



PROJET PODOR 2025

Village de Niangue Diéri (Sénégal)

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

**Lot 1 : Création du forage captant la nappe du Continental
Terminal et équipement du forage**

AOUT 2025

SOMMAIRE

II. CADRE GENERAL ET OBJET DE LA CONSULTATION	3
III. LISTE DES INTERVENANTS	4
A. MAITRE D'OUVRAGE MAITRE	4
B. ASSISTANCE A MAITRISE d'OUVRAGE.....	4
IV. PLANNING PREVISIONNEL DU PROJET	4
V. DOSSIER DE CANDIDATURE	4
VI. REGLES DE CONCEPTIONS ET OBLIGATIONS DE RESULTATS.....	5
VII. LIMITES DE PRESTATIONS DE L'ENTREPRISE	5
A. PRESTATIONS A LA CHARGE DE L'ENTREPRISE	5
B. PRESTATIONS NON COMPRISES.....	6
VIII. SITUATION DES TRAVAUX.....	6
IX. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	7
A. CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	7
B. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	8
X. PRESCRIPTIONS GENERALES.....	8
A. NORMES EN VIGUEUR	8
B. COMPETENCES ET CERTIFICATIONS.....	8
C. ASSURANCES.....	8
XI. MATERIELS ET MATERIAUX.....	9
XII. DESCRIPTION DES TRAVAUX ET PHASAGE D'INTERVENTION	9
A. DESCRIPTION GENERALE.....	9
B. PHASE 1 : ÉTUDES D'EXECUTION	10
C. PHASE 2 : PREPARATION DE CHANTIER.....	10
1. Déclaration préalable au titre de la réglementation (autorités).....	10
2. Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT)	10
3. Implantation générale de l'ouvrages à créer.....	10
4. Visite du site préalable à la remise de l'offre	11
5. Utilités.....	11
6. Sécurité et environnement	12

D.	PHASE 3 : CREATION DU FORAGE	13
1.	Coupe technique prévisionnelle	13
2.	Forage de Niangue Diery	14
E.	NETTOYAGE ET DEVELOPPEMENT DES FORAGES.....	15
F.	DESINFECTION DES FORAGES	16
XIII.	RECEPTION DES TRAVAUX	17
A.	Phase administrative	17
B.	Phase réception.....	17

FIGURES :

Figure 1: Localisation point d'implantation forage Niangue Diéri (Source : Rapport d'étude géophysique en vue de l'implantation d'un forage d'eau à Niangue Diéri -Podor-2025)..... 6

Figure 2 : Extrait de la carte géologique du Sénégal au 1/500 000, feuille Nord-Ouest (Pasmi,2009). Le site investigué est représenté par le point en vert. 7

Figure 3 : Coupe géologique synthétique de la vallée du fleuve Sénégal (Source, Carte géologique du Sénégal au 1/200'000, feuille Matam)..... 7

Figure 4 : Coupe technique prévisionnelle du forage à créer..... 13

ANNEXES :

Annexe 1 : Étude géophysique en vue de l'implantation d'un forage d'eau à Niangue Diéri (Podor)

Le présent document et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite à la suite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager l'association Or'eau.

L'entreprise s'engage à respecter le présent cahier des charges.

I. CADRE GENERAL ET OBJET DE LA CONSULTATION

Dans le cadre d'un projet de création d'une infrastructure hydraulique complète pour le village Ndiague Diéri et les villages voisins, l'association Or'eau souhaite étudier la faisabilité de mise en oeuvre d'un forage d'eau potable afin de satisfaire aux besoins de ces populations.

Dans ce contexte l'association a sollicité dans un premier temps l'université de Thiès afin d'étudier les caractéristiques hydrogéologiques du sous-sol par prospection géophysique en vue de l'implantation d'un forage. Cette étude a mis en évidence la pertinence du projet à partir de l'exploitation de la nappe du Continental Terminal.

Le présent CCTP relatif au lot n°1 concerne exclusivement la création du forage d'eau potable et l'équipement de cet ouvrage captant exclusivement la nappe du Continental Terminal. Les travaux de réalisation du château d'eau de raccordements à la chambre de pompage et d'aménagement du réseau d'AEP sont intégrés au lot géothermie n°2.

Ainsi, sous la Maîtrise d'Ouvrage de l'association Or'eau, de la Maîtrise d'œuvre à travers la cellule technique de l'association, la présente consultation a pour objectif la réalisation du forage d'eau potable.

Ce cahier des charges a pour objet les principales opérations suivantes :

- Étape 1 : Préparation du Chantier ;
- Étape 2 : Création du forage la nappe du Continental Terminal
 - Mise en oeuvre de pompages d'essai par paliers de débit croissant permettant de caractériser l'ouvrage créé ;
 - Mise en oeuvre d'essai de pompage de longue durée permettant de caractériser les caractéristiques de la nappe.
 - Réalisation d'une analyse d'eau souterraine en vue d'évaluer la qualité de l'eau
 - Réalisation de diagraphies caméra pour la réception des travaux.

Dans le cadre de la consultation, l'entreprise devra solliciter le Maitre d'Ouvrage pour organiser une visite du site afin de prendre connaissance du contexte dans lequel se feront les travaux. Cette visite permettra aux entreprises de définir ses conditions d'intervention et d'ajuster au mieux sa proposition financière en tenant compte des contraintes d'accès et de protection.

Le CCTP a pour objet de définir les travaux, leurs modalités d'exécution et leurs conditions de réalisation. Il n'a aucun caractère limitatif. En conséquence, il demeure contractuellement convenu que, moyennant le prix porté, l'entreprise devra l'intégralité des travaux nécessaires au complet et parfait achèvement des ouvrages, en conformité avec les plans, les règles de l'Art, la réglementation et les normes contractuellement réputées connues.

II. LISTE DES INTERVENANTS

A. MAITRE D'OUVRAGE MAITRE

MAITRE D'OUVRAGE	Adresse	Contact référent	Coordonnées
Association Or 'Eau	France	+33760414179	contact@or-eau.fr

B. ASSISTANCE A MAITRISE d'OUVRAGE

AMO	Adresse	Contact référent	Coordonnées
Lamine GUEYE	France	+33769216060	gueyelaminecoura@gmail.com

III. PLANNING PREVISIONNEL DU PROJET

Les travaux se dérouleront de la manière suivante :

- 1er temps : Préparation du chantier ;
- 2nd temps : Création du forage de l'ouvrage et de l'équipement de cet ouvrage
- 3e temps : Réalisation des différents essais de pompage et des diagraphies de réception.

L'entrepreneur fournira un planning prévisionnel détaillé des travaux à réaliser et son délai d'intervention. L'entrepreneur précisera dans son planning :

- La date de démarrage et de fin du chantier ;
- La description détaillée selon les étapes présentées ;
- Les horaires journaliers et hebdomadaires de fonctionnement du chantier ;
- Les délais d'approvisionnement en matériels et fournitures du chantier.

Le planning qui sera proposé par l'Entreprise devra être cohérent et sera engageant. Il est souhaité une intervention dès que possible à la fin de la saison des pluies précisément en 2025.

IV. DOSSIER DE CANDIDATURE

- Dans le cadre de sa réponse, il est demandé à l'entreprise de fournir à minima :
- Une présentation de l'entreprise ;
- Un état de son chiffre d'affaires annuel et de ses moyens humains et matériels ;
- Une liste de références de projets similaires ;
- Un programme détaillé des travaux par phase ;
- Un planning prévisionnel des travaux (date de commencement et durée des travaux) ;
- Une note de qualité, sécurité et environnement propre au chantier.

V. REGLES DE CONCEPTIONS ET OBLIGATIONS DE RESULTATS

Le présent CCTP a pour objet de préciser les principes conceptuels du forage d'eau, ainsi que les dispositions générales auxquelles doivent satisfaire cet ouvrage à réaliser pour atteindre l'objectif d'exploitation de la future à un débit **50 m³/h** captant la nappe du Continental Terminal.

Ainsi, l'Entreprise devra :

- Attirer l'attention du Maître d'Oeuvre sur l'éventuelle inadéquation de certains principes ou dispositions générales proposés, du fait de la nature ou de la destination de l'ouvrage à réaliser ;
- Vérifier les études de conception et d'exécution du second lot (Château d'eau et réseau d'eau potable) pour confirmer que les dispositions proposées permettent d'atteindre l'objectif attendu pour les installations en termes de performance et de régulation.

L'Entreprise doit les travaux de son Marché, conforme aux normes en vigueur et aux règles de l'Art. L'Entreprise doit les travaux nécessaires à la bonne réalisation de l'ouvrage et à son fonctionnement performant au débit d'exploitation attendu.

Il appartient à l'Entreprise de réaliser ses propres études d'exécution en définissant les dimensionnements à prévoir pour l'atteinte des objectifs d'exploitation.

VI. LIMITES DE PRESTATIONS DE L'ENTREPRISE

Les limites de prestation figurant dans les paragraphes ci-après sont données à titre indicatif, afin de signifier à l'entreprise les principes de leurs limites d'intervention.

A. PRESTATIONS A LA CHARGE DE L'ENTREPRISE

De manière générale, les prestations comprennent :

- Les démarches administratives pour réaliser ce type d'ouvrage
- La rédaction d'un Plan de Prévention (le cas échéant) et d'une visite commune au préalable du début des travaux ;
- La déclaration de l'ouvrage auprès des services publiques (DGPRE ; OFOR)
- L'aménagement des installations de chantier (y compris plateforme de forage) ;
- La mise en sécurité du chantier (chantier clos sans qu'aucune personne étrangère au chantier ne puisse pénétrer dans la zone de travail) ;
- La fourniture et le transport sur site de tous les matériaux et matériels nécessaires à la bonne exécution des travaux ;
- L'implantation, la réalisation, l'équipement et la mise en essais du selon les prescriptions du présent CCTP en respect des normes en vigueur ;
- La gestion des déchets inhérents au chantier (Cuttings, boues, eaux, plastiques, ...) ;
- La remise en état du site ;
- La réalisation du Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE).

B. PRESTATIONS NON COMPRIS

De manière générale, les prestations non comprises au lot forage sont :

- Le choix de l'implantation de l'ouvrage ;
- Le choix de la profondeur du forage et des caractéristiques générales de son équipement ;
- Le choix des débits de pompage pour les essais par paliers et de longue durée ;
- Le dimensionnement du ou des ouvrages à réaliser ;
- La réalisation de la chambre de forage avec réservations pour les tubes et les fourreaux électriques de raccordement au local technique ;

VII. SITUATION DES TRAVAUX

Le Village de Niangue Diéri est situé dans la région de Saint-Louis, dans le département de Podor au nord du Sénégal.

Les principales informations géographiques du projet sont résumées ci-après :

- Arrondissement : Thille Boubacar
- Accessibilité du site : via la nationale 2 (N2)

L'Entreprise de forage devra préciser lors de la visite et dans son offre les conditions nécessaires à l'accès de ses engins de chantier. Si l'accessibilité semble contraignante, l'entreprise devra proposer deux solutions afin de faciliter le cheminement jusqu'à la zone de travaux.

- Contexte géographique : Ce site est bordé à l'est par le fleuve.
- Carte de situation générale (implantation de l'ouvrage) en FIGURE 1 ;

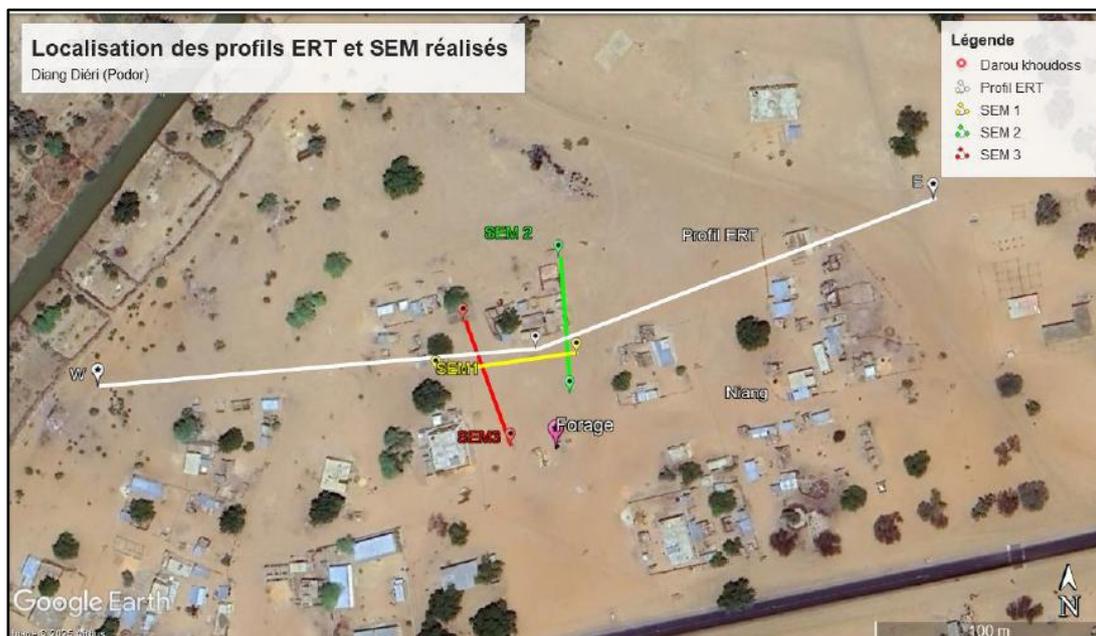


Figure 1: Localisation point d'implantation forage Niangue Diéri (Source : Rapport d'étude géophysique en vue de l'implantation d'un forage d'eau à Niangue Diéri -Podor-2025)

VIII. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

A. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Les terrains affleurant dans la zone étudiée sont constitués des sables dunaires du Quaternaire (notés D sur la carte). Sous le Quaternaire arrive la formation du Saloum datant du Miocène. Elle est constituée de grès bioturbés et d'argiles kaoliniques (notées m). Cet ensemble repose sur la formation Eocène constituée d'argiles et de marnes blanches à attapulгите (e4b). Vers le Nord du site nous avons les formations alluviales (F2) qui datent du Quaternaire (Holocène). Ces formations, situées sur le lit majeur du fleuve Sénégal, sont essentiellement formées par des sables fluviaux récents (Figure 2).

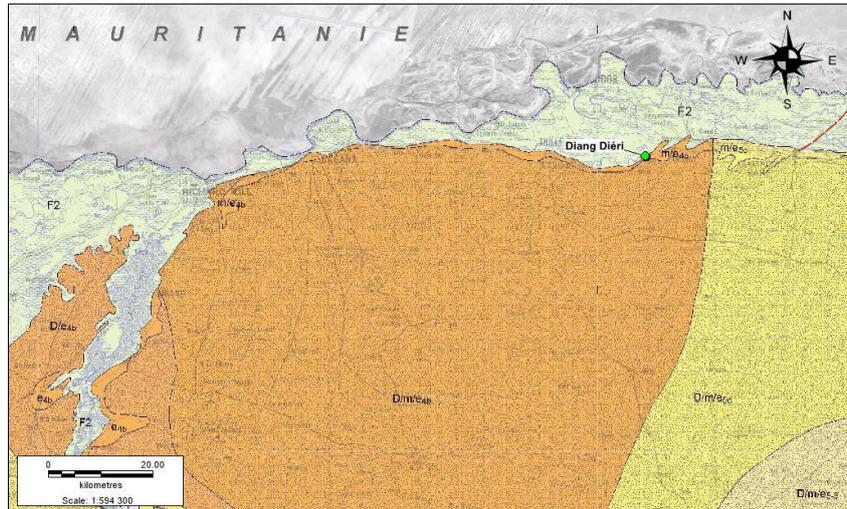


Figure 2 : Extrait de la carte géologique du Sénégal au 1/500 000, feuille Nord-Ouest (Pasm, 2009). Le site investigué est représenté par le point en vert.

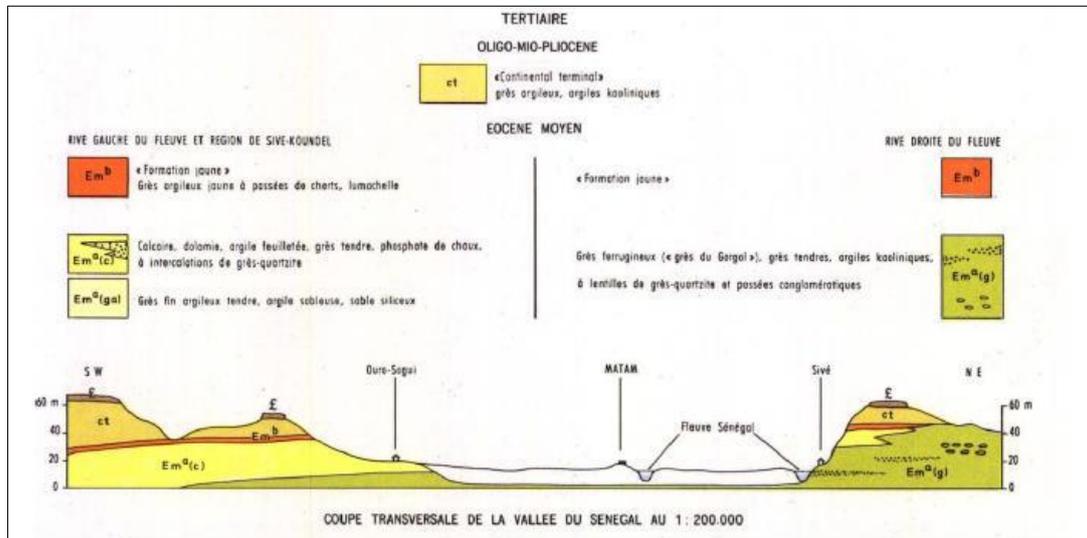


Figure 3 : Coupe géologique synthétique de la vallée du fleuve Sénégal (Source, Carte géologique du Sénégal au 1/200'000, feuille Matam)

B. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Au fur et à mesure que l'on s'approche du lit majeur du fleuve Sénégal, l'érosion des formations sous-jacentes est de plus en plus marquée. Les formations Quaternaires à l'affleurement reposent par endroits directement sur du Maastrichtien, à la suite de l'érosion des formations, Oligo-Mio-Pliocène, Éocène et Paléocène.

Du point de vue hydrogéologique, le secteur investigué présente trois (3) systèmes aquifères.

Nous avons : Le système aquifère superficiel regroupant les formations sableuses du Quaternaire, du Continental Terminal et l'alluvionnement du fleuve. Cet aquifère est capté par les puits à une vingtaine de mètres de profondeur : il est généralement peu productif pour un forage dans la zone. Le système aquifère intermédiaire occupant les formations calcaires de l'Eocène parfois en continuité avec les aquifères supérieurs.

- Le système aquifère profond ou Maastrichtiens formés de sables, sables argileux, grès, argiles sableuses et argiles. Cet aquifère productif dans la zone est capté par la beaucoup de forages villageois à des profondeurs très variables et avec généralement de bonnes caractéristiques hydrodynamiques.

IX. PRESCRIPTIONS GENERALES

A. NORMES EN VIGUEUR

Les travaux de forage devront être exécutés suivant les règles de l'Art et conformément aux normes en vigueur, dont le code de l'eau du Sénégal (**Loi n° 81-13 du 4 mars 1981 portant Code de l'Eau**).

Les travaux de forage devront être réalisés en conformité à toutes les normes de sécurité et dans le respect des réglementations en vigueur. L'entreprise doit mettre en place tous les dispositifs assurant la sécurité du chantier, de ces compagnons mais également des compagnons travaillant autour, des civils et de l'environnement.

Les livraisons ne devront pas se faire sur la voie publique sauf autorisation exceptionnel de la MOA sous validation de l'AMO.

B. COMPETENCES ET CERTIFICATIONS

Conformément au Code de l'eau du Sénégal (**Loi n° 81-13 du 4 mars 1981 portant Code de l'Eau**), l'entreprise devra justifier des qualifications requises pour réaliser les travaux.

L'entreprise garantira l'exécution des travaux conformément au cahier des charges, aux règles de l'Art en vigueur, à la réglementation et les normes contractuellement réputées connues.

C. ASSURANCES

Les entreprises de forages devront être couverts par une assurance destinée à réparer tout dommage ou tout ensemble de dommages causés à des tiers. Aussi, l'entreprise de forage devra justifier que son contrat d'assurance respecte bien les prescriptions du présent CCTP.

X. MATERIELS ET MATERIAUX

L'entreprise s'attachera à utiliser un matériel en bon état de marche, entretenu et vérifié périodiquement et conforme aux normes de sécurité et aux réglementations en vigueur en matière de sécurité, d'environnement, de pollution et de bruit. En cas de non-respect de ces points, le Maître d'ouvrage et l'AMO pourront arrêter le chantier le temps de la mise en conformité. De même, le choix du matériel se fera en adéquation avec les travaux envisagés décrits dans le présent CCTP.

Les matériaux, matériels et leurs revêtements éventuels doivent être en adéquation avec les travaux de forages sur aquifères. Ils ne doivent pas être susceptibles d'altérer les qualités physiques, chimiques ou organoleptiques des eaux souterraines. Un mauvais choix engagera la responsabilité de l'entreprise et le changement de matériel demeurera à sa charge.

Dans tous les cas, une fiche mentionnant les caractéristiques techniques devra être fournie dans le mémoire du candidat. L'entreprise proposera des matériaux offrant le maximum de garanties contre les risques de corrosion, de rupture et d'écrasement des tubes et des équipements immergés. Il indiquera dans ce but dans son mémoire le type de raccord, les caractéristiques physiques (résistance à l'écrasement et à la traction, poids) et dimensionnelles (diamètres intérieurs, extérieurs) des tubes qu'il compte employer.

XI. DESCRIPTION DES TRAVAUX ET PHASAGE D'INTERVENTION

A. DESCRIPTION GENERALE

L'objectif des travaux est de réaliser un forage d'eau potable désigné FP1 à l'emplacements indiqué sur le plan d'implantation prévisionnelle en FIGURE 1, et permettant de capter la nappe du Continental Terminal à un débit d'environ 50 m³/h maximum.

L'Entreprise de forage réalisera les travaux en suivant la chronologie détaillée ci-après.

- Étape 1 : Préparation du chantier ;
- Étape 2 : Création du forage

Mise en oeuvre d'un pompage d'essai par paliers de débit croissant permettant de caractériser l'ouvrage créé ;

Réalisation d'une diagraphie caméra pour la réception des travaux.

- Étape 3 : Equipement du forage

La méthodologie retenue par l'Entreprise de forage sera obligatoirement conforme code de l'eau du Sénégal (**Loi n° 81-13 du 4 mars 1981 portant Code de l'Eau**).

Le programme d'intervention décrit dans le présent chapitre est donné à titre de référence. L'Entreprise, selon ses moyens techniques et sa méthodologie, peut apporter toutes adaptations et propositions sous les conditions suivantes :

- Se conformer au respect de la Norme précitée ;
- Justifier de son phasage et de son planning par une note méthodologique appropriée.

Toutes propositions d'adaptation devront être validées par la MOE et l'AMO.

Si au cours du chantier, le titulaire se trouvait dans l'incapacité de terminer le forage commencé (matériel en panne, forage dévié, affaissement de terrain, équipement détérioré lors de la mise en place, etc.), il devra en aviser aussitôt le Maître d'Ouvrage et l'AMO qui se réservent le droit de faire exécuter un forage de

remplacement à proximité de l'ouvrage qui devra être **abandonné et comblé dans les règles de l'Art et conformément à la réglementation, et ce à la charge du titulaire.**

Le titulaire s'engage à mettre en sécurité son chantier et à affecter du personnel possédant les qualifications requises pour effectuer tous les travaux demandés.

Le titulaire doit informer le maître d'ouvrage de toute anomalie susceptible d'empêcher le bon déroulement des travaux ou de l'exploitation de l'installation.

Le titulaire doit laisser les lieux propres pendant et après l'exécution de ses prestations.

B. PHASE 1 : ÉTUDES D'EXECUTION

Dans le cadre des travaux et ce avant le démarrage, le titulaire devra transmettre à la Maîtrise d'oeuvre un dossier d'exécution présentant l'ensemble des documents décrivant les matériaux, techniques et matériels qui seront utilisés dans le cadre de ce chantier, le dossier comprendra également un planning de chantier, un volet administratif et réglementaire, entre autres :

- Un planning d'intervention faisant apparaître la date de démarrage du chantier et la durée d'intervention découpé selon les différentes phases ;
- Les démarches administratives (demande de voiries, démarche municipale, etc.) ;
- Les références et les CV des personnes attirées au chantier ;
- Un plan d'installation de chantier où figurera la machine, la zone de stockage, les bennes, le petit matériel, les zones à neutraliser pour le bon déroulement et la bonne circulation des engins ;
- Les fiches techniques des matériaux et substances utilisés (acide, tubage acier, tubage PVC, etc.)
- La fiche technique de la machine qui sera utilisée ;
- Les caractéristiques techniques des têtes de forages ;
- La liste des intervenants et l'organigramme.

C. PHASE 2 : PREPARATION DE CHANTIER

1. *Déclaration préalable au titre de la réglementation (autorités)*

L'Entreprise titulaire s'assurera, d'avoir réalisé la déclaration 15 jours avant le commencement des travaux.

2. *Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT)*

Avant le démarrage des travaux, l'entreprise de forage aura à sa charge les déclarations afin de s'assurer de l'absence de réseaux existants de manière conjointe par ses propres moyens.

En cas de dégradation d'un réseau existant, l'entreprise de forage devra sa réfection sur la partie endommagée et devra s'assurer de son bon fonctionnement une fois la réparation réalisée. Un test des réseaux devra être réalisé dont les résultats seront à transmettre à la MOE et l'AMO.

Les résultats des détections de réseaux devront être discutés avec le maître d'ouvrage qui suit les travaux afin d'affiner le positionnement des forages si besoin.

3. *Implantation générale de l'ouvrages à créer*

L'implantation prévisionnelle de l'ouvrage est présentée en FIGURE 1.

La position X, Y et Z exacte de l'ouvrage devra être piquetée par un géomètre à la charge de l'entreprise.

A titre indicatif, les coordonnées prévisionnelles du forage sont les suivantes :

Forage Niangue Diery :

Coordonnées UTM (m)
X = 509143
Y = 1825688

4. Visite du site préalable à la remise de l'offre

L'Entreprise devra avant la remise de son offre, venir sur site afin d'évaluer les contraintes d'accès et d'installation du chantier afin de les prévoir dans sa réponse (chiffrage et descriptif des aménagements nécessaires). Le candidat contactera le Maître d'Ouvrage ou son représentant au moins 3 jours ouvrés avant sa visite.

À la remise de l'offre, l'entreprise est réputée s'être rendu sur le site du chantier pour connaître les dispositions des lieux, les possibilités d'accès, les moyens qu'il doit engager pour les installations de chantier, les disponibilités en utilités suivant les contraintes imposées par la Maîtrise d'Ouvrage (fournitures en énergie et en eau), les servitudes dues à l'environnement, les modalités d'évacuation des eaux, etc.

Lors de la visite sur site il faudra impérativement prendre en compte l'ensemble des contraintes liées à la circulation des engins et au dépôt de matériel.

Aucune plus-value afférente à l'organisation du chantier ou aux contraintes foncières et d'accessibilité ne sera alloué.

5. Utilités

L'entreprise devra se rendre sur place pour juger des éventuelles difficultés d'installation et d'exécution, de telle sorte que les difficultés liées au site et qui n'auraient pas été détaillées de manière exhaustive, lui sont réputées connues. Tous les aménagements qu'il jugera utile pour accéder au site seront à sa charge, notamment en ce qui concerne :

- L'aménagement des accès ;
- L'aménagement d'une plateforme de forage, de locaux de chantier, de stockage des matériels, matériaux et boues de forage ;
- La clôture par des barrières ou à défaut la signalétique de sécurité du chantier par de de la rubalise ;
- Les zones de stockages des matériels et matériaux et tous produits chimiques ou combustibles sont de l'entière responsabilité de l'Entreprise ;
- Les signalisations à destination des ouvriers, des visiteurs et des occupants des lieux, qui devront communiquer de manière précise et claire les conditions de tenue du chantier vis-à-vis de la sécurité, de l'environnement, de la qualité et de l'hygiène ;

L'entreprise devra prévoir :

- **Énergie :**
 - Base : L'Entreprise précisera ses besoins en énergie auprès de la maîtrise d'oeuvre et conviendra si un raccordement à des installations existantes est possible, et pour obtenir les accords préalables. Le sujet devra être abordé lors de la visite du site ;

- *En option* : L'Entreprise de forage chiffrera la fourniture en énergie par ses propres moyens.

- **Eau :**

- Pour les travaux : L'Entreprise utilisera une citerne autonome pour ses besoins en eau lors des travaux de foration ;

- **Évacuation / rejet des eaux :**

Les eaux des travaux de forages et/ou celles issues du développement, chargées en fines, seront évacuées. Si les eaux claires du développement présentent un pH neutre (mesures via des bandelettes de test), celles-ci pourront être évacuées au droit d'une zone identifiée au préalable en accord avec le maître d'ouvrage.

Les eaux des pompages d'essai seront évacuées au droit d'une zone identifiée au préalable en accord avec le maître d'ouvrage.

Cette information devra être confirmée avant le début des travaux.

L'entreprise de forage aura à sa charge l'ensemble des démarches administratives afin d'obtenir les autorisations de rejet nécessaire pour la mise en oeuvre des différents pompages de développement et d'essais. Ces autorisations devront être communiquées à la MOE et l'AMO au moins une semaine avant le démarrage du chantier. Aussi, dans la mesure où une redevance serait imputée, l'entreprise s'acquittera de celle-ci.

- **Évacuation des déblais de forage :**

Les déblais de forages ne pourront pas être laissés sur site à la fin des travaux. L'entreprise chiffrera l'évacuation des déblais de forages par ses propres moyens.

6. Sécurité et environnement

Dans l'objectif de remettre une offre complète comprenant les mesures et moyens nécessaires au respect des impératifs de sécurité et d'environnement, l'entreprise devra s'assurer de posséder :

- De toutes les indications pour les compagnons, les civils et les occupants des lieux, qui informeront de manière précise et claire les conditions de tenue du chantier vis-à-vis de la sécurité, de l'environnement, de la qualité et de l'hygiène ;
- Des mesures nécessaires vis-à-vis des premiers secours (personnel et équipements) ;
- Des protections de chantier nécessaire pour éviter toute pollution de l'eau, de l'air ou du sol : dispositifs de stockage des produits potentiellement polluants (graisse, huile, essence, diesel, dégraissant, etc.) et moyens d'évacuation des déchets de forage ou plus largement du chantier ;
- Des dispositions particulières vis-à-vis de la protection du site et de son environnement, en apposant des bâches plastiques ou autres moyens de recueillement sous les équipements hydrauliques et les cuves à hydrocarbures. Les voiries empruntées devront être maintenues propre et circulaire tout au long du chantier. Un nettoyage journalier de la zone de chantier et des abords (particulièrement des zones de passage des occupants du site) devra être réalisé avant le démarrage et à l'arrêt des travaux. A l'arrêt des travaux, une attention toute particulière sera portée à la mise en sécurité du chantier et de ses abords ;
- L'ensemble des dommages effectués sur la parcelle par l'entreprise ou ses fournisseurs au cours du chantier devront être réparés après le retrait des installations de chantier ;
- Le balisage pour la mise en sécurité du chantier devra rester intact durant toute la durée du chantier.

D. PHASE 3 : CREATION DU FORAGE

Pour les travaux de forage et les pompages d'essai, l'Entreprise de forage se conformera au code de l'eau du Sénégal (**Loi n° 81-13 du 4 mars 1981 portant Code de l'Eau**) et aux prescriptions générales applicables aux activités de forage d'eau.

Toutes adaptations seront soit mentionnées dans la proposition de l'Entreprise, soit l'objet d'une demande de l'Entreprise et d'un accord préalable du Maître d'Ouvrage ou, par délégation, de son représentant.

1. Coupe technique prévisionnelle

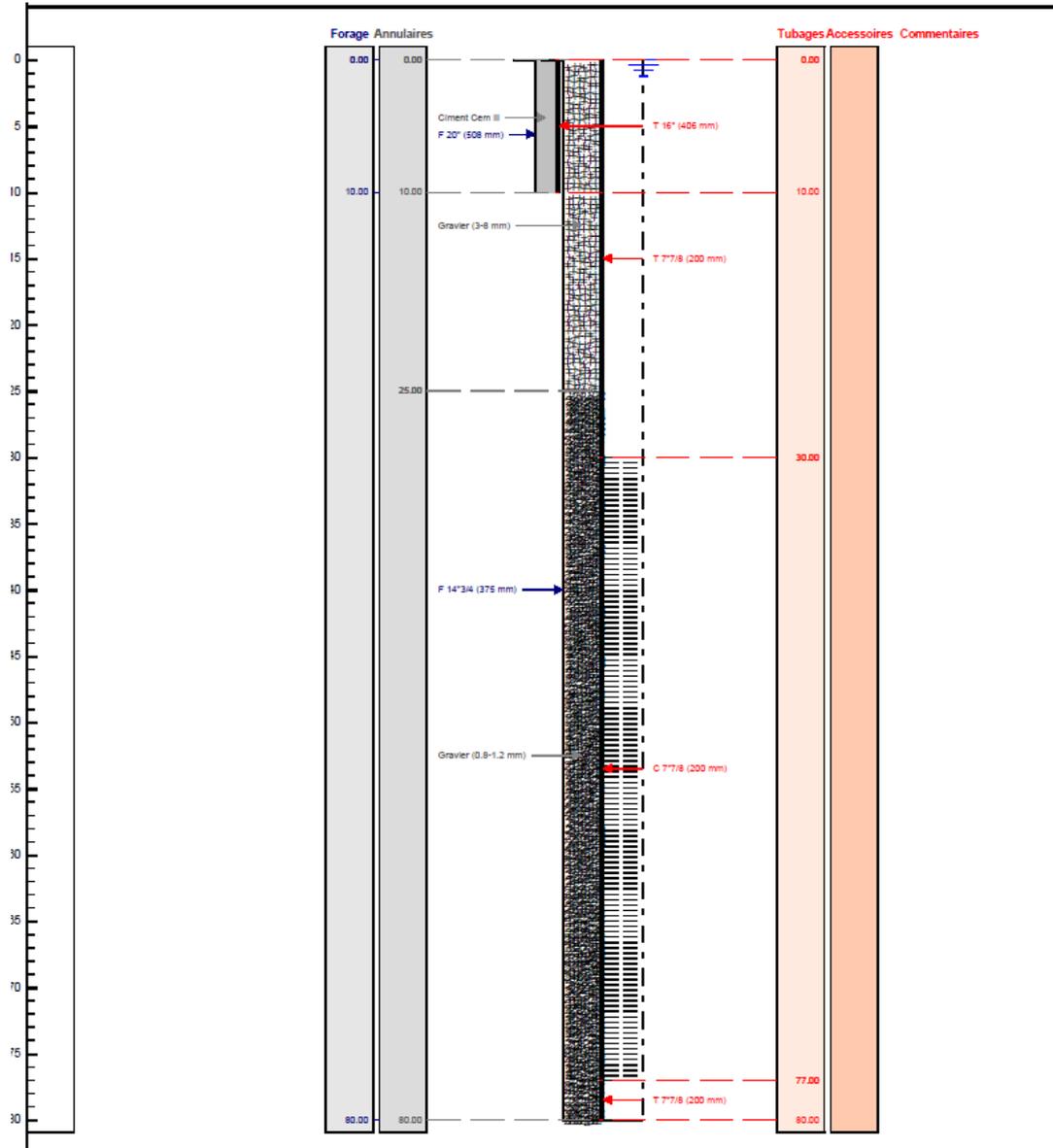


Figure 4 : Coupe technique prévisionnelle du forage à créer

2. Forage de Niangue Diéri

L'Entreprise devra procéder à la réalisation d'un forage, suivant la méthode rotary, avec tricônes conventionnels. Le fluide d'injection sera une boue à la bentonite ou à base d'un produit organique de même efficacité. L'eau claire ou l'air ne seront utilisés qu'aux risques et périls de l'entreprise, excepté en cas de forages en perte totale dans les calcaires et sous la condition que les terrains supérieurs soient protégés ou soient constitués de terrains durs gréseux ou calcaires.

L'emploi de tout autre procédé de forage ne sera autorisé qu'à la condition qu'il procure les mêmes avantages que le procédé rotary et après avis du maître d'ouvrage.

La méthode de travail à suivre devra permettre dans tous les cas :

- L'exécution un ou plusieurs diagraphies, à la demande du maître d'ouvrage ;
- Le choix l'aquifère à capter, en fonction de la coupe du terrain, de la vitesse d'avancement et ou des résultats des diagraphies ;
- La livraison du forage dans les conditions de réception fixées dans le présent CCTP.
- L'atteinte de la profondeur du forage : 80 mètres ;

Les diamètres de forage et d'alésage éventuels seront laissés au choix des Entrepreneurs en fonction des diamètres ou des caractéristiques exigées pour les tubages et leur cimentation pour respecter les profils techniques des forages et surtout l'épaisseur du massif de gravier filtre.

Les diamètres de forage et de tubage devront permettre la mise en place d'une pompe immergée pouvant exploiter la nappe du Continental Terminale à un débit maximale de 50 m³/h. Il devra laisser une marge suffisante pour la mise en place d'équipements nécessaires à la bonne mise en oeuvre des pompes d'essai et futurs équipements de contrôle (type capteur de pression), afin de permettre le rabattement maximal admissible durant les pompes d'essai ;

Le plan de tubage sera monolithique.

La méthodologie de forage pourrait être la suivante :

- Forage en \varnothing 20" à 22" jusqu'à une profondeur de 10m environ ;
- Pose d'un tubage en tôle roulée et soudée de \varnothing 16" d'épaisseur minimum 5mm cimenté sur toute sa hauteur de 0 à 10 m ;
- Forage en \varnothing 14"3/4 de 0 m jusqu'à -80 m.
- Mise en place d'un tube décanteur de 200m de longueur 3m y compris sabot cimenté ou bouchon de fond
- Mise en place de crépine à fente en PVC rigide qualité alimentaire y compris toutes sujétions diamètre intérieur minimum 200mm et d'épaisseur minimum 13mm de -30m jusqu'à +1m
- Pose d'un tube PVC rigide de qualité alimentaire diamètre intérieur minimum 200 mm et d'épaisseur minimum 13 mm de - 30m jusqu'à +1 m au-dessus du sol.
- L'espace annulaire entre les deux cimentations sera comblé avec du gravier de basalte de diamètre 3-8 mm ;
- Mise en place d'un massif filtrant de gravier local calibré, roulé et de granulométrie 0,8 - 1,2mm du fond du trou du forage jusqu'à quelques mètres au-dessus du toit de la nappe captée ou sur une hauteur de -30 à -80m ;
- Remplissage de l'espace annulaire au-dessus du gravier filtre si nécessaire par du gravier de basalte concassé de \varnothing 3- 8 mm jusqu'au sommet du tubage

Précautions à prendre pour les captages

- La longueur des crépines à mettre en place sera d'au moins 20 mètres en principe pour les forages monolithiques en PVC 8'' ;
- La mise en place du gravier additionnel se fera impérativement en circuit continu et sous pression avec une boue légère afin d'obtenir un massif filtrant homogène et d'éliminer les éléments fins.
- L'entreprise de forage échantillonnera les terrains à chaque changement de faciès et au minimum tous les 5 mètres. Les échantillons seront transmis au maître d'ouvrage.
- L'entreprise prendra en charge la remise en état général du chantier. Les déblais de forage ne pourront pas être laissés sur site. L'entreprise chiffrera une évacuation des déblais de forage.
- L'ensemble des matériaux et matériels doivent être en adéquation avec les travaux de géothermie sur nappe. **Ils ne doivent pas être susceptibles d'altérer les qualités physiques et/ou chimiques des eaux souterraines.** Un mauvais choix engagera la responsabilité de l'entreprise et le changement de matériel demeurera à sa charge.
- L'entreprise proposera des matériaux offrant toutes les garanties contre les risques de casse, rupture, écrasement et dégradation des tubes pleins et crépinés. Il est attendu une indication concernant le type de raccord, les caractéristiques physiques (résistance à l'écrasement et à la traction, poids) et dimensionnelles (diamètres intérieurs, extérieurs, slots, % des vides) des tubes et crépines qu'il compte employer. Les tubages cimentés seront en acier et les équipements en PVC.
- Le ciment utilisé devra être **de type CEM III conforme à la norme** dont la nature et les proportions des constituants secondaires devront être indiquées dans le mémoire technique. L'entreprise joindra à son offre la documentation concernant tous les produits dont elle fera usage ainsi que les contraintes de mise en oeuvre. L'entreprise de forage qualifiée doit réaliser une cimentation propre et assurer un remplissage homogène sur toute la hauteur du tube acier. Cette cimentation doit permettre :
 - De préserver la qualité des eaux souterraines en prévenant l'infiltration superficielle de pollutions ou la mise en connexion des nappes ;
 - De préserver la longévité de l'installation.
- Lorsque la réalisation de la cimentation présente des difficultés, l'entreprise de forage qualifiée doit informer la MOE des problèmes rencontrés et présenter les solutions techniques adéquates pour atteindre ses objectifs de cimentation.
- Le programme technique devra être validé par le Maître d'OEuvre, il indiquera les modalités de mise en oeuvre, les volumes prévus du laitier, sa densité (supérieure ou égale à 1,8) et sa classe. Ces paramètres devront aussi être contrôlés lors de la réalisation de cette phase.
- Le temps de séchage de la phase de cimentation devra être de 48 h. La cimentation entre le tubage de l'ouvrage et le trou nu doit avoir une épaisseur minimale de 5 cm.

E. NETTOYAGE ET DEVELOPPEMENT DES FORAGES

Les opérations visant au nettoyage et développement du forage de production (ou de réinjection) se font de manière à ne pas introduire de produits chimiques induisant un risque pour la ressource en eau et ses usages potentiels. Les substances utilisées sont exclusivement des acides et des polyphosphates. Les opérations menées, les méthodes, les matériaux, les substances et volumes employés sont mentionnés au dossier de l'installation. L'entreprise de forage qualifiée doit disposer des fiches de sécurité correspondant aux produits qu'elle utilise.

Le développement des forages sera réalisé de la manière suivante :

- Air-lift (à double colonne) de 10 h avec contrôle du fond de trou, mesure du niveau dynamique et du rabattement en fonction du temps ;
L'équipement pour réaliser l'air lift à l'émulsion doit être adéquat. En particulier pour ce qui est des longueurs de tubes d'air et d'eau et de la puissance du compresseur (pression et débit suffisants). En cas de débit insuffisant pour le bon déroulement de l'air-lift double colonne, l'entreprise devra prévoir la mise en place d'une pompe immergée pour permettre le bon nettoyage de l'ouvrage.
- Pompage de développement pendant 48h minimum à débit progressif jusqu'au débit maximum de 50 m³/h (sous réserve d'une productivité suffisante), puis pompage en marche/arrêt, avec contrôle du fond de trou, mesure du niveau dynamique et du rabattement en fonction du temps, puis à l'issue du pompage ;
- Trois traitements chimiques successifs à l'héxamétaphosphate de sodium sont demandés. L'efficacité de chaque traitement sera appréciée par le résultat du pompage ; le mode d'exécution devra permettre la mesure des niveaux d'eau.
L'Entrepreneur pourra proposer la méthode qui lui semble la mieux appropriée, compte tenu des caractéristiques techniques des forages et de la nature des aquifères captés.

Néanmoins, s'il s'avère que la technique utilisée ne permet pas la réussite de l'opération après constat par le chargé du contrôle. Ce dernier pourra contraindre l'Entrepreneur de mettre en œuvre un procédé plus adéquat. Il lui notifiera sa décision par écrit. A ce titre, l'entrepreneur devra disposer dans ses ateliers de l'appareillage nécessaire pour la mise en œuvre des techniques les plus communes, en particulier développement pneumatique, développement par sur pompage, développement par pistonage, développement par lavage au jet, équipement pour l'injection d'acide, etc...

F. DESINFECTION DES FORAGES

Avant de procéder à la réception provisoire du forage, l'entreprise devra désinfecter le forage au moyen d'une solution chlorée de 3 à 6% agitée à l'air comprimé pendant 30 minutes et laissée au repos pendant six (6) heures au moins.

XII. RECEPTION DES TRAVAUX

A. Phase administrative

La réception des travaux sera réalisée avec le responsable de l'Entreprise adjudicataire en présence du Maître d'Ouvrage.

Les documents suivants seront remis au Maître d'Ouvrage :

- Le protocole de réception, dûment rempli, daté et signé par toutes les parties présentes ;
- Le rapport final de chantier comprenant notamment : La coupe géologique et technique de l'ouvrage créé ;
- Le compte-rendu chronologique des travaux (et notamment les dates d'interventions, et dates / heures de début et de fin des pompages d'essai) ;
- Les descriptifs des opérations de nettoyage et de développement ;
- Les valeurs relevées et celles enregistrées lors des différents pompages ;
- Les résultats des analyses d'eau du laboratoire agréé ;
- Les clichés photographiques que l'entreprise aura pris au cours des travaux et essais et qui permettront d'illustrer le déroulement des travaux.

B. Phase réception

La réception des forages pourra être programmée dès que les différentes étapes mentionnées précédemment auront été réalisées :

- Contrôles :
L'entrepreneur devra réaliser l'ensemble des contrôles demandés dans le présent CCTP et ceux permettant de s'assurer du bon état de l'ouvrage.
- Remise en état du site :
Les abords du chantier seront nettoyés avec soin et tous les résidus de chantier évacués dans une décharge appropriée. Le site devra être rendu dans un état irréprochable, c'est-à-dire tel qu'il a été trouvé avant le démarrage de l'opération. Toute dégradation constatée à l'occasion des réunions de chantier fera l'objet de réparations à la charge de l'entrepreneur.
- Rapport de fin des travaux :
L'entrepreneur remettra au Maître d'ouvrage ou à son assistant un rapport de chantier de type charte qualité ou équivalent et incluant de plus les relevés des pompages, les bons de chantiers, les certificats d'origine des matériaux utilisés ou mis en œuvre.
Cette réception fera l'objet d'un Procès-Verbal écrit et signé par l'ensemble des intervenants. En cas d'identification de réserves, ceux-ci devront apparaître sur l'annexe du PV et l'entreprise s'engagera à réaliser les travaux nécessaires à la levée de ces réserves dans les plus brefs délais.



Rapport d'étude Géophysique

08/06/2025

**Étude géophysique en vue de
l'implantation d'un forage
d'eau à Diang Diéri (Podor)**

Par méthode électrique et électromagnétique

Moustapha Badji et Abbo Mbacké Gueye

Table des matières

1. Introduction	2
2. Cadre géologique et hydrogéologique.....	2
2.1. Cadre géologique.....	2
2.2. Cadre hydrogéologique	3
2.3. Salinité des eaux	4
3. Matériel et Méthode	0
3.1. Matériels.....	0
3.2. Principes de la Tomographie de Résistivité Electrique (ERT).....	1
3.3. Principes du Sondage Electromagnétique (SEM)	1
4. Méthodologie.....	3
5. Résultats obtenus.....	4
5.1. Tomographie de résistivité électrique.....	4
5.2. Sondage électromagnétique (SEM).....	5
6. Interprétation	6
6.1. Profil de tomographie électrique (ERT)	6
6.2. Sondage électromagnétique (SEM)	7
7. Conclusion et recommandations	7

Table des Illustrations

Figure 1 : Extrait de la carte géologique du Sénégal au 1/500 000, feuille Nord-Ouest (Pasm, 2009). Le site investigué est représenté par le point en vert.	2
Figure 2 : Coupe géologique synthétique de la vallée du fleuve Sénégal (Source, Carte géologique du Sénégal au 1/200'000, feuille Matam).....	3
Figure 3 : Dispositif de mesure utilisé pour la réalisation de la tomographie de résistivité électrique (ERT).....	0
Figure 4 : Dispositif utilisé pour la réalisation des sondages électromagnétiques.....	2
Figure 5 : Localisation des profils ERT et SEM réalisés	3
Figure 6 : Profil de tomographie de résistivité électrique (ERT) réalisé sur le site	4
Figure 7 : Sondage électromagnétique SEM1 réalisé sur le site jusqu'à la profondeur de 300m.	5
Figure 8 : Sondage électromagnétique SEM 2 et SEM 3 réalisé sur le site.	6
Tableau 1 : Caractéristiques hydrogéologiques de quelques forages dans la zone d'étude.....	0
Tableau 2 : Coordonnées UTM des profils géophysiques réalisés	3
Tableau 3 : Aquifères probables montrés par l'étude	7
Tableau 4 : Caractéristiques de l'ouvrage recommandé en fonction de la variante choisie	8
Tableau 5 : Localisation du point recommandé pour le forage.....	8

1. Introduction

Le but de cette investigation est d'étudier les caractéristiques hydrogéologiques du sous-sol par prospection géophysique en vue de l'implantation d'un forage d'eau pour l'alimentation en eau potable à Diang Diéri dans le département de Podor.

La prospection s'est faite par combinaison de la tomographie de résistivité électrique (ERT) et du sondage électromagnétique (SEM).

Ce présent rapport donne les résultats obtenus à l'issue de cette étude.

2. Cadre géologique et hydrogéologique

2.1. Cadre géologique

Les terrains affleurant dans la zone étudiée sont constitués des sables dunaires du Quaternaire (notés D sur la carte). Sous le Quaternaire arrive la formation du Saloum datant du Miocène. Elle est constituée de grès bioturbés et d'argiles kaoliniques (notées m). Cet ensemble repose sur la formation Eocène constituée d'argiles et de marnes blanches à attapulгите (e_{4b}).

Vers le Nord du site nous avons les formations alluviales (F2) qui datent du Quaternaire (Holocène). Ces formations, situées sur le lit majeur du fleuve Sénégal, sont essentiellement formées par des sables fluviaux récents (Figure 1).

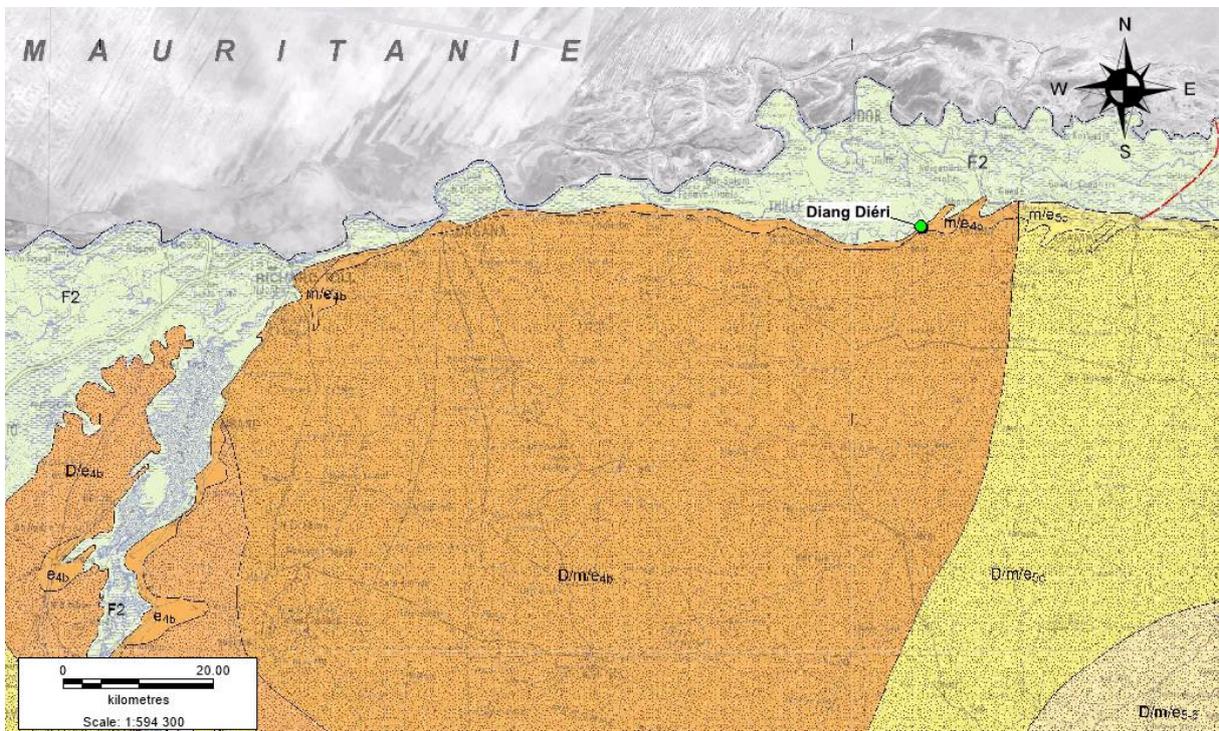


Figure 1 : Extrait de la carte géologique du Sénégal au 1/500 000, feuille Nord-Ouest (Pasm, 2009). Le site investigué est représenté par le point en vert.

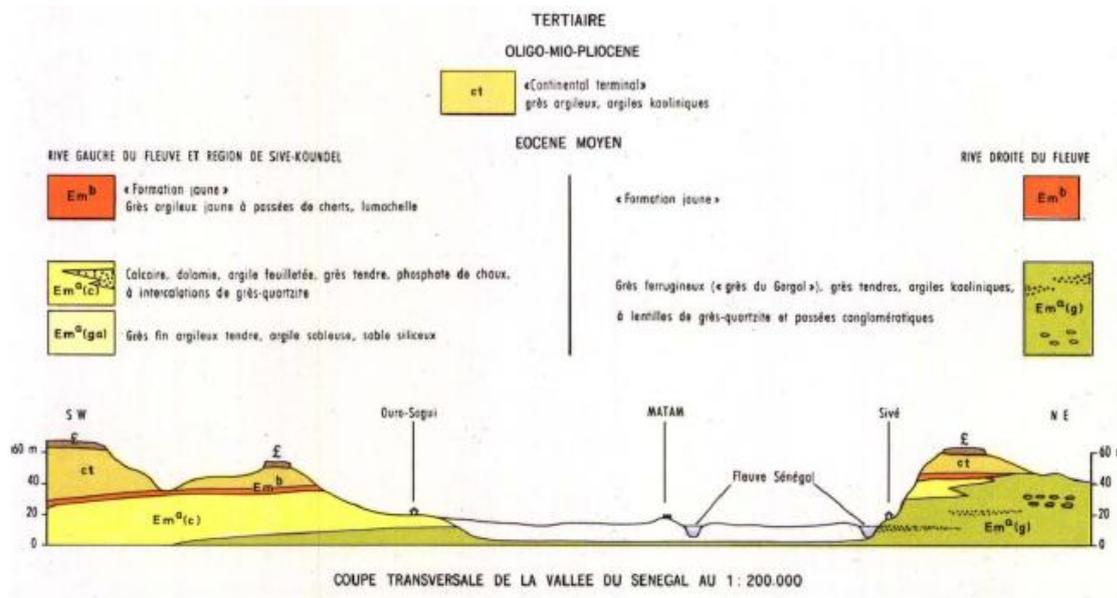


Figure 2 : Coupe géologique synthétique de la vallée du fleuve Sénégal (Source, Carte géologique du Sénégal au 1/200'000, feuille Matam)

Au fur et à mesure que l'on s'approche du lit majeur du fleuve Sénégal, l'érosion des formations sous-jacentes est de plus en plus marquée. Les formations Quaternaires à l'affleurement reposent par endroits directement sur du Maastrichtien, suite à l'érosion des formations, Oligo-Mio-Pliocène, Éocène et Paléocène.

2.2. Cadre hydrogéologique

Du point de vue hydrogéologique, le secteur investigué présente trois (3) systèmes aquifères. Nous avons :

- Le système aquifère superficiel regroupant les formations sableuses du Quaternaire, du Continental Terminal et l'alluvionnement du fleuve. Cet aquifère est capté par les puits à une vingtaine de mètres de profondeur : il est généralement peu productif pour un forage dans la zone.
- Le système aquifère intermédiaire occupant les formations calcaires de l'Eocène parfois en continuité avec les aquifères supérieurs.
- Le système aquifère profond ou Maastrichtiens formés de sables, sables argileux, grès, argiles sableuses et argiles. Cet aquifère productif dans la zone est capté par la beaucoup de forages villageois à des profondeurs très variables et avec généralement de bonnes caractéristiques hydrodynamiques.

2.3. Salinité des eaux

La nappe phréatique présente dans les sables dunaires offre généralement une eau de bonne qualité (eau douce), sauf dans les vallées envahies par le biseau salé. Le site investigué se situe dans une zone présentant une eau de qualité bonne à moyenne présence depuis la surface occupée par le CT jusqu'au Maastrichtien (comme en témoigne l'eau du mini-forage de 20m sur le village) ou nous avons des eaux douces à saumâtres.

Ainsi, sur l'essentiel des ouvrages hydrauliques répertoriés les eaux sont de qualité bonne à moyenne (douces à saumâtres) et ne présentent aucune intrusion saline connue.

Ces eaux ont une conductivité comprise entre 900 à 1200 ms/s ce qui montre une bonne qualité et peuvent être utilisées comme eau de boisson ou de maraichage ou dans la production animale.

La nappe des calcaires de l'Eocène présente dans la zone, présente aussi des eaux de qualité douce. Elle n'est pas encore affectée par le phénomène de la salinisation. L'essentiel des ouvrages hydrauliques de la zone captent le système aquifère CT/Eocène/Maastrichtien avec des qualités chimiques aux normes.

Tableau 1 : Caractéristiques hydrogéologiques de quelques forages dans la zone d'étude.

ID	Prof (m)	Toit (m)	Mur (m)	NS (m)	Débit (m3/h)	Aquifère	Résidus Sec et Conductivités	UTM (m)	Etat de l'ouvrages
Diang Diéry	20	14	19	10	10	CT	450 et 0.31	509189,3 1825659,32	Abandonné
Dianga F11	31.5	33.5	34.5	15.5	12	CT	680 et 0.27	509218,96 1825628,61	En activité
Dianga	130.6	115.7	129.6	6.6	47.8	Maastrichtien	520 et 0.31	508892,82 1825782,11	En activité
Sovonabe Botol	68	31.6	52	19.3	44	CT-Eocène	490 et 0.2	507114,97 1823630,51	Abandonné
Decolle Taredji	150	125	145.2	11	81.8	Maastrichtien	270 et 1.6	514227.97 1826614.63	En activité
Yodabe 1	58	25.3	43.5	19.9	24	CT-Eocène	97 et 0.1	501778,79 1823014,85	En activité
Thillé Boubacar1	68	32	52	19.3	44.6	CT-Eocène	270 et 1.8	490366,25 1826089,71	En activité
Thillé Boubacar2	37	25	31	19.8	6.8	CT	530 et 0.4	490514,46 1826089,64	En activité
Thillé Boubacar3	132	116	129	15.7	46	Maastrichtien	700 et 0.3	506022,8 1806637,89	En activité

CT Désigne Continental Terminal

3. Matériel et Méthode

3.1. Matériels

Nous avons utilisé un résistivimètre de type ABEM Terrameter LS Lund pour mesurer la résistivité ou la polarisation induite en mode tomographie. Ses caractéristiques techniques sont : PC intégré, compact pour l'acquisition et le stockage des données, Régulateur de courant avec sortie maximale de 600 V (1200 V peak-to-peak) et 2500 mA, Alimentation par courant continu 12 V DC.

Accessoires utilisés pour la tomographie de résistivité électrique :

- Jeu de 61 électrodes de 10 mm de diamètre, et Jeu de 42 jumpers
- 4 rouleaux de câble de 21 take-out espacés de 5 m
- Batterie de voiture 100 Ah + chargeur
- Des marteaux en métal
- Deux odomètres pour la mesure des distances
- Logiciels de traitement *Res2Dinv* et *Erigraph*



Figure 3 : Dispositif de mesure utilisé pour la réalisation de la tomographie de résistivité électrique (ERT).

3.2. Principes de la Tomographie de Résistivité Electrique (ERT)

La tomographie électrique (Electrical Resistivity Tomography ou ERT) permet d'obtenir une « image géo-électrique » du sous-sol, à partir de mesures de résistivité en surface.

Dans le cas de la tomographie en 2D, la répartition des résistivités varie verticalement et horizontalement le long du profil. En d'autres termes il s'agit d'une « coupe de la résistivité » sur une profondeur pouvant aller jusqu'à une centaine de mètres.

L'acquisition 2D utilise un grand nombre d'électrodes (51 dans notre cas) placées selon un profil et connectées à un câble multiconducteur. Les électrodes sont régulièrement espacées le long du profil (5m dans notre cas). Chaque électrode possède une adresse numérique unique dans le dispositif, ce qui lui permet d'être identifiée par l'ordinateur.

Une séquence de mesure ou protocole d'acquisition est programmée sur l'ordinateur. Le protocole définit les quartets d'électrodes à utiliser successivement comme électrodes d'injection et comme électrodes de mesure. Le protocole est transmis de façon séquentielle à un sélecteur d'électrodes qui l'exécute en sélectionnant les électrodes concernées. La mesure est automatiquement stockée en mémoire. La représentation donne une répartition 2D des résistivités apparentes ou pseudo-section.

3.3. Principes du Sondage Electromagnétique (SEM)

Pour le sondage électromagnétique (SEM) nous avons utilisé la méthode Radio Magnéto Tellurique (RMT) qui permet d'atteindre des profondeurs plus importantes et vient en appoint à la méthode ERT moins profond. Son principe consiste à utiliser plusieurs signaux à différentes fréquences qui permettent d'investiguer des profondeurs pouvant atteindre 800 m (300 m de profondeur pour cette étude). Les paramètres mesurés sont des grandeurs sans unités appelés gradients de résistivités. Les niveaux supposés aquifères sont généralement caractérisés par la baisse de ces gradients de résistivité.

L'appareil utilisé pour la réalisation du sondage électromagnétique est un ADMT 800 S comportant :

- Deux électrodes en cuivre à manchon
- Un jeu de câble de 20 m
- Un smartphone servant d'interface
- Logiciel de traitement : *Surfer*

En plus de ce matériel spécifique, nous avons utilisé, pour une bonne mise en œuvre, la logistique suivante :

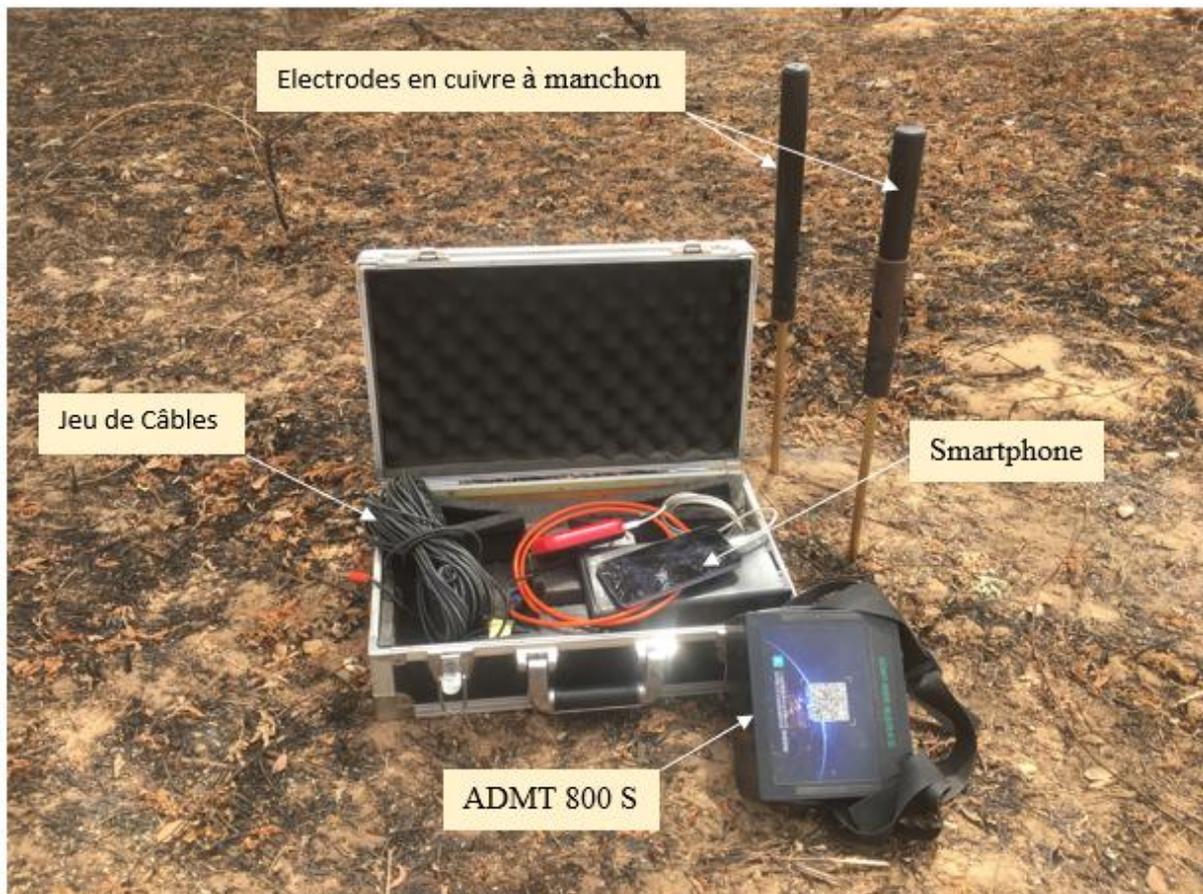


Figure 4 : Dispositif utilisé pour la réalisation des sondages électromagnétiques.

En plus de ce matériel spécifique, nous avons utilisé, pour une bonne mise en œuvre, la logistique suivante :

- Un véhicule de terrain
- Un GPS de poche
- Un ordinateur de terrain

Le personnel impliqué comprend :

- Un ingénieur géologue, Géophysicien
- Un technicien Géophysicien
- Un manœuvre

4. Méthodologie

Nous avons réalisé sur le site :

- Un profil de tomographie électrique (ERT) de 400 m de long avec un écartement de 10 m entre les électrodes AB, ce qui nous a permis d'atteindre une profondeur de 80 m.
- Trois (3) Sondages électromagnétiques (SEM1, SEM2 et SEM3) de 60 m de long limités aux profondeurs allant de 100 m (SEM2 et SEM3) à 300 m (SEM1).

La localisation des profils géophysiques (ERT et SEM) réalisés est représentée sur la figure ci-dessous (figure 5).



Figure 5 : Localisation des profils ERT et SEM réalisés

Tableau 2 : Coordonnées UTM des profils géophysiques réalisés

ID	UTM X	UTM Y
Limite Ouest ERT (0 m)	508992	1825682
Limite Est ERT (390 m)	509361	1825764
Station ERT (200 m)	509187	1825698
SEM 1 (Est)	509205	1825696
SEM 1 (Ouest)	509143	1825690
SEM 2 (Nord)	509196	1825739
SEM 2 (Sud)	509202	1825680
SEM 3 (Nord)	509155	1825712
SEM 3 (Sud)	509176	1825656

5. Résultats obtenus

5.1. Tomographie de résistivité électrique

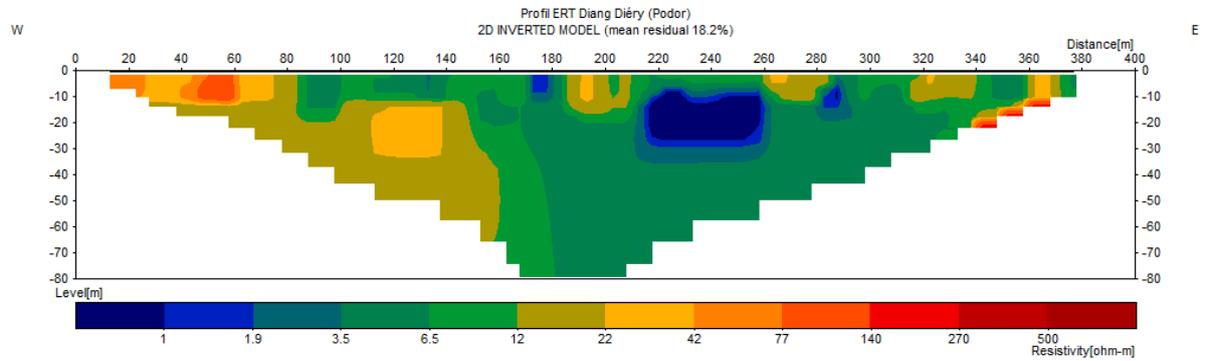


Figure 6 : Profil de tomographie de résistivité électrique (ERT) réalisé sur le site

5.2. Sondage électromagnétique (SEM)

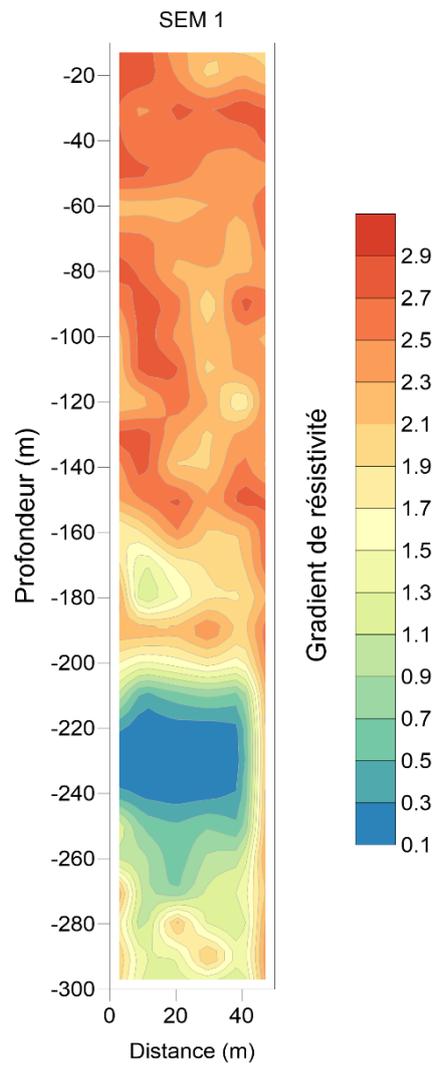


Figure 7 : Sondage électromagnétique SEM1 réalisé sur le site jusqu'à la profondeur de 300m.

En vue d'obtenir une meilleure résolution des données afin de mieux visualiser les nappes superficielles et semi-profondes, les sondages électromagnétiques SEM 2 et SEM 3 ont été limités à la profondeur de 100 m.

Les résultats obtenus figurent ci-dessus :

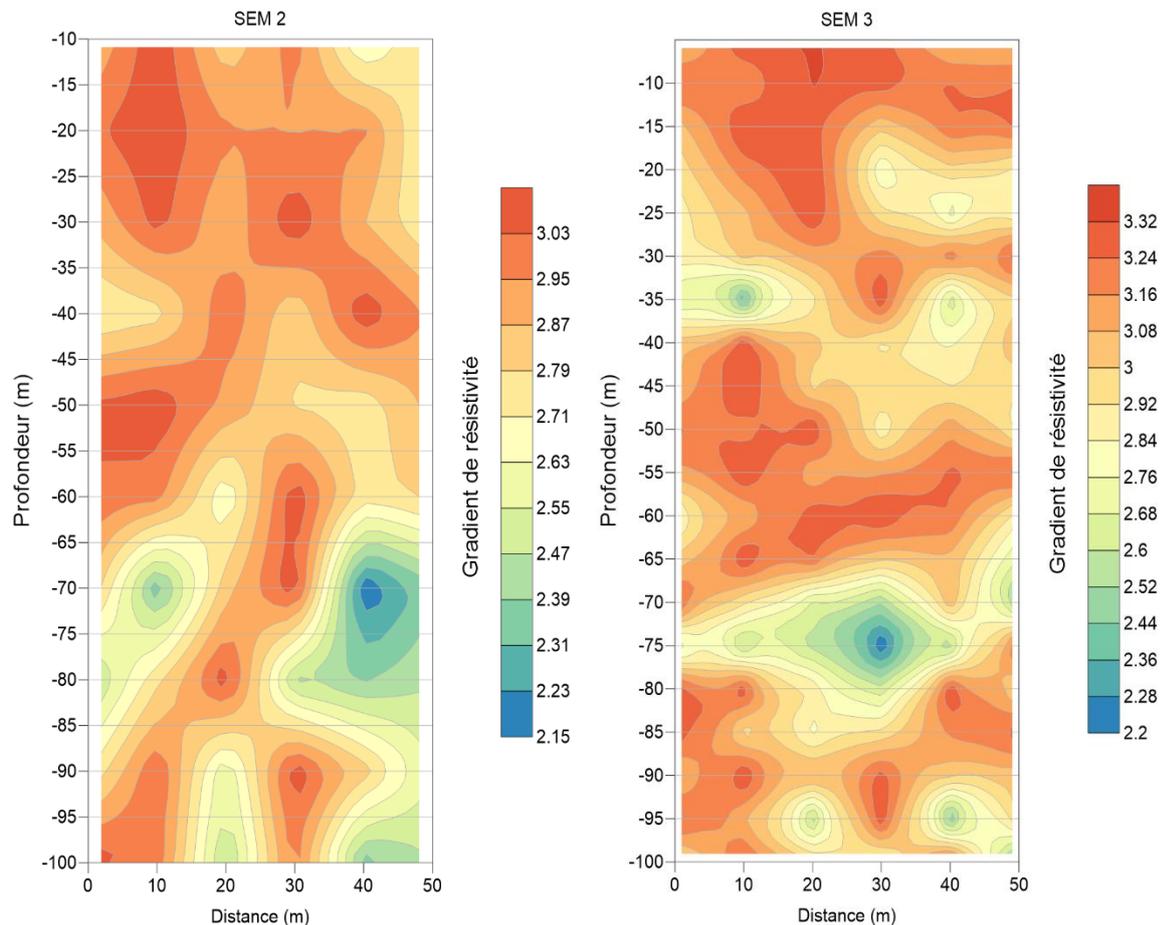


Figure 8 : Sondage électromagnétique SEM 2 et SEM 3 réalisé sur le site.

6. Interprétation

6.1. Profil de tomographie électrique (ERT)

Le profil de tomographie de résistivité électrique (ERT) est obtenu après inversion des données brutes correspondant aux résistivités apparentes. Il nous montre la répartition des résistivités vraies du milieu investigué jusqu'à 80 m de profondeur.

Ainsi sur le profil de tomographie électrique nous avons la présence d'un terrain plus ou moins conducteur. Les résistivités mesurées, au-delà de 10 m, sont relativement faibles, elles sont presque toutes inférieures à 22 Ω .m vers l'Est et inférieures à 12 voire 6 Ω .m vers le centre et l'Ouest.

Ces faibles résistivités du sol témoignent de la présence probable de formations à forte teneur d'argiles et marneuses qui pourraient affecter la perméabilité de la nappe superficielle du Quaternaire et par conséquent affaiblir sa productivité en eau.

Dans la zone comprise entre les abscisses $x = 220$ m et $x = 260$ m, nous notons la présence d'une poche salée avec des résistivités inférieures à $1 \Omega.m$ entre 10 et 30 m de profondeur.

Les résultats des sondages électromagnétiques permettront d'ausculter le terrain plus en profondeur, afin de détecter et de mieux visualiser les niveaux aquifères plus productifs.

6.2. Sondage électromagnétique (SEM)

Les résultats du sondage électromagnétique SEM1 montrent de faibles baisses de gradients de résistivité jusqu'à environ 160 voire 200 m de profondeur où l'on note les premières baisses les plus significatives de gradient qui correspondraient probablement au toit de l'aquifère du maastrichtien réputé plus productif en eau dans le secteur. Le SEM1 montre que la zone de productivité optimale du Maastrichtien serait située entre 200 et 260 m de profondeur où l'on rencontre les gradients de résistivités les plus faibles.

Au niveau des sondages SEM2 et SEM3, nous notons un système aquifère probable situé entre 15 et 50 m environ, il est plus visible sur le SEM3 : l'horizon situé entre 15 et 25 m sur le SEM3 correspondrait à celui capté par le forage de 30 m de profondeur localisé sur le site.

Entre 65 et 85 m de profondeur, les deux SEM font apparaître d'autres baisses de gradient de résistivité qui devraient correspondre à un second niveau aquifère. Ce niveau aquifère correspondrait au continental terminal ou à l'Eocène et devrait être plus productif que l'aquifère superficiel du quaternaire.

7. Conclusion et recommandations

L'étude réalisée a permis de localiser et de caractériser les différents aquifères présents dans la zone jusqu'à la profondeur de 400 m.

Le tableau ci-dessous résume leurs localisations et caractéristiques probables :

Tableau 3 : Aquifères probables montrés par l'étude

Localité	Aquifère	Prof. Probable toit (m)	Prof. Probable mur (m)
Diang Diéri	Quaternaire-CT	20	45
	CT-Eocène	65	85
	Maastrichtien	160	260

Nous suggérons, à la lumière des données hydrogéologiques et géophysiques de cibler l'aquifère intermédiaire du complexe Continental Terminal-Eocène situé entre 65 et 85 m de

profondeur. Le Maastrichtien pourrait être envisagé pour des débits recherchés beaucoup plus importants (supérieur à 50 m³/h).

Les caractéristiques du forage recommandé en fonction de la variante choisie, sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Caractéristiques de l'ouvrage recommandé en fonction de la variante choisie

Option de forage	Aquifère	Profondeurs crépines (m)	Profondeur totale (m)	Débits Estimatifs (m ³ /h)
Variante 1	CT-Eocène	60 à 80	85	15 à 25
Variante 2	Paléocène	150 à 180	185	25 à 40
Variante 2	Maastrichtien	200 à 240	260	50 et plus

Tableau 5 : Localisation du point recommandé pour le forage

Coordonnées UTM (m)
X = 509143
Y = 1825688

Nb : La zone recommandée pour le forage est située vers le début du sondage électromagnétique1 (SEM1- Ouest) et aux alentours de l'abscisse x = 160 m du profil ERT.



Emplacement du point de forage