



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES Modèle type

Projet : « Réalisation d'un forage »

Code : 1.2.1 CCT1

Date de rédaction de la 1^{ère} version : juillet 2012

Version : 11 septembre 2013

Version finale



Note aux lecteurs

Les prescriptions techniques générales s'appliquent aux opérations à réaliser en Haïti et relevant du champ de compétence de la Direction Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (DINEPA). Elles constituent un référentiel, certaines à portée réglementaire, nationale, technique et sectorielle, d'autres ayant un rôle d'information et de support complémentaire.

Les documents à portée réglementaire, nationale, technique et sectorielle sont :

- **Les Fascicules Techniques** indiquant les principes obligatoires et les prescriptions communes à une sous thématique technique ;
- **Les Directives Techniques** prescrivant les règles minimales imposées pour la conception et la réalisation ainsi que la gestion d'ouvrages spécifiques.

Tout propriétaire et/ou réalisateur est tenu de respecter au minimum les prescriptions qui y sont indiquées. Toute dérogation devra faire l'objet d'une autorisation au préalable et par écrit de la DINEPA.

Les documents ayant un rôle d'information et de support complémentaire, sont :

- Les fiches techniques et Guides techniques présentant ou décrivant des ouvrages ou des actions dans les différentes thématiques ;
- Les modèles de règlements d'exploitation ou de gestion ;
- Les modèles de cahiers des clauses techniques particulières, utilisables comme « cadres - type » pour les maîtres d'ouvrages et concepteurs ;
- Divers types de modèles de documents tels que procès verbaux des phases de projet, modèles de contrat ou de règlement, contrôle de bonne exécution des ouvrages, etc.

Ces documents ayant un rôle d'information et de support complémentaire sont compatibles avec la réglementation imposée et peuvent préciser la compréhension des techniques ou fournir des aides aux acteurs.

Le présent référentiel technique a été élaboré en 2012 et 2013 sous l'égide de la DINEPA, par l'Office International de l'Eau (OIEau), grâce à un financement de l'UNICEF.

Dépôt légal 13-11-448 Novembre 2013. ISBN 13- 978-99970-51-07-3.

Toute reproduction, utilisation totale ou partielle d'un document doit être accompagnée des références de la source par la mention suivante : *par exemple* « extrait du référentiel technique national EPA, République d'Haïti : *Fascicule technique/directives techniques/etc. 2.5.1 DIT1* (projet DINEPA-OIEau-UNICEF 2012/2013) »

CAHIER DE PRESCRIPTIONS TECHNIQUES POUR LA RÉALISATION D'UN FORAGE



Réalisation d'un forage

FINANCEMENT :

Date : _____

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1	OBJECTIF ET CONTENU DES TRAVAUX	4
ARTICLE 1.1	Objectif des travaux	4
ARTICLE 1.2	Consistance des travaux.....	4
ARTICLE 1.3	Descriptif des travaux	4
ARTICLE 1.4	Implantation du forage	5
ARTICLE 1.5	Coupe géologique prévisionnelle	6
CHAPITRE 2	MODALITÉS D'EXÉCUTION DU FORAGE.....	8
ARTICLE 2.1	Installation du chantier	8
ARTICLE 2.2	Signalisation protection et sécurité du chantier.....	8
ARTICLE 2.3	Méthode de foration	9
ARTICLE 2.4	Matériel constituant l'unité de forage.....	9
Article 2.4.1-	Fluide de forage	9
Article 2.4.2-	Foration et équipement	9
Article 2.4.3-	Cimentation.....	10
Article 2.4.4-	Tête du forage	11
Article 2.4.5	Massif filtrant	11
Article 2.4.6-	Enregistrement des paramètres du forage.....	11
Article 2.4.7-	Développement de l'ouvrage	12
Article 2.4.8-	Système d'émulseur utilisé.....	12
ARTICLE 2.5	Description des essais de pompages	12
ARTICLE 2.6	Déroulement du chantier	14
Article 2.6.1-	Déclarations	14
Article 2.6.2-	Échantillonnage géologique	14
Article 2.6.3-	Compte-rendu journalier et carnet de sondage.....	14
CHAPITRE 3	MODALITÉS APRÈS LES TRAVAUX	15
ARTICLE 3.1	Opérations préalables à la réception PROVISoire des travaux – compte-rendus et documents à établir après les travaux	15
Article 3.1.1-	Opérations préalables à la réception des travaux.....	15
Article 3.1.2-	Compte-rendu détaillé.....	15
ARTICLE 3.2	Logistique de l'entreprise	16
ARTICLE 3.3	Contrôles de réception - dossier des ouvrages exécutés	17
ARTICLE 3.4	Calendrier souhaité des opérations.....	18
ANNEXE : EXEMPLE DE BORDEREAU ESTIMATIF DES PRIX UNITAIRES.....		19

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

CHAPITRE 1 OBJECTIF ET CONTENU DES TRAVAUX

Le forage en projet est situé sur la commune de, au lieu, de coordonnées GPS :

ARTICLE 1.1 Objectif des travaux

Le présent cahier des charges est relatif à la réalisation d'un forage. Celui-ci permettra par la suite si possible, la future exploitation en eau potable pour le compte de **XXX**

ARTICLE 1.2 Consistance des travaux

Les travaux faisant l'objet du présent marché consisteront en la réalisation d'un forage de reconnaissance de **XX** m (**XX** pieds) de profondeur destinés à exploiter pour la production d'eau potable la nappe **XXX** (indiquer la couche géologique de la nappe visée).

L'entreprise devra implanter le projet, réaliser l'installation du chantier avec la mise en place d'une cabane de chantier, des engins et clôturer provisoirement le site.

Le forage sera tubé, cimenté et crépiné. Après développement à l'air lift, il fera l'objet d'un pompage par paliers de débit et d'un pompage continu à débit constant afin de déterminer les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère.

ARTICLE 1.3 Descriptif des travaux

Les travaux de forages comportent :

- l'installation du chantier sur le site du forage
- la foration (avec enregistrement de la vitesse de foration, nombre de mètres forés toutes les 30 minutes) au rotary boue de 0 à **XX** m (**XX** pieds) ou au marteau fond de trou de **XXX** à **XXX** m (**XX** pieds) en fonction de la nature des terrains
- essais au soufflage¹ au fur et à mesure de l'avancement et en fin de foration afin d'estimer la production de l'ouvrage
- l'équipement des tubages par tubage (tubes pleins et crépinés) selon une coupe technique définie par la personne en charge du suivi des travaux. Ils comprendront une tête de forage et seront conformes à la Directive Technique relative à l'Équipement de forage en vigueur (1.2.1 DIT5).
- réalisation d'un pompage par paliers de débit et d'un essai de nappe de 2 jours (48 h) minimum², avec un équipement suffisant pour des débits de l'ordre de **XXX** m³/h, selon le contexte géologique.

¹ Le soufflage consiste à injecter de l'air sous pression au fond du forage. Le soufflage est réalisé durant la foration, puis à nouveau alors que le trou est achevé.

² Pour des forages de petits diamètres destinés à être exploités par des PMH, l'essai de nappe pourra être raccourci et soumis à la validation de la DINEPA

Le diamètre des ouvrages sera adapté aux pompes utilisées pour le débit souhaité de **XXX** m³/h (par exemple 6" pour un débit de 10 à 50 m³/h, ou 8" jusqu'à 150 m³/h).

ARTICLE 1.4 Implantation du forage

L'implantation de l'ouvrage est donnée par la figure n°1 (carte topographique).

Le forage sera réalisé sur la commune deau point de coordonnées GPS (syst WGS 84):

Longitude (deg.ddddd) : _____

Latitude (deg.ddddd) : _____

Altitude : _____ (en m)

Une détermination précise de ces coordonnées sera effectuée à l'issue de l'implantation définitive du forage. En outre un nivellement précis des différents éléments inclus dans le suivi des essais de pompages est requis, à savoir :

- la tête du forage
- la tête des forages d'exploitations existants
- un puits (à définir).

L'aménagement de l'accès au site ainsi que la réalisation de la plate-forme sera à la charge de l'entreprise.

L'approvisionnement en eau et électricité nécessaire à la réalisation des travaux sera à la charge de l'entreprise.

A ce titre, l'alimentation en eau pour les besoins des travaux (fabrication de laitier, préremplissage du borbier, etc.) pourra être assurée par des camions citernes ou tonnes à eau à partir des captages AEP situés à proximité des travaux.

Pour l'approvisionnement en électricité, l'entreprise utilisera un groupe électrogène suffisamment puissant.

Nous attirons cependant l'attention de l'entrepreneur sur les points suivants :

- le matériel de pompage et d'exhaure et l'énergie afférente seront fournis par l'entrepreneur
- ce matériel de pompage et d'exhaure devra être parfaitement propre.

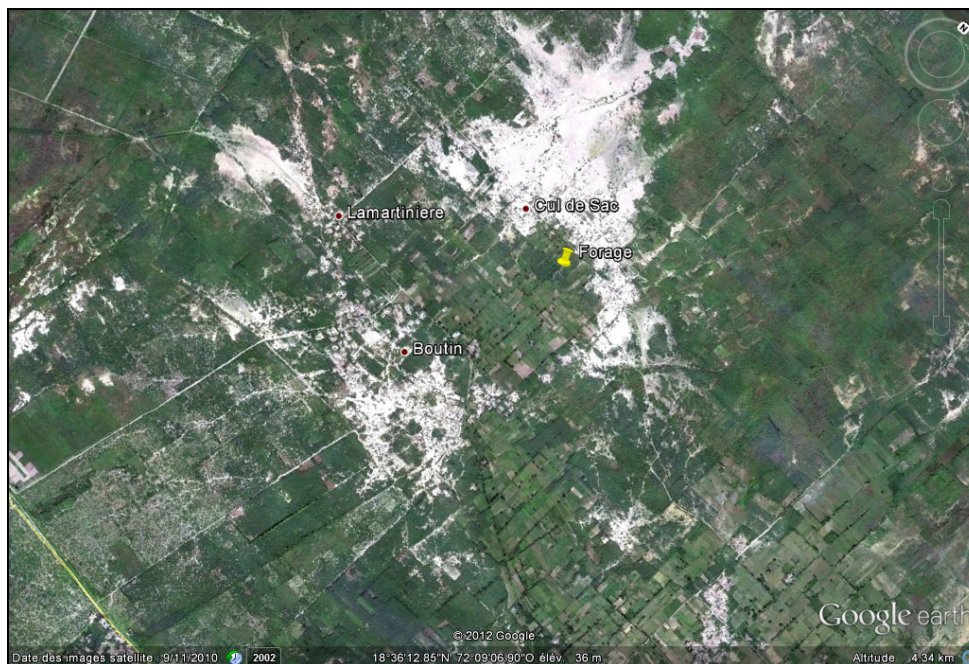


Figure 1 : Plan de localisation du forage envisagé sur le site (image Google Earth)

L'entreprise assurera à sa charge toutes les interventions concernant l'aménée, le repli, l'installation et le fonctionnement du chantier. Il sera nécessaire de prévoir une décantation des eaux avant leur rejet dans le fossé.

Les bourbiers (fosses à boue) seront vidangés régulièrement par un camion citerne et ce de façon obligatoire avant les alésages³, les cimentations, les traitements, le développement et les essais de débit. Tout épandage sera interdit. Les eaux propres des pompages d'essai seront rejetées dans le fossé en aval des forages.

En aucun cas, l'entreprise ne pourra se prévaloir des dommages causés aux travaux pour non fourniture d'eau ou d'électricité.

L'entreprise est tenue de prévoir et de prendre les mesures nécessaires pour que les équipements, matériaux et matériels soient conduits à pied d'œuvre en temps utile, quel que soit l'état des voies d'accès.

ARTICLE 1.5 Coupe géologique prévisionnelle

Les coupes géologique et technique sont fournies par la figure n°2.

³ Reforage du puits pour lui donner un diamètre minimal déterminé.

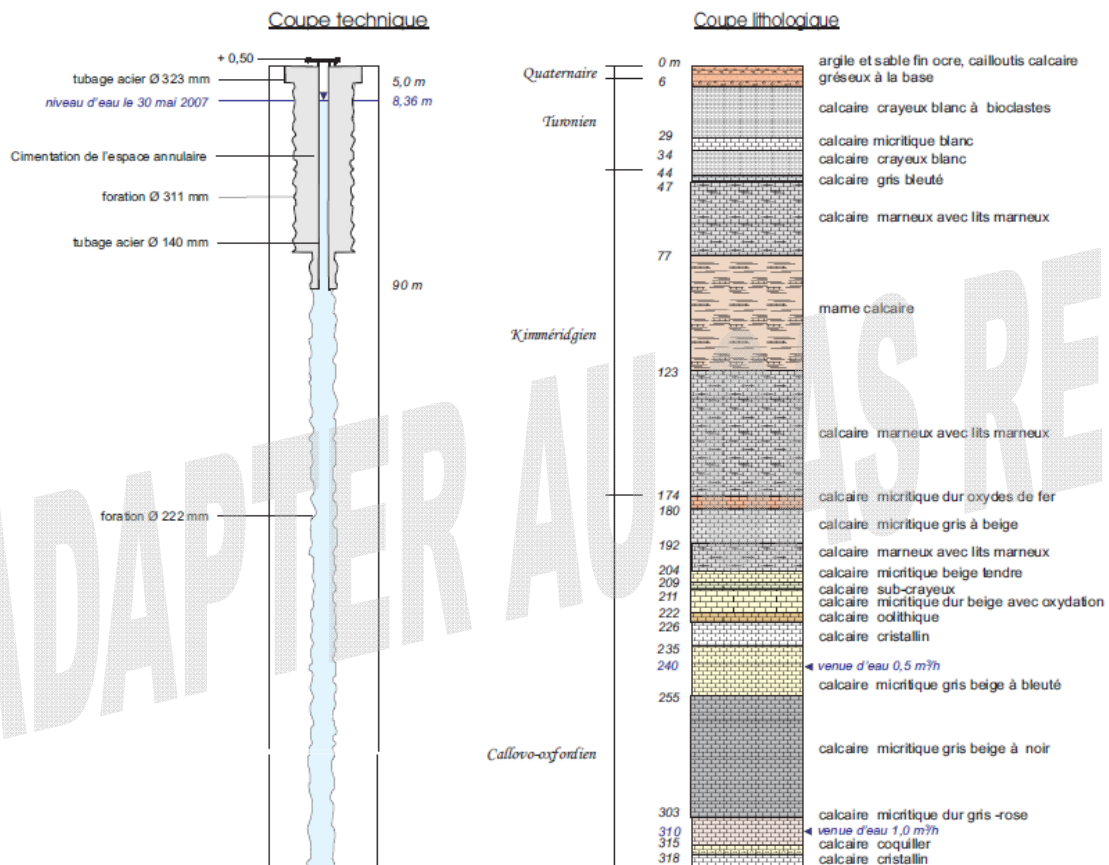
A titre indicatif, au droit du site du projet, la coupe géologique prévisionnelle devrait être la suivante :

Formation géologique	Nature des terrains rencontrés	Epaisseur estimée
IV	Terre Végétale	0,5 m
<i>recouvrement tertiaire Hettangien</i>	argilo-sableux	0,5 m
Trias	calcaire plus ou moins marneux ensemble continental détritique, argiles plus ou moins rubéfiées, grès, sables, en lentilles d'épaisseurs variables	35 m

Sur le plan hydrogéologique, l'aquifère à capter est la formation XXX.

Le débit d'exploitation escompté à partir du forage est de XXX m³/h y compris pendant la saison sèche sur une durée de pompage de XX h/j pendant XX jours d'affilés.

En aucun cas l'entreprise ne pourra faire prévaloir des variations du cadre géologique pour la réalisation des travaux qui, dans tous les cas, seront conduits dans les règles de l'art.



(Exemple - Source : Massé, (2007), *Sondage de Reconnaissance Hydrogéologique A Payrignac*)
Figure 2 : Coupes lithologique et technique prévisionnelles du forage envisagé

CHAPITRE 2 MODALITÉS D'EXÉCUTION DU FORAGE

ARTICLE 2.1 Installation du chantier

L'implantation sera faite par le superviseur (représentant du maître d'ouvrage), éventuellement l'assistant technique au maître d'ouvrage ou le maître d'ouvrage lui-même, en présence de l'entrepreneur convoqué, ou de son représentant.

L'entrepreneur devra fournir au maître d'ouvrage, dans un délai de 15 jours calendaires suivant la notification de l'approbation de son marché, le projet de ses installations de chantier.

L'entrepreneur sera tenu à tout moment de laisser les représentants chargés du contrôle désignés par le maître d'ouvrage, pénétrer sur le chantier, le visiter et prendre toutes dispositions pour leur permettre d'exercer leur mission dans les meilleures conditions.

L'entrepreneur devra obtenir les informations relatives aux réseaux enterrés et autres canalisations.

Il prendra également, sur le chantier, toutes les précautions nécessaires pour le stockage des hydrocarbures ainsi que des produits utilisés pour les traitements chimiques (Nu-Well...).

La réserve en carburant devra disposer d'un bac de rétention correspondant au volume maximum de carburant. En outre, des bâches (tarpaulin) seront disposées sous les réservoirs de carburant. La réserve devra être accessible sans risque pour les livraisons de carburants.

A la fin des travaux de forages et de pompages le site sera nettoyé (enlèvement des déblais) et remis dans un état le plus proche possible de l'état initial. Notamment, l'entrepreneur doit réparer les dommages accidentels et non accidentels causés par la négligence de son personnel.

ARTICLE 2.2 Signalisation protection et sécurité du chantier

La signalisation, la clôture, la sécurité et l'hygiène du chantier seront assurées par l'entrepreneur, conformément à la réglementation en vigueur.

L'entrepreneur fournira dans son offre la liste du matériel qu'il compte mettre en œuvre.

L'entrepreneur indiquera dans son offre les moyens de sécurité qu'il préconise pour la réalisation du forage, en particulier les clôtures envisagées. Un périmètre de sécurité sera clairement identifié pour limiter l'accès à des tiers, y compris aux enfants ou à des non lecteurs, à des zones potentiellement dangereuses comme les bacs de stockage ou des zones sensibles comme la tête de forage.

Ces prescriptions ne diminuent en rien la responsabilité de l'entrepreneur qui reste entière en cas d'accident survenant à des tiers. Par ailleurs l'entrepreneur prendra toutes les dispositions pour se protéger contre les vols et les actes de vandalisme.

Afin de protéger l'environnement il est de la responsabilité de l'entrepreneur de protéger le site d'éventuelles pollutions (huiles, essences, etc.) en appliquant les moyens nécessaires. L'évacuation des eaux d'exhaure de pompage se fera en aval du forage de reconnaissance, éventuellement par le biais de fossés existants.

ARTICLE 2.3 Méthode de foration

La méthode de foration préconisée est le rotary à la boue ou le marteau fond de trou.

L'entrepreneur devra obligatoirement utiliser une boue bentonitique pour la foration en rotary à la boue. L'entreprise devra obligatoirement utiliser une unité de boue constituée de bacs étanches au sein desquels la stérilisation de la boue et de l'eau d'injection sera effectuée.

En aucun cas l'entreprise ne pourra faire prévaloir des difficultés liées à des pertes partielles et/ou totales de boue. Dans ce cas, le forage sera poursuivi en injection d'eau claire avec tampons visqueux ou bouchon de ciment, se sera réalisé sans plus-value.

ARTICLE 2.4 Matériel constituant l'unité de forage

Sans que la liste fournie dans ce document ne soit un caractère limitatif, l'entrepreneur devra affecter aux travaux du programme de forage le matériel nécessaire au bon déroulement du forage.

Article 2.4.1-Fluide de forage

Le fluide de forage prévu pour l'exécution des travaux est la boue bentonitique.

L'unité de boue préconisée pourra comprendre :

- un bac de reprise de 0,5 à 1 m³ avec pompe de reprise
- un bac secondaire de 0,5 à 1 m³
- une pompe de reprise vers désableur
- un désableur (décanteur)
- un bac principal de 15 m³ avec pompe de mixing
- une pompe à boue principale de type 7"^{1/4} x 14" (8 x 10" minimum)
- une pompe à boue secondaire 6" x 10" ou 5" x 8", servant pour le mixing.

Article 2.4.2-Foration et équipement

L'ouvrage prévu sera conçu de manière à ne capter que la nappe de la formation **XXX**.

Le superviseur pourra ralentir ou interrompre le forage quelle que soit la profondeur lorsqu'il le jugera utile, afin d'exécuter des essais de pompage, mises en œuvre de travaux de diagraphies (détermination des caractéristiques géologiques du terrain traversé) ou pour toute autre cause. Les ralentissements ne donneront lieu à aucune indemnité.

L'entrepreneur ne pourra demander aucune indemnité pour les arrêts s'ils ne dépassent pas au total 50 heures de travail pour toute la durée du chantier.

Pour ce forage un tubage en PVC SCH40 alimentaire est préconisé. Il doit être suffisamment résistant pour ne pas subir de déformations du fait des contraintes liées à leur mise en place, au poids

des terrains et à la cimentation de l'espace annulaire. Les tubes en PVC SCH40 doivent avoir une surface lisse et présenter entre eux, au minimum, des raccords à coller. L'assemblage de ces éléments sera réalisé conformément aux normes définies par le constructeur. L'entreprise fera valider le choix du tube PVC SCH40 par le superviseur. **Le tubage doit être équipé de dispositifs centreurs tous les 15 mètres de façon à préserver l'espace annulaire entre le tubage et les parois du forage.**

La coupe technique prévisionnelle donnée en exemple dans la figure n°2 est récapitulée dans le tableau ci-après :

Foration			
Méthode	Prof. (m)	Diamètre	Nature
Rotary boue	0/70	406mm (16")	Trépan tri-cône
Marteau Fond de Trou	0/70	406mm (16")	Taillant

Equipement		
Prof. (m)	Diamètre (mm et pouces)	Nature
0 / 35	282 / 311 mm 11" 1/8 / 12" 1/4	Tubage plein en PVC + bouchon de sobranite + cimentation sous pression
35 / 67	282 / 311 mm 11" 1/8 / 12" 1/4	Tubage crépiné en PVC (slot 1) + massif filtrant en graviers roulés basaltiques ou siliceux, non calcaires (1-3,5)
67 / 70	282 / 311 mm 11" 1/8 / 12" 1/4	Tubage de décantation en PVC + massif filtrant en graviers roulés basaltiques ou siliceux, non calcaires (1-3,5)

Au passage du tubage en PVC SCH40 plein au tubage en PVC SCH40 crépiné, sera mis un bouchon d'argile constituant un joint d'étanchéité. Ce bouchon devra faire un minimum d'1 m de haut. Cela évitera au ciment d'envahir l'aquifère et le massif filtrant. Au fond du forage sera également disposé un bouchon de fond. Tous les éléments seront vissés et non collés. La colonne de diamètre **XXX** mm sera positionnée avec les centreurs appropriés, au nombre de **4**.

Les tubages pleins PVC SCH40 devront être fournis en éléments unitaires plein de 6 m. Les crépinés en PVC SCH40 devront être également fournis en éléments unitaires de 6 m, avec des ouvertures de type fente (slot) 1 mm.

Article 2.4.3-Cimentation

L'entrepreneur devra prévoir d'acheminer ou de se fournir sur place en ciment pour la cimentation des annulaires et les protections de surface. Il devra également posséder sur place un atelier de préparation et d'injection du ciment.

Une cimentation sous pression du forage sera réalisée sur la totalité de la hauteur des tubes pleins **(de 0 à XXX m)** de manière à soutenir les terrains non aquifères et éviter toute contamination des eaux captées par les niveaux supérieurs.

La paroi des forages sera parfaitement nettoyée avant cimentation.

La cimentation de l'annulaire du forage s'effectuera progressivement. Il sera interdit d'effectuer la cimentation depuis la surface. L'injection se fera obligatoirement par le bas au moyen d'une pompe et d'une canne d'injection descendue dans l'espace annulaire. La canne sera munie d'un bouchon de pied, le ciment passera par des événements latéraux. Le dispositif sera régulièrement remonté au fur et à mesure de la cimentation.

Le ciment à injecter par le fond grâce à une canule descendue dans l'espace annulaire, est du laitier de ciment composé essentiellement d'eau et de ciment ordinaire. Sa densité doit être de l'ordre de 1,8 à 1,9. Une vérification sera faite en cours de cimentation. L'eau utilisée pour sa constitution devra être claire.

Un échantillon sera prélevé en début et en fin de cimentation pour visualiser la prise du coulis et éventuellement réaliser des éprouvettes tests.

L'entrepreneur laissera reposer le ciment au moins 48 heures avant de reprendre le forage afin de garantir une prise correcte.

Article 2.4.4-Tête du forage

La tête du forage dépassera le terrain naturel de 0,5 m environ (hauteur à adapter si le site est inondable). L'entrepreneur fournira et posera un capot à fermeture étanche cadenassée.

Après la fin des travaux de foration et d'équipement, et avant la prise de cimentation de surface, il sera mis en place une protection étanche de la tête de l'ouvrage qui assurera la continuité de l'étanchéité garantie par la cimentation annulaire avec le milieu extérieur.

Elle comprendra une dalle de béton (350 kg/m^3) ferrillée (acier de diamètre 3/8") d'une surface minimale de 3 m^2 et d'une hauteur minimale de 0,30 m au-dessus du terrain naturel (hauteur à adapter si le site est inondable).

Article 2.4.5 Massif filtrant

Un massif de gravier sera mis en place dans l'espace annulaire (entre XX et XX m) entre la crépine et la couche aquifère. Ce gravier devra être formé de grains siliceux ou basaltiques arrondis, propres et homogènes. Il devra faire au minimum la hauteur de la crépine, et occuper l'intégralité de l'espace entre le casing et les parois du forage.

Une réserve à graviers sera constituée en tête (tube plein télescopique). Si nécessaire, il sera ajouté du gravier au fur et à mesure du développement de manière à maintenir cette réserve. La granulométrie du gravier sera de 1 – 3,5 mm.

Article 2.4.6-Enregistrement des paramètres du forage

Les cuttings (échantillons) seront prélevés au minimum à chaque mètre et stockés dans des caisses prévues à cet effet. Les niveaux d'eau ainsi que la conductivité (pour un forage qui débitera plus de 50 m^3 par jour), seront au minimum mesurés en début et en fin de journée. Le débit de chaque venue d'eau sera mesuré au soufflage. Le nouveau niveau d'eau sera également mesuré. Un cahier de chantier sera tenu et une copie sera fournie au maître d'ouvrage.

L'entrepreneur proposera en option le suivi des paramètres du forage à l'avancement. **Au minimum celui-ci consistera en une mesure du temps de foration par mètre foré.**

Article 2.4.7-Développement de l'ouvrage

Un développement sera effectué par air lift pendant 20 h si nécessaire. Si besoin est, on procédera à un traitement de défloculation. Les fines tombées dans le fond du forage seront enlevées par air lift ou injection d'eau si nécessaire.

Le développement sera poursuivi au moyen d'une pompe immergée de 8 pouces d'une capacité de 100 m³/h à 70 m pendant 40 heures (adapter au cas réel).

Ces opérations seront réalisées sous la directive du superviseur chargé du suivi du chantier, et ce jusqu'à l'obtention d'une eau claire. La turbidité de l'eau devra être inférieure à 5 NTU et la tâche de sable⁴ pour un seau de 10 litres d'eau devra être inférieure à 1 cm de diamètre (ou 0,2g / 10 litres) immédiatement après le début d'un pompage et lorsque le débit spécifique (débit par unité de longueur de crépine) n'augmentera plus.

Article 2.4.8-Système d'émulseur utilisé

Pour le développement préliminaire, on utilisera un émulseur composé des éléments suivants :

- une ligne d'air lift de XXX m (double colonne) munie d'un diffuseur en son extrémité
- une tête permettant l'évacuation et le jaugeage de l'eau sur le côté
- un compresseur de 20 bars et de 20 m³/mm minimum de débit d'air
- un brise-jet
- une cuve de 10 m³ munie d'une vanne et d'un réservoir pour les jaugeages, équipée d'un dispositif de dégazage permettant de réaliser les mesures de débit (prévoir éventuellement un compartiment de tranquillisation sur le bac).

Suivant la profondeur du niveau d'eau et des rabattements, la totalité ou une partie seulement de ce dispositif sera descendue dans le forage.

ARTICLE 2.5 Description des essais de pompages

Un pompage d'essai sera réalisé afin de déterminer les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère (transmissivité et coefficient d'emmagasinement). Il permettra également de préciser la possibilité d'atteindre les objectifs quantitatifs visés (XXX m³/h en exploitation).

Il sera réalisé à l'aide d'un groupe de pompage (pompe immergée, groupe électrogène, etc.) avec conduite de refoulement, vanne, système de mesure des débits et mise en place d'un tubing dans le forage pour les mesures de niveaux d'eau.

Les essais de pompages seront de deux types :

- **essais par paliers** à 4 débits différents de valeurs croissantes (de X m³/h à des valeurs supérieures à XX m³/h) d'une durée de 2 h chacun, avec entre chaque palier un arrêt de 2 h, avec suivi en continu des niveaux d'eau, de la conductivité électrique, de la température de

⁴ Après décantation complète (30 minutes), le diamètre du dépôt ramené au centre du fond du seau ne doit pas être supérieur à 1 cm de diamètre.

l'eau d'exhaure, ainsi que des débits pompés. Chaque palier de pompage devra être réalisé à un régime de débit constant durant toute sa durée.

- **essais de nappe** par pompage à un débit défini au préalable (débit inférieur au débit critique de l'ouvrage tel que défini à la suite des débits par paliers, a priori de l'ordre de **XX** m³/h) pendant **48 h** avec suivi en continu des niveaux d'eau, de la conductivité électrique et de la température de l'eau d'exhaure, ainsi que des débits pompés. La remontée sera suivie pendant au moins **6 h**. Les éventuels forages existants à proximité, la rivière **XXX** ainsi qu'un puits proche feront également l'objet d'un suivi de niveaux.

La réalisation de ces pompages se fera selon les règles de l'art. Le matériel utilisé sera adapté aux conditions, afin de ne pas endommager le forage, sa crépine et le massif de graviers.

Le matériel utilisé sera équipé de compteurs totaliseurs étalonnés préalablement sur place (au moyen d'un récipient jaugé par exemple) permettant une mesure précise des débits.

Des canalisations mobiles pour refoulement à **XXX** m, **dans la rivière XXX en aval du forage**, seront mises en place ou les fossés existants seront utilisés dans la mesure de leur compatibilité avec le débit d'exhaure. Il faudra également faire attention à l'érosion à l'exhaure, qui ne devra pas emporter trop des terres environnantes.

Tous retards et arrêts qui résulteraient du fait que le matériel de pompage ne permet pas d'obtenir le ou les débits indiqués seront à la charge de l'entrepreneur.

Pour chaque interruption d'essai non ordonnée par le superviseur, d'une durée inférieure à une heure, l'entrepreneur sera tenu de pomper gratuitement pendant une durée supplémentaire équivalente. Par contre, dans le cas d'essai par paliers, toute interruption du pompage non prévue occasionnera la reprise complète de l'essai en ayant pris soin de laisser la nappe au repos pendant au moins 24 heures.

Si la durée de l'interruption dépasse une heure, le superviseur pourra exiger de l'entrepreneur qu'il recommence l'essai de pompage en entier.

De même, si par suite d'une négligence de l'entrepreneur pour ce qui concerne les prescriptions de débit et de paliers qui lui seront données, ou par suite d'une trop grande irrégularité dans le pompage ne permettant pas d'obtenir la courbe du forage, le superviseur pourra demander à l'entrepreneur de recommencer les essais sans qu'il ne lui soit dû une quelconque plus-value.

NB : à la fin du pompage en continu des échantillons d'eau seront pris afin d'effectuer une analyse physico-chimique (prélèvement transmis à un laboratoire agréé par la DINEPA).

Lors de chaque pompage des mesures et suivis des niveaux d'eau sur les captages AEP situés à proximité du forage de reconnaissance, seront réalisés.

Une surveillance du rejet devra être assurée plusieurs fois par jour en cours de pompage longue durée afin de vérifier l'absence de dégâts aux terrains, et pour modifier localement le cas échéant, l'emplacement du rejet.

ARTICLE 2.6 Déroutement du chantier

Article 2.6.1-Déclarations

L'entrepreneur assurera les prestations suivantes :

- les déclarations auprès de la DINEPA, de l'OREPA, de l'URD ou du CTE dont dépend le site concerné par le forage, notamment concernant la présence et le déplacement des engins de forage

La demande d'autorisation de forage sera assurée par le maître d'ouvrage auprès de la DINEPA. Une copie de l'autorisation accordée devra être disponible auprès du représentant de l'entreprise sur le site.

L'entrepreneur devra également soumettre un engagement formel concernant les dispositions qu'il a prises en matière de sécurité et de qualité. Il établira et fournira aux services de la DINEPA, un mois avant le démarrage des travaux, un plan d'assurance qualité concernant les prestations demandées, ainsi qu'un plan des mesures de sécurité (PMS), indiquant quels équipement de protection seront utilisés, les bâches (tarpaulin) en place sous les réservoirs de carburant, et toutes les dispositions relatives à la protection du chantier (clôture, signes d'avertissement...).

Article 2.6.2-Échantillonnage géologique

Les échantillons de tous les terrains rencontrés, prélevés tous les mètres ainsi qu'au changement de terrain, seront placés dans des casiers en bois sur lesquels l'entrepreneur inscrira un numéro et indiquera la profondeur à laquelle l'échantillon aura été prélevé. Ces derniers devront avoir une contenance d'au moins un décimètre-cube. Ils devront, dès le début des opérations, être munis d'un couvercle et ne devront en aucun cas être déplacés sans que ce couvercle n'ait été fixé solidement.

Sur chacun d'entre eux seront lisiblement indiqués :

- le nom du chantier
- la date du prélèvement
- leur numéro respectif et leur profondeur
- les cotes extrêmes entre lesquelles le terrain a été rencontré.

En fin de travaux, les échantillons seront remis à l'hydrogéologue s'il y en a un. Dans le cas contraire, ils serviront pour réaliser le traçage de la coupe hydrogéologique du forage. Ils devront être conservés jusqu'à la réception des travaux par le maître d'œuvre.

Article 2.6.3-Compte-rendu journalier et carnet de sondage

L'entrepreneur donnera quotidiennement un compte-rendu de l'avancement des travaux d'une manière établie avec le superviseur et l'assistant technique avant le démarrage des travaux.

De même, l'entrepreneur avertira le superviseur et l'assistant technique sans délai en cas d'incident risquant d'entraîner une modification du programme initial.

L'entrepreneur tiendra un carnet de sondage, d'un modèle agréé par le maître d'œuvre et l'assistant technique où seront notés les paramètres du forage et où seront chronologiquement reportées les particularités rencontrées lors des travaux, les renseignements relatifs à la dureté des terrains, aux arrivées ou pertes d'eau, ainsi que les incidents observés, le cas échéant.

L'entrepreneur reportera également sur ce carnet, tous les éléments concernant les couches rencontrées et le numéro des échantillons prélevés.

Ce carnet pourra être consulté par le superviseur, le bureau d'études, ou le maître d'ouvrage ou son assistant, à toute visite de chantier.

Il sera remis au superviseur ou à l'assistant technique en fin de travaux.

CHAPITRE 3 MODALITÉS APRÈS LES TRAVAUX

ARTICLE 3.1 Opérations préalables à la réception PROVISoire des travaux – compte-rendus et documents à établir après les travaux

Article 3.1.1-Opérations préalables à la réception des travaux

Avant de prononcer la réception des travaux, il sera procédé par le superviseur aux opérations suivantes :

- mesure de la profondeur finale de l'ouvrage à l'aide d'une sonde lestée
- mesure du niveau statique de l'eau dans l'ouvrage à l'aide d'une sonde électrique
- contrôle de la fermeture de l'ouvrage et de la hauteur du tube de tête dépassant le sol
- contrôle de la remise en état des lieux
- contrôle de la cimentation en présence du superviseur

Article 3.1.2-Compte-rendu détaillé

Avant les opérations préalables à la réception des travaux, l'entrepreneur remettra au maître d'ouvrage un compte rendu détaillé, en format imprimé et en format électronique, des travaux réalisés avec la description des équipements mis en place.

Dans ce document, l'entrepreneur reprendra toutes les indications portées sur le cahier de chantier journalier et intéressant la réalisation de l'ouvrage. En outre il établira la coupe technique du forage réalisé.

La coupe technique sera établie en trois exemplaires.

Pour ce qui concerne les phases du développement, il mentionnera le type de matériel utilisé, la date et la durée du développement ainsi que toutes les observations faites et les résultats obtenus.

Pour les pompages d'essai, l'entrepreneur remettra au maître d'ouvrage un rapport qui comportera les pièces suivantes :

- Une description du matériel de pompage avec, en particulier, les caractéristiques de la pompe (type, puissance, débits pour quelques valeurs de la hauteur manométrique, profondeur de la crépine), du refoulement (nature, diamètre, longueur) et du matériel de mesure. Sur ce document figurent notamment la distance et la nature du point de rejet de l'eau pompée avec croquis à l'appui
- Une fiche de mesure du niveau d'eau à la descente pour chaque pompage d'essai avec l'indication de la date, de l'heure légale du début du pompage et de la mesure du niveau d'eau au repos. Des mesures de niveaux au cours du pompage (niveaux dynamiques) au sein de chaque ouvrage concerné ainsi que sur le cours d'eau le plus proche suivant la fréquence minimale du rabattement de la nappe ainsi que toutes les observations effectuées au cours du pompage (changement de régime, coloration de l'eau, désamorçage, prise d'échantillons d'eau, arrêts de la pompe, etc...) seront également indiquées
 - Une fiche de mesure des niveaux d'eau à la remontée après l'arrêt du pompage avec la date, l'heure légale de l'arrêt, suivant la fréquence appliquée. Le rabattement résiduel est calculé à chaque instant de la mesure
 - La représentation graphique des essais de pompage conduits
 - Le détail des calculs effectués pour déterminer les paramètres recherchés

Pour les traitements chimiques éventuels, l'entrepreneur rappellera la nature du produit, sa concentration, la quantité utilisée, le débit, la durée et la cote d'injection, ainsi que le volume ou le débit d'eau le cas échéant employé pour faire pénétrer le produit dans la nappe.

ARTICLE 3.2 Logistique de l'entreprise

L'entreprise est tenue de fournir en annexe de son offre :

- Ses références techniques et financières
- Les descriptions précises du matériel qu'elle envisage de mettre en œuvre :
 - plan de la plate-forme
 - atelier
 - pompes à boue et bacs à boue
 - véhicules, en particulier leur capacité à atteindre le site, y compris pendant la saison des pluies
 - organisation du chantier (rythme journalier de travail, nombre de postes, etc.)
 - tubages et crépines
 - gravier (origine, et nom de la carrière)
 - air-lift – développement
 - pompe d'essai et moyens connexes
 - matériels de nivellement
 - moyens de suivi des niveaux au sein des ouvrages définis et du niveau de la Couarde
 - les outils de forage et d'alésage
 - les outils de manœuvre.
- Moyens en personnel :
 - références et curriculum vitae des foreurs

- nombre de personnes par poste de travail (foration, équipement, essais, etc.)
- calendrier d'exécution.

- Les noms des sociétés de service intervenant éventuellement pour :

- les cimentations
- le vissage des casings
- le gravel pack, etc.

Lors du jugement des offres, une note technique et un classement seront établis en fonction du matériel et des techniques proposés. Des vérifications en atelier pourront être demandées à l'entreprise.

ARTICLE 3.3 Contrôles de réception - dossier des ouvrages exécutés

Ces contrôles, essentiels, reprennent pour partie l'ensemble des contrôles à postériori développés durant les paragraphes consacrés aux différentes phases de travaux, dont :

- la vérification de la profondeur du forage, OBLIGATOIRE
- un contrôle de la verticalité de l'ouvrage, OBLIGATOIRE
- une inspection vidéo de l'ouvrage, qui servira aussi « d'état zéro » dans la vie de l'ouvrage, OBLIGATOIRE
- des contrôles éventuellement par diagraphies⁵ spécifiques (contrôle de cimentation),
- un test de pompage pour vérifier la teneur en fine de l'eau d'exhaure, pour permettre de réaliser une analyse physico-chimique de réception et une analyse bactériologique adaptée au fluide prélevé. OBLIGATOIRE

L'entreprise fournira un dossier des ouvrages exécutés de l'ouvrage qui comprendra :

- la localisation du point en coordonnées GPS au minimum
- les caractéristiques géologiques, hydrogéologiques et techniques synthétisées sur une coupe
- le compte-rendu des essais de pompage (Voir la Directive Technique relative aux Essais de pompages 1.2.1 DIT6)
- la copie du cahier de chantier avec le relevé des opérations et des matériaux mis en œuvre au jour le jour
- les certificats d'origine des matériaux et matériels employés
- une notice d'emploi et d'entretien pour les matériels mis en place.

⁵ **Diagraphie** - Enregistrement continu des caractéristiques physiques (résistivité électrique, polarité, température, diamètre du trou,...) d'un forage

Les cuttings, clairement repérés et identifiés, seront remis au maître d'ouvrage.

Le forage dans l'attente d'un équipement de production sera équipé d'un capot de protection en acier avec un cadenas résistant aux intempéries. Celui-ci peut être étanche ou avec gestion de la qualité bactérienne de l'air (filtre). Cette période inerte de l'ouvrage doit être limitée au strict minimum pour permettre un renouvellement de la colonne d'eau.

ARTICLE 3.4 Calendrier souhaité des opérations

- aménagement du site, amené du matériel et installation :	1 semaine
- amenée et repli :	1 semaine
- foration et équipement de la chambre de pompage (0 à 35 m)	1 semaine
- foration et équipement de la chambre de captage (35 à 70 m)	1 semaine
- développement par air-lift et par pompage	0,5 semaine
- pompages d'essais (paliers et en continu)	1,5 semaine
- contrôles avant réception provisoire	1 semaine
<hr/>	
Temps total des travaux :	≈ 7 semaines

ANNEXE : EXEMPLE DE BORDEREAU ESTIMATIF DES PRIX UNITAIRES

N° prix	Désignation des opérations	Unité / quantité	P. U. (Gde HT)	TOTAL (Gde HT)
1	Installations et déplacements :			
1.1	Amenée générale et repli du matériel et du personnel sur le site de forage	forfait / 1		
1.2	Mise en place sur le site de forage	forfait / 1		
2	Forage de reconnaissance :			
2.1	Foration rotary boue des terrains de 0 à 70 m au diamètre 16''	ml / 80		
3	Equipement du forage de reconnaissance			
3.1	Fourniture et installation d'un pré-tubage de tête (3 m)	ml / 3		
3.2	Fourniture et installation d'un tubage plein PVC de 0 à 35 m au diamètre 282 / 311 mm	ml /		
3.3	Fourniture et installation du tubage crépiné PVC de 35 à 70 m au diamètre 282 / 311 mm	ml /		
3.4	Cimentation sous pression	m ³ /		
3.5	Attente prise cimentation	forfait / 1		
3.6	Gravier / massif filtrant Ø 1 – 3,5 mm	m ³ /		
3.7	Fourniture et pose d'un système de largage et de 4 centreurs	forfait / 1		
3.7	Dalle béton 3 m ² (coffrage)	unité / 1		
3.8	Couvercle de fermeture acier cadernassé	unité / 1		
4	Développement air-lift			
4.1	Fourniture et pose système double colonne avec compresseur	h / 1		
4.2	Heure avec force motrice	h / 20		
5	Enlèvement des déblais et remise en état des lieux	unité /		
6	Mise à disposition machine en cours du forage, avec force motrice / heure d'attente décision hydrogéologue / Maître d'ouvrage	h /		
7	Mise à disposition machine (à l'arrêt, sans force motrice) en l'attente de l'interprétation des données	jours /		
8	Compte-rendu des travaux			
9	Rebouchage en cas de forage sec			
10	Essais par paliers de 4 débits ($Q_{\text{final}} \geq 100 \text{ m}^3/\text{h}$) avec enregistrement des niveaux			
10.1	Fourniture et pose d'un groupe de pompage de 100 m ³ /h (pompe, groupe électrogène, conduite de refoulement, moyens de mesure)	h / 1		
10.2	Essais de débit : heure avec force motrice	h / 4		
10.3	Essais de débit : heure sans force motrice	h / 3		
11	Essai de nappe par pompage en continu (48 h) au débit critique et suivi de la remontée (6 h)			
11.1	Essai de nappe : heure avec force motrice	h / 48		
11.2	Essai de nappe : heure sans force motrice	h / 6		
11.3	Nivellement précis, suivi et enregistrement des niveau sur 5 points de mesure (forage de reconnaissance compris)			
12	Enregistrement en continu des paramètres de forage (option)			
TOTAL Hors.TCA. en Gde des travaux de forage				