIENCE GLOBALE EN TRAVAUX (ANNÉES)	EXPÉRIENCE DANS DES TRAVAUX SIMILAIRES (NOMBRE)
1	1	Chef de travaux	Ingénieur Hydrogéologue/Génie Rural (Hydraulique, Eau)	05 ans d'expérience générale ; 03 ans d'expérience dans la réalisation des travaux de forage	03 projets de réalisation des travaux de réalisation de forage
2	1	Géophysicien	Technicien en géophysique	05 ans d'expérience générale ; 03 ans d'expérience dans l'implantation géophysique de forage	03 projets d'implantation géophysique de forage
3	1	Sondeur	Ouvrier spécialisé (Attestation de stage ou certificat de travail)	05 ans d'expérience générale ; 03 ans d'expérience dans la réalisation des travaux de forage	03 projets de réalisation des travaux de réalisation de forage
4	1	Mécanicien d'ateliers de foration	Mécanicien (Attestation de stage ou certificat de travail)	05 ans d'expérience générale ; 03 ans d'expérience dans la réalisation des travaux de forage	03 projets de réalisation des travaux de réalisation de forage
5	1	Opérateur de développement et d'essai de pompage	Ouvrier spécialisé de Niveau B.E.P.C. (Attestation de stage ou certificat de travail)	03 ans d'expérience générale ; 02 ans d'expérience dans la réalisation des travaux de forage	03 projets de réalisation des travaux de réalisation de forage

NB : Pour le chef de travaux, et le Géophysicien, joindre une copie légalisée du diplôme et le CV actualisé, daté et signé par le titulaire ;

Pour les sondeurs, mécaniciens et l'équipe de mécanique et d'entretien et l'Opérateur de développement et d'essai de pompage, joindre une l'attestation de travail.

Les CV doivent indiquer clairement l'année, l'entreprise, le projet, le lieu de réalisation des ouvrages. Les CV devront être actualisés, daté et signés par les intéressés. Les diplômes à joindre devront être légalisés par une autorité compétente. Tout diplôme non légalisé ou illisible ne sera pas considéré. Tout défaut d'information peut entraîner le rejet de l'offre. Une vérification du personnel présenté sera opérée avant tout début d'exécution en cas d'attribution.

Le personnel doit être distinct pour chaque lot pour prétendre à plusieurs lots.

VII. MATERIEL

Le Soumissionnaire doit établir qu'il a pour chaque lot les matériels suivants :

N°	TYPE ET CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIEL	NOMBRE MINIMUM REQUIS
1	Véhicule de foration (foreuse) foreuse pouvant atteindre 150 m minimum	1
2	Compresseur de forage haute pression >21 bars	1
3	Compresseur de pression de service 7-15 bars	1
4	Lot de Casing	1
5	Groupe électrogène 15 KVA minimum	1
6	Pompes immergée Q nominal ≥ 5 m ³ /h à 80 m de HMT	1
7	Pompe à boue	1
8	Sonde électrique de mesure du niveau d'eau de 150 m	1
9	GPS	1
10	Camion-citerne à eau Capacité 5 à 7 m ³	1
11	Véhicule d'accompagnement et/ou de liaison	1
12	Chronomètres	1
13	Conduite pour le rejet (100 m)	1
14	Conductimètre	1
15	Thermomètre	1
16	Robinet de prélèvement	1
17	Compteur d'eau	1
18	Bacs de 20, 50 et 100 litres	1
19	Vanne à volant	1
20	Camion benne pour le transport de matériel	1
21	Camion benne pour l'approvisionnement en matériaux	1
22	Camion Benne Basculante	1
23	Camionnette	1
24	Vibreux	2
26	Sondes à niveau	1
27	Véhicule de liaison Pick-up (4x4)	1

Le soumissionnaire devra joindre à la liste du matériel, les preuves formelles et fiables (copies légalisées et lisibles de cartes grises, reçus d'achat, attestation de location, etc.) Tout matériel proposé et non accompagné de preuve fiable de la possession, ne sera pas pris en compte. Des

vérifications pourront être effectuées avant l'attribution des lots Le Maître d'Ouvrage se réserve le droit d'effectuer un contrôle inopiné du matériel proposé pour l'exécution des prestations.

VII. DELAI D'EXECUTION

Le délai global d'exécution des travaux, pour chaque lot, est de 2 mois calendaires