

LA GEOTHERMIE DANS LE SAHARA ALGERIEN ROLE, PROSPECTION ET METHODOLOGIE. CAS DE LA REGION DE GHARDAÏA.

SAMIRA GHALMI*, REDOUANE MIHOUB¹, NADIR CHENINII

¹unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables, URAER, Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER, 47133, Ghardaïa, Alegria

I-Introduction

La géothermie est une énergie renouvelable issue de la chaleur du sous-sol, les techniques pour extraire cette ressource naturelle ont considérablement évolué ces dernières années. Ses caractéristiques lui permettent de capter et de transformer l'énergie thermique, même à faible température, qu'elle soit issue de l'air ambiant, de l'eau d'une nappe, ou directement du sol.

La région d'étude, Ghardaïa, se situe au centre de la partie Nord du Sahara Algérien, où l'existence des nappes aquifères (continental intercalaire dite nappe albienne et complexe terminal) dont leurs rôles est très important dans la géothermie. Aussi, cette région s'étend sur une superficie de 86 105 km², son chef-lieu est positionné à 600 km au sud d'Alger. Elle est limitée par (Fig.01) :

- Au Nord par la wilaya de Laghouat (200 km) ;
- Au Nord-Est par la wilaya de Djelfa (300 km) ;
- A l'Est par la wilaya d'Ouargla (200 km) ;
- Au Sud par la wilaya de Tamanrasset (1,47 km) ;
- Au Sud-Ouest par la wilaya d'Adrar (400 km) ;
- A l'Ouest par la wilaya d'El-Bayadh (350 km).

Selon les coordonnées géographiques, la région d'étude se trouve à une longitude : 3° 37' à 3° 44' E, et une latitude : 32° 27' à 32° 32' N.

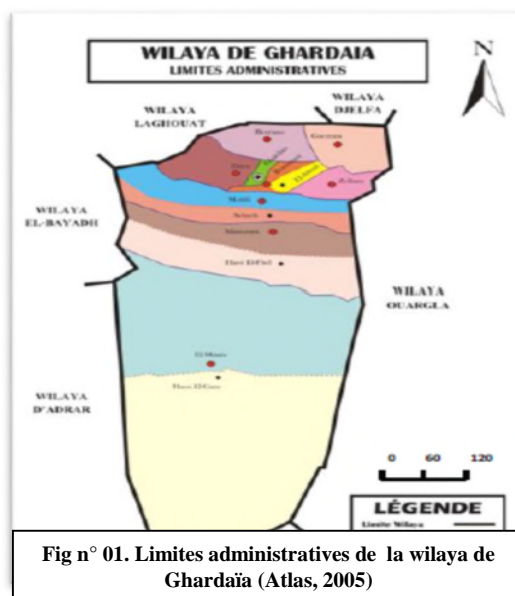


Fig n° 01. Limites administratives de la wilaya de Ghardaïa (Atlas, 2005)

La région de Ghardaïa se caractérise par un climat saharien, qui se distingue par une grande amplitude thermique entre le jour et la nuit, d'été et d'hiver. Il se caractérise par des étés aux chaleurs torrides et des hivers froids. La durée de l'irradiation (8378 Wh/m²) reçue est de 14 heures et 08 minutes qu'est considérable, avantage pour lequel le flux d'énergie du sol et sous-sol sera appréciable.

La période chaude commence au mois de Mai et dure jusqu'au mois de Septembre. La température moyenne enregistrée au mois de Juillet est de 36,3 °C, le maximum absolu de cette période a atteint 47 °C. Pour la période hivernale, la température moyenne enregistrée au mois de Janvier ne dépasse pas 9,2 °C, le minimum absolu de cette période a atteint -1 °C.

Aperçu géologique et tectonique de la région d'étude :

Le territoire de la Wilaya de Ghardaïa est localisé dans le domaine du craton Nord-Africain composé essentiellement de dépôts du Crétacé, du Néogène et du Quaternaire.

❖ Le Crétacé est caractérisé par des faciès marins et lagunaires, il est représenté par :

-Un Cénomaniens marin ou lagunaire à calcaires, dolomies, marnes, grés et roches argileuses gypsifères puissance≈100m.

-Un Turonien marin ou lagunaire calcaro-dolomitique à bancs de marnes et grés, puissance<100m.

-Un Sénonien à assises marines ou lagunaires avec une alternance de calcaires et marnes dolomitisées et argiles gypsifères, puissance 30-50m.

- ❖ Le Néogène est développé à l'Est de la région et repose en discordance sur les formations sous-jacentes du Crétacé. Il est représenté pour des formations continentales du Miocène et du Pliocène ; le Miocène est constitué de conglomérats, brèches siliceux et calcaires avec une alternance de limon carbonatés et sableux, d'argiles et de sables graveleux et argileux.
- ❖ Le Quaternaire largement répandu à travers tout le territoire est représenté par des poudingues et de sables graveleux et argileux. Le Quaternaire largement répandu à travers tout le territoire est représenté par des poudingues, des dépôts sablo-graveleux et par des argiles gypsifères.

Du point de vue tectonique, la structure géologique de la région présente une tectonique étagée qui se traduit par :

-L'étagage ou plissement modéré des différentes roches du Trias à l'Eocène.

-L'étagage subtabulaire des roches principalement meubles de l'oligocène au Quaternaire.

II-Méthode :

L'échantillon à analyser est considéré comme un sol témoin et se prélevé au niveau de URAER ; unité de recherche appliquée en énergies renouvelables-Ghardaïa-. L'analyse faite à l'*institut de paléontologie humaine, muséum national de l'histoire naturelle de Paris France*, par un granulomètre lazer mastersiezer 2000.

L'analyse granulométrique est une technique qui permet la séparation d'un ensemble de particules et leur fréquence statistique en fonction de leur taille. Les ensembles de particules obtenus sont appelés fractions granulométriques. Ces fractions sont constituées de particules dont la dimension couvre un intervalle relativement restreint et diminue d'une fraction à l'autre.

L'application de cette analyse permettra de connaître les substances associées aux fractions granulométriques contenu dans les sédiments. Elle sert à déterminer si elles sont situées dans les fractions fines, moyennes ou grossières.

Elle est utilisée pour reconstituer les conditions de transport et de dépôt des particules.

Dans notre étude, nous nous sommes utilisés la granulométrie Lazer ; c'est une technique basée sur la diffraction et la diffusion d'un faisceau laser frappant une particule.

Les paramètres granulométriques

Il existe un grand nombre de paramètres permettant l'évaluation du degré de classement d'un sédiment (Rivière. A., 1977).

1. La moyenne

On appelle moyenne d'une distribution la moyenne logarithmique ou arithmétique (suivant la nature de l'échelle des abscisses) des valeurs de la variable indépendante. Ce paramètre nous renseigne sur la dimension moyenne de l'échantillon et par conséquent sur l'énergie du milieu et la distance du transport.

2. L'indice de classement de Trask So

$$So = (Q1/Q3)^{1/2} \text{ en mm}$$

D'après Trask, plus l'indice So est élevé, plus le classement n'est mauvais

Tableau 01. Classification des faciès sédimentaires en fonction du Sorting Index selon la méthode Trask.

Indice de classement	Classement
$So < 2,5$	sédiment très bien classé
$2,5 < So < 3,5$	sédiment normalement classé

3. Le coefficient d'asymétrie (Skewness)

$$SK = (Q1.Q3/Md2)^{1/2} \text{ en mm}$$

Ce coefficient d'asymétrie caractérise le degré de distorsion de la symétrie de la distribution. Quand le Skewness est égal à zéro, cela signifie que l'asymétrie est parfaite (la médiane, le mode et la moyenne coïncident). Quand il présente des valeurs négatives, ce sont les grains fins qui sont bien classés ; les valeurs positives correspondent à un bon classement des grains grossiers. Ce paramètre reflète davantage le milieu de dépôt que les conditions de transport (Cheel. R.J., (2005)).

Tableau 02. Répartition des faciès sédimentaires en fonction de l'indice d'asymétrie (Folk, 1966)

Skewness	Classement
$0,1 > Sk > 0,3$	Très asymétrique vers les fins
$0,3 > Sk > 0,1$	Asymétrique vers les fins
$0,1 > Sk > -0,1$	Presque symétrique
$-0,1 > Sk > -0,3$	Asymétrique vers les grossiers
$-0,3 > Sk > -1$	Très asymétrique vers les grossiers

4. Le Kurtosis

Le Kurtosis est représentatif de la finesse du pic (sa largeur), quand il est égal à zéro, la courbe est dite mésokurtique, ou moyennement classée, quand il est supérieur à 0, la courbe est dite leptokurtique, cela signifie que la distribution est bien classée, ce qui est un marqueur de mode de transport à puissance constante. Si le Kurtosis est négatif, cela signifie que la distribution est mal classée (platykurtique).

III-Résultat et interprétation :

Le premier résultat fourni par le granulomètre est la répartition en volume dans la population (échantillon), c'est-à-dire la répartition des sphères équivalentes qui pour le même volume occupé que par l'échantillon mesuré, conduit au même spectre. Les résultats sont fournis de façon numérique et graphique, donnant à la fois le tableau de répartition des classes (Tableau 03), et la courbe du cumulé (Fig.02).

A partir de la figure n° 02 et le tableau 03 on peut extraire les résultats suivantes :

- ✓ Le type de sol à étudier est sable limoneux.
- ✓ Le kurtosis est supérieur à 0, cela signifie que la distribution est bien classée, ce qui est un marqueur de mode de transport à puissance constante.
- ✓ Le coefficient d'asymétrie (Skewness) : selon le tableau 03 [$0,1 > Sk > 0,3$] on note que les grains de sol est très asymétrique vers les fins.

- ✓ L'indice de classement S_o : les sédiments de notre sol est très bien classés (suivant le tableau n° 01).

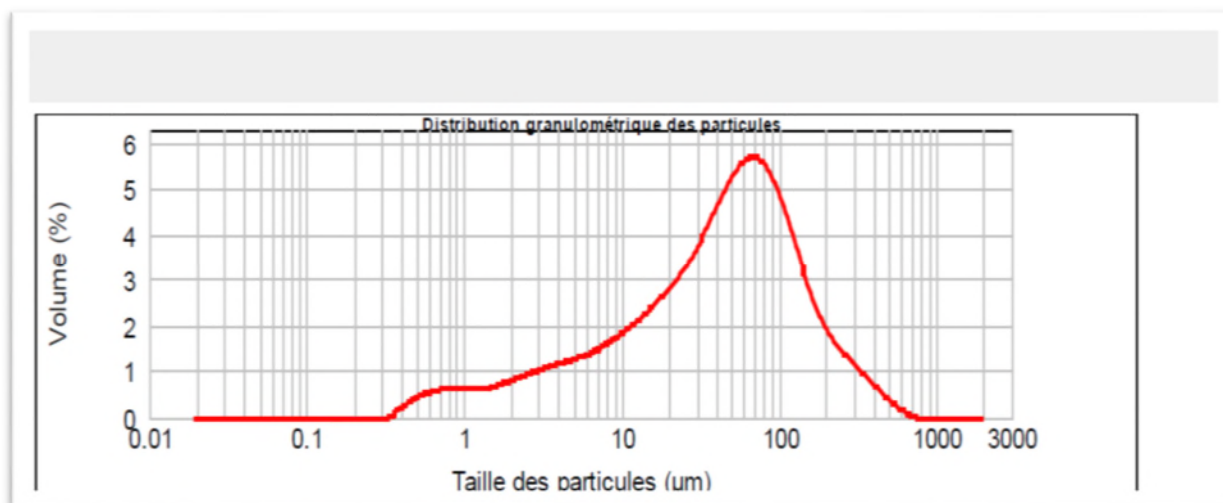


Fig n°02. La distribution granulométrique des particules

Tableau 03. Les résultats statistiques de l'analyse granulométrique

SAMPLE STATISTICS			
		GHUENMI 4	GHUENMI 4
ANALYST AND DATE:		Nabil, 4/28/2015	Nabil, 4/28/2015
SIEVING ERROR:			
SAMPLE TYPE:		Unimodal, Poorly Sorted	Unimodal, Poorly Sorted
TEXTURAL GROUP:		Muddy Sand	Sandy Mud
SEDIMENT NAME:		Very Coarse Silty Very Fine Sand	Very Fine Sandy Very Coarse Silt
FOLK AND WARD METHOD (φ)	MEAN	2.98	3.21
	SORTING	1.85	2.25
	SKEWNESS	0.987	0.874
	KURTOSIS	2.01	1.852
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Very Fine Sand	Very Coarse Silt
	SORTING:	Poorly Sorted	Poorly Sorted
	SKEWNESS:	Very Fine Skewed	Very Fine Skewed
	KURTOSIS:	Leptokurtic	Leptokurtic
	MODE 1 (μm):	80.12	79.52
	MODE 2 (μm):		
	MODE 3 (μm):		
	MODE 1 (φ):	3.521	7.528
	MODE 2 (φ):		
	MODE 3 (φ):		
% SAND:		40.10%	44.25%
% MUD:		59.90%	55.75%
Total		100%	100,0%
% V COARSE SAND:		0,0%	0,0%
% COARSE SAND:		0,1%	0,2%
Total		0,2%	0,2%
% MEDIUM SAND:		1,2%	3,2%
Total		1,2%	3,2%
% FINE SAND:		9,52%	12,41%
% V FINE SAND:		45,25%	39,52%
Total		54,75%	51,93%
% V COARSE SILT:		24,20%	16,52%
% COARSE SILT:		9,20%	6,23%
% MEDIUM SILT:		2,32%	11,56%
% FINE SILT:		10,52%	0,58%
% V FINE SILT:		7,41%	11,85%
Total		53,65%	46,74%
% CLAY:		0,5%	0,6%
Total		0,5%	0,6%

Conclusion :

La région de Ghardaïa est un terrain vierge Il est apparu nécessaire d'ajouter dans le cadre de cette étude une description géologique qui n'existe pas dans les études précédentes. Dans cet article on a précisé l'analyse sédimentologiques-la granulométrie Lazer-qui m'ont donnés une description détaillée sur la nature de notre sol.

Références Bibliographiques

- [1] **A.N.R.H** Secteur de Ghardaïa, décembre 2011, 'Inventaire des forages d'eau et enquête sur les débits extraits de la wilaya de Ghardaïa', rapport final de l'exercice 2011, 88 pages.
- [2] **Takherist.D et Hamdi.L**, 1995, 'Anomalie Thermique de In-Salah: Conséquences Possibles sur le Potentiel Pétrolier', Contribution de SONATRACH Division Exploration, 19 pages.
- [3] **Defalia.N, Abdessadok.S, Djerrab.A, Chouabbi.A**. Etude sédimentologiques et paleoenvironnementale des formations quaternaires alluvionnaires de l'oued birzguel, el ma el abiod, wilaya de Tébessa. Algérie. **Courrier du Savoir** – N°17, Décembre 2013, pp.139-147
- [4] **Askri.h et al**, Géologie de l'Algérie. Contribution de Sonatrach.
- [5] **Fifati.A**, Typologie et caractérisation de la qualité des aquifères d'une zone aride - Cas de la région de Guerrara (Ghardaïa). Mémoire de magister en hydrogéologie appliquée université de Tébessa. 2012
- [6] **Folk, R.L., Ward, W.C., 1957**. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27, 3–26.