

Réalisation des forages profonds en l'aquifère de CI dans la région de Ghardaïa (Sud Algérie)

KEBILI Mokhtar⁽¹⁾, BOUSELSAL Boualem⁽²⁾, GOUAIDIA Layachi⁽³⁾ et BOUZIANE Mohamed Chrif Nadji⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ et ⁽³⁾. Ressources minérales et hydriques dans l'Est Algérien. Université de Larbi Tébessi. Tébessa. Algérie.

⁽²⁾ et ⁽⁴⁾. Laboratoire des réservoirs souterrains pétroliers gaziers et aquifères. Université de KasdiMerbah. Ouargla. Algérie.

Email : mokhtar.k.2015@gmail.com

Résumé

La région de Ghardaïa est située au sud de l'Algérie, sa superficie est d'ordre de 84 660,12 km², avec une population de 451.456 habitants. La région appartient au système aquifère de Sahara septentrional (SASS) caractérisé par la superposition de deux aquifères (le continental intercalaire et le complexe terminal).

La réalisation des forages hydrauliques dans la région de Ghardaïa, passe par plusieurs étapes, suivant la profondeur et la pression de la nappe. Pour les forages profonds (>1000 m), l'opération consiste à la pose du tube guide avec cimentation, en suite la pose d'une colonne de tubage avec cimentation, suivie de la pose d'une colonne de production avec cimentation et en fin la pose d'une colonne de captage constituée d'une crépine type Johnson avec des intercalations de tube plein (lorsque la crépine est longue), de tube de décantation à la base et de tube réserve au sommet. Pour les forages de moyen et faible profondeurs, on exécute deux phases de cimentation pour la pose du tube guide et la pose de la colonne de production, avant la mise en place d'une colonne de captage. L'introduction du massif filtrant s'effectuer seulement lorsque la nappe est non jaillissante, si c'est le cas on met en place packer sans mise en place de massif filtrant. L'opération de forage terminera par dégorgeement et développement des puits pour élimination des particules fins et l'exécution des essais de pompage pour déterminer le débit d'exploitation.

Mots clés : Ghardaïa, forage, continental intercalaire, cimentation, crépine.

1. introduction

Dans la région de Ghardaïa (SE Algérie), la rareté des précipitations et l'augmentation de la demande sur l'eau, pour l'alimentation en eau potable, l'irrigation et pour l'industrie, nécessite le recours des ressources en eau souterraines, les prélèvements des eaux des nappes de continentale intercalaire, ne cesse pas à augmenter chaque année.

Le présent travail a pour objectif de mettre la lumière sur l'industrie de réalisation des forages hydrauliques dans la région de Ghardaïa.

2. Présentation de la zone d'étude

2.1. Situation géographique : La région de Ghardaïa se localise dans le sud de l'Algérie (Fig.1), elle s'étend sur une superficie de 84 660 km², elle est limitée par les wilayas de; Laghouat au nord, Djelfa au nord-est, Ouargla à l'est, Tamanrasset au sud, El-Bayadh à l'ouest, et par la wilaya d'Adrar au sud-ouest.

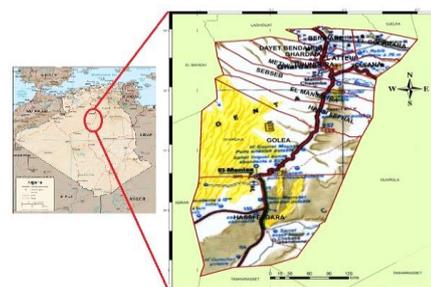


Figure 1. Situation géographique de la région de Ghardaïa.

2.2. Contexte hydrogéologique et géologique :

Le système aquifère de Ghardaïa varie d'une région à l'autre, [1]. Il est composé généralement d'un aquifère superficiel et d'un aquifère de continental intercalaire. L'aquifère de continental intercalaire est constitué de sables fins et grès argileux d'âge albien et des formations gréseuses et grès-argileuses d'âge Barrémien.

La région de Ghardaïa fait partie de la plateforme saharienne constituée d'un bouclier précambrien, n'émergeant des sédiments qu'ils surmontent que dans le Sahara Central (Massif du Hoggar) et le Sahara Occidental (Massif des Eglab) [2.3]. Elle est située sur les bordures occidentales du bassin sédimentaire du Bas Sahara, les terrains affleurant (Fig.2) sont en grande partie attribués au Crétacé supérieur, composés principalement par des dépôts calcaires turoniens dolomitiques, qui forment un plateau sub-horizontal appelé couramment "la dorsale du M'zab".

Du point de vue lithologique, les affleurements sont de type :

- Argiles verdâtres et bariolées à l'Ouest et le Sud-Ouest attribués au Cénomaniens.
- Calcaires massifs durs ; blanc grisâtre au centre, attribués au Turonien.
- Calcaires marneux et argiles gypseuses à l'Est, attribués au Sénonien.
- Sables rougeâtre consolidés à Est et au Nord-Est attribués au Mio-pliocène.
- Alluvions quaternaires tapissant le fond des vallées des oueds.

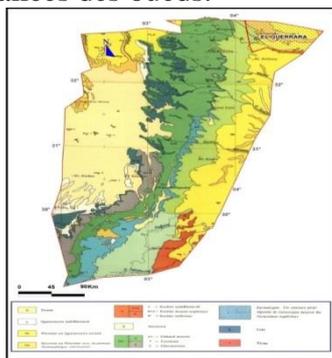


Figure 2. Carte géologique de Ghardaïa

3. Méthode de forage

La méthode de forage adoptée dans la région est le rotary à circulation directe. Dans cette méthode l'outil (trépan) est monté au bout d'une ligne de sonde, animé d'un mouvement de rotation de vitesse variable et d'un mouvement de translation verticale sous l'effet d'une partie du poids de la ligne de sonde ou d'une pression hydraulique. Le mouvement de rotation est imprimé au train de tiges et à l'outil par un moteur situé sur la machine de forage en tête de puits. Les tiges sont creuses et permettent l'injection de boue au fond du forage. Les outils utilisés en rotation sont des trépans de plusieurs types en fonction de la dureté des terrains rencontrés (outils à lames, outils à pastilles, outils molettes ou tricône). Au-dessus du trépan, on peut placer une ou plusieurs masses-tiges très lourdes qui accentuent la pression verticale sur l'outil et favorisent la pénétration et la rectitude du trou. Le forage rotary nécessite l'emploi d'un fluide de forage préparé sur le chantier. Dans le cas de la circulation directe, le fluide est injecté en continu sous pression dans les tiges creuses de la ligne de sonde, il sort par les événements de l'outils et remonte à la surface dans l'espace annulaire (entre les tiges et les parois du trou). Un tube plein est placé devant les formations qui se trouvent au-dessus de nappe captée, l'espace entre la paroi et le trou est cimenté pour éviter la contamination des eaux de la nappe par les eaux de surface. Une crépine est placée devant la couche aquifère et l'espace annulaire est rempli par le massif filtrant.

Le forage à exécuter nécessite l'établissement d'un programme qui prend en compte :

- La profondeur prévisionnelle et le débit de la couche aquifère à capter.
- Les caractéristiques des couches traversent en particulier la nappe phréatique.
- Les conditions géologiques particulières (pertes totales, éboulements.etc.).

- Les caractéristiques des forages réalisés la région.

4. Suivi de réalisation des forages en aquifère de CI

4.1. Le forage profond dans la région de Guerrara

Localisation du forage : le forage est situé à l'entrée de la ville de Guerrara, Daïra Guerarra, les coordonnées de forage sont : Longitude 04° 28' 38" E, Latitude 32° 46' 29" N, Altitude Z 316 m [4.5].

But de forage : Le projet consiste à la réalisation d'un forage profond captant la nappe albienne afin de renforcer la zone industrielle de Guerrara en matière de l'eau que ce soit pour l'industrie ou pour l'AEP.

Construction du forage : La réalisation de l'ouvrage s'est déroulée sur quatre phases:

Phase I : Construction de l'avant puits

- Forage en outil Ø38" de 0 m à 10 m.
- Pose du tube guide API en Ø28" de 0 m à 10 m, installé et cimenté en HTS.

Phase II : Colonne de production

- Forage en outil Ø12^{1/4}" de 10 m à 300 m.
- élargi en outils Ø18^{5/8}" et Ø24" de 10 m à 300 m.
- Pose d'une colonne de tubage API grade J55 fileté de Ø17^{1/2}", installé et cimenté en HTS de 0 m à 300 m.
- Forage en outil Ø12^{1/4}" de 300 m à 710 m.
- élargi en outils Ø17^{1/2}" de 300 m à 710 m.
- Pose d'une colonne de tubage API grade J55 fileté de Ø13^{3/8}", installé et cimenté en HTS de 0 m à 710 m.
- Un packer d'étanchéité Ø13^{3/8}" x Ø8^{5/8}" (1,5 m).

Phase III : Colonne de captage

- Forage en outil Ø12^{1/4}" de 710 m à 1020 m.
- Pose d'une colonne de captage Ø8^{5/8}" du bas en haut :
 - Tube plein Inox de décantation en de 1008,3 m à 1020 m.

- Tube crépine Inox type Johnson (slot 18) de 920,55 m à 1008,3 m.
- Tube plein Inox intercalé en de 914,7 m à 920,55 m.
- Tube crépine Inox type Johnson (slot 18) de 803,55 m à 914,7 m.
- Tube plein Inox intercalé en de 797,7 m à 803,55 m.
- Tube crépine Inox type Johnson (slot 18) de 709,95 m à 797,7 m.
- Tube plein Inox de réserve en de (fileté) de 692,40 m à 709,95 m.

Phase IV : Gravillonnage, dégorgeement et développement

- Dégorgeement des puits : Par circulation avec de l'eau claire le long de la colonne de captage, jusqu'à l'obtention d'une eau claire.
- Développement des puits : Etant un forage jaillissant, il a été adapté la méthode de l'auto-développement par l'application d'une série d'ouverture et de fermeture de la vanne maitresse à la tête du puits (selon les exigences techniques dans le cas des forages à forte pression en tête du puits), jusqu'à l'obtention d'une eau claire dépourvue de sables. L'opération a donné des bons résultats.

1.1.6. Mesure du débit : Les résultats de auto-développement ont donné un forage artésien jaillissant d'une pression en tête du puits de 2 bars, soit une hauteur d'eau de 20 mètres / sol. Le débit de jaillissement est de 80 l/s.

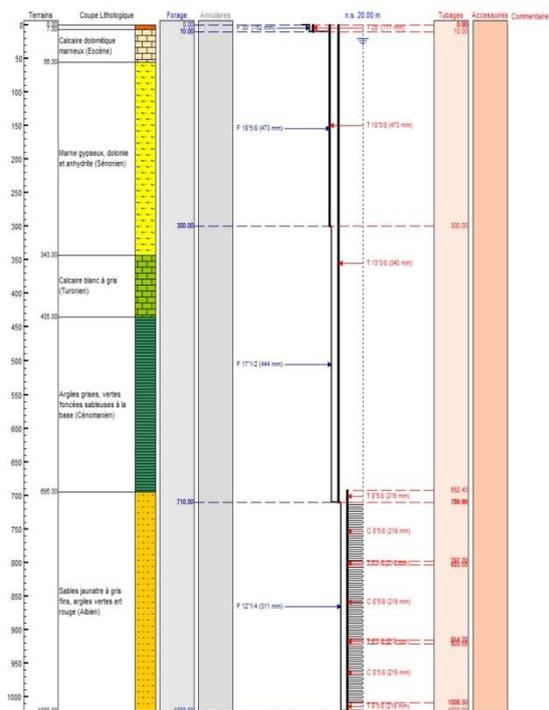


Figure 3. Coupe technique et lithologique du forage de Guerrara.

4.2. Le forage faible dans la région de Hassi El Gara

Localisation du forage : situé au sein de l'ancienne palmeraie de Hassi El Gara. Les coordonnées de forage sont : Longitude 2°54'33.17" E, Latitude 30°33'6.47" N, Z 384 m [4.6].

But de forage : L'Objectif visé c'était le captage des eaux de la nappe captive de l'Albien, pour renforcement des sites en matière de l'irrigation

Construction du forage : La réalisation de l'ouvrage s'est déroulée sur quatre phases:

Phase I : Construction de l'avant puits

- Forage en outil Ø20" de 0 m à 10 m.
- Pose et cimentation du tube guide en Ø18^{5/8}" de 0 m à 10 m.

Phase II : Colonne de production

- Forage de reconnaissance en outil Ø12^{1/4}" de 10 m à 100 m.
- Alésage en outil Ø17^{1/2}" de 10 m à 100 m.
- Pose d'une colonne de tubage API grade J55 fileté Ø13^{3/8}" de 0 m à 102 m.
- Un packer d'étanchéité Ø13^{3/8}" x Ø8^{5/8}".

Phase III : Colonne de captage

- Forage en outil Ø12^{1/4}" de 100 m à 180 m.
- Pose d'une colonne de captage Inox en Ø8^{5/8}" du bas en haut :
 - Tube plein de décantation de 174 m à 180 m.
 - Tube crépine type Johnson (slot 18) de 97.8 m à 174 m.
 - Tube plein de réserve (fileté) de 79.8 m à 97.8 m.

Phase IV : Gravillonnage, dégrèvement et développement

- Dégrèvement des puits : Par circulation avec de l'eau claire le long de la colonne de captage, jusqu'à l'obtention d'une eau claire.
- Développement des puits : Etant les forages de faible pression en tête du puits, il a été adapté une série de pompage intermittent jusqu'à l'obtention d'une eau claire dépourvue de sables. Suivi par une autre série de pompage par injection d'air comprimé (barbotage) afin de nettoyer la colonne de la crépine. Les opérations ont donné des bons résultats.

3.1.6. Mesure du débit : Les résultats de développement ont donné un forage artésien jaillissant d'une pression en tête du puits de 0.01 bar. Le débit de jaillissement est de 15 l/s. Avec une pompe calée à 40 m et un rabattement de 6mètres, le débit pompé est de 50 l/s.

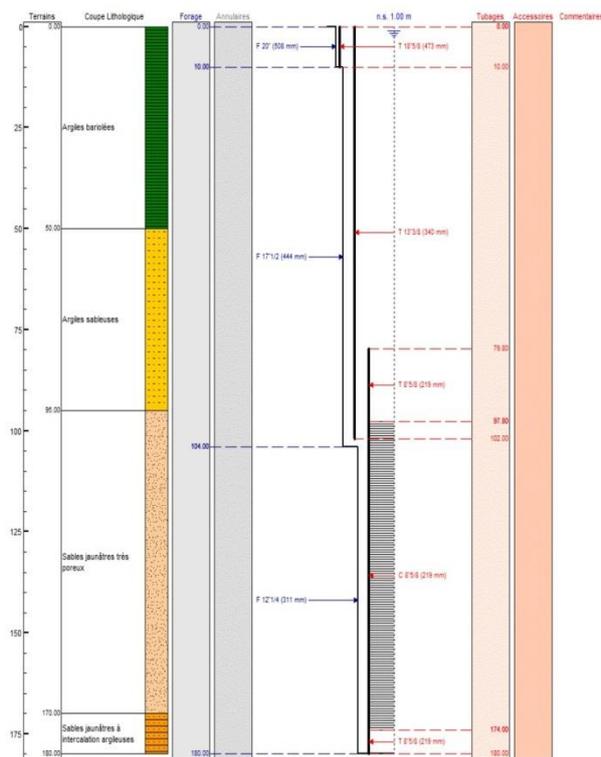


Figure 4. Coupe technique et lithologique du forage de Hassi El Gara.

5. Conclusion

La région de Ghardaïa est située sur la bordure occidentale du bassin sédimentaire du Bas - Sahara, les terrains affleurant sont en grande partie attribués au Crétacé supérieur, composés principalement par des dépôts calcaires turoniens dolomitiques ; qui forment un plateau subhorizontal appelé couramment "la dorsale du M'Zab". La réalisation des forages hydrauliques dans la région de Ghardaïa, passe par plusieurs étapes, suivant la profondeur et la pression de la nappe.

Pour les forages profonds (>1000 m), l'opération consiste à la pose du tube guide avec cimentation, en suite la pose d'une colonne de tubage avec cimentation, suivie de la pose d'une colonne de production avec cimentation et en fin la pose d'une colonne de captage constituée d'une crépine type Johnson avec des intercalations de tube plein (lorsque la crépine est longue), de tube de décantation à la base et de tube réserve au sommet. Pour les forages de moyen et faible

profondeurs, on exécute deux phases de cimentation pour la pose du tube guide et la pose de la colonne de production, avant la mise en place d'une colonne de captage. L'introduction du massif filtrant s'effectue seulement lorsque la nappe est non jaillissante, si c'est le cas on met en place packer sans mise en place de massif filtrant. L'opération de forage terminera par dégorgement et développement des puits pour élimination des particules fins et l'exécution des essais de pompage pour déterminer le débit d'exploitation.

Références bibliographiques

- [1] Achour. M. (2014). Vulnérabilité et protection des eaux souterraines en zone aride: Cas de la vallée du M'Zab (Ghardaïa – Algérie). mémoire magister. Univ d'Oran. 126p.
- [2] UNESCO. (1972). Etude des Ressources en Eau de Sahara Septentrional. (7 vols et annexes).Paris, France.
- [3] OSS (Observatoire Sahara et Sahel). (2003). Système aquifère du Sahara septentrional: gestion commune d'un bassin transfrontière. Rapport de synthèse. OSS, Tunisie, 322p.
- [4] Kebili. M, et Bouziane. M.C.N. (2018). Etude et suivi des forages hydrauliques dans la région de Ghardaïa, mémoire de master. Univ Ouargla. 65p.
- [5] A.N.R.H. (2016). Rapport de fin du sondage, Rapport de SHAOLIN, Guerrara, 8p.
- [6] A.N.R.H. (2017). Rapport de fin du sondage, Rapport de EGETHAK, Meniaa, 17p.