

ETUDE GEOTECHNIQUES DE LA ZONE NON SATURÉE DE L'AQUIFÈRE LIBRE D'EL OUED (S-E ALGERIE).

BOUALEM BOUSELSAL¹, MEDJANI FETHI², BELKSIER M^{MED} SALAH³ ET FENAZI BILAL⁴

^{1, 2, 3 et 4} Faculté des hydrocarbures, des énergies renouvelables et des sciences de la terre et l'univers. Univ-Ouargla.

^{1 et 3} Laboratoire des réservoirs souterrains pétroliers gaziers et aquifères, Univ-Ouargla.

^{2 et 4} Laboratoire de Géologie du Sahara, Univ-Ouargla.

boualembouselsal@yahoo.fr

Résumé.

Dans la région d'El-Oued (SE Algérie), l'étude géotechnique montre que la zone non saturée est représentée par de sable (75% à 92%), cet pourcentage élevé facilite la percolation des polluants vers l'aquifère libre, les valeurs fortes des fins sont mesurées dans les zones de dépressions et les zones agricoles. le pourcentage des solubles varie entre 16% et 25%, il est très élevé dans les zones touchées par la remontée, il présente des conséquences graves sur les constructions surtout que la région est menacée par le problème de la remontée des eaux de la nappe phréatique.

Mots clés : géotechnique, l'aquifère libre, les solubles, zone non saturée.

1. Introduction.

Le présent travail est pour but d'étudier les caractéristiques géotechniques de la zone non saturée a fin d'utilisé dans l'interprétation des cartes hydrochimiques de l'aquifère libre, étude de vulnérabilité des eaux à la pollution et pour voir l'effet de la remontée des eaux de la nappe phréatique sur le sol d'El Oued.

2. Présentation de la zone d'étude

2.1. Situation géographique.

La zone d'étude est située au Sud Est algérien à 500 Km d'Alger, elle fait partie de la wilaya El-Oued, étendue sur neuf communes et occupe une superficie d'environ 500Km². Elle fait partie du grand Erg oriental, qui se caractérise par un ensemble de dunes de sable d'altitudes varie entre 64m et 100m, avec une pente très faible (0.2% à 1.5%). La carte d'occupation du sol montre que la surface de la zone d'étude est occupée par les massifs dunaires, les Ergs, les zones urbaines, les Ghouts, les zones agricoles irriguées et les zones d'eau libre.

2.2. Cadre géologique.

De point de vu géologique la zone d'étude fait partie du bassin sédimentaire du Sahara septentrional. Sur la carte seuls les terrains d'âge Quaternaire et Mio-Pliocène sont visibles, la succession des terrains et leur description lithologique ont été rendus possibles grâce à l'interprétation des logs de forage d'eau. On distingue, à sa base, des formations paléozoïques marines surmontées en discordance par les formations continentales du Secondaire et du Tertiaire épaisses de plusieurs milliers de mètres. Le Quaternaire y succède. Il est constitué essentiellement de sables dunaires dont l'épaisseur peut atteindre quelques dizaines de mètres. Seule la série supérieure présente un intérêt hydrogéologique.

3. Matériels et méthode

Des essais effectués au laboratoire des travaux publics du sud d'Ouargla au mai 2012, sur des échantillons prélevés de la zone non saturée, pour déterminer les caractéristiques géotechniques de la zone d'étude. A cet effet 30 échantillons sont prélevés de différents endroits à des profondeurs de 50 cm et de 3 m par la tarière manuelle.

L'analyse granulométrique est faite par tamisage à l'aide d'un vibro-tamis, une prise d'essai conformément à la formule : $200D < P < 600D$, avec D : dimension moyen

estimé du plus gros grain.

La détermination de la masse volumique sèche est faite suivant la Norme (NFP 94-064 -novembre 91), le dosage du carbone organique (Méthode ANNE), la détermination du taux des sulfates (Norme BS 1377-Test 10-1936), la détermination du taux de carbonates d'un sol (Norme NFP 15-461- 1964), la détermination des insolubles (Norme NFP 15-461- Mai 64) et la détermination du taux de chlorures (Norme BS BOWLY -Version 1979). Les essais de comportement mécanique ils s'agissent de l'essai de cisaillement direct à la boîte de Casagrande, essai de compression simple et essai oedométrique

3. Résultats et discussion

3.1. Analyses granulométriques de la zone non saturée.

Les courbes granulométriques des 30 échantillons prélevés de la zone d'étude, montrent une grande ressemblance dans la forme générale des courbes.

Les résultats des essais granulométriques montrent que la zone non saturée d'El-Oued sont dominés par les sables (sable grossier, sable moyen et sable fin), leur pourcentage oscille entre 75% à 92%. La fraction fine est généralement inférieure à 10% sauf pour les échantillons E₁₆, E₁₇, E₂₀, E₂₂ et E₂₅, le pourcentage de grés est très faible à absent dans les échantillons des sols analysés.

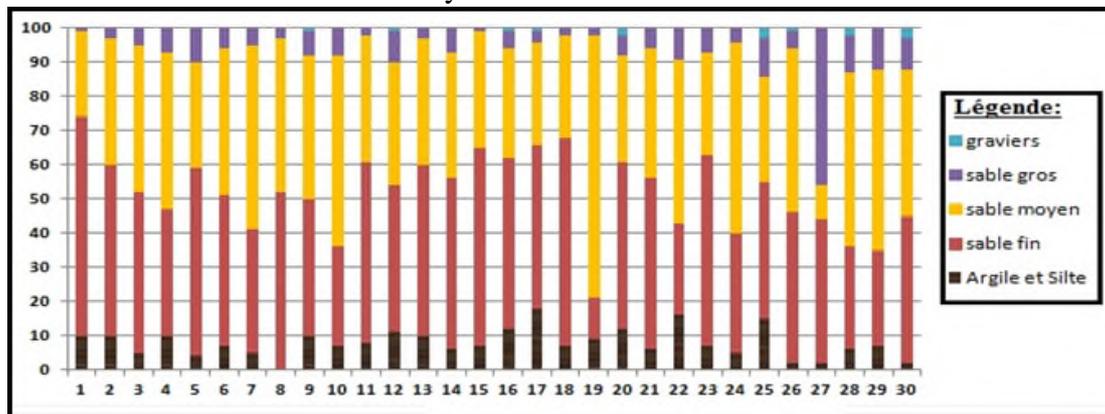


Figure 1: Histogramme de la composition granulométrique des sols de la zone non saturée.

3.2. Répartition des fins dans les sols de la zone non saturée.

Le pourcentage des fins varie un endroit à l'autre, les valeurs le plus fortes sont mesurées dans les zones de dépressions et les zones agricoles, les valeurs faibles sont mesurées dans les échantillons prélevés des dunes de sable.

3.3. Masse volumique des sols de la zone non saturée.

La masse volumique des sols, oscille entre 1.54 et 1.69, la carte de la répartition de la masse volumique apparente des sols de la zone d'étude, montre que les sols lourds se trouvent au NO de la zone d'étude, et les sols légers se trouvent à Ouest de Bayadha et à l'Est de Kouinine.

Le poids spécifique des grains c'est celui du matériau constituant le squelette solide du sol. On le représente par le symbole γ_s qui est défini par : $\gamma_s = w_s/v_s$ ou v_s et w_s représentent respectivement le volume des grains solides constituant l'échantillon et le poids de ces grains. Les valeurs des poids spécifiques trouvés au laboratoire varient de 2.59 t/m³ et 2.65 t/m³.

3.4. Analyses chimiques de la zone non saturée.

25 échantillon répartie dans la zone d'étude sont analysés, pour déterminé le pourcentage de carbonate, de sulfate, des insoluble et la concentration de NaCl dans le sol de la zone non saturée. On remarque que le pourcentage des solubles varie entre

16% et 25%. Ce pourcentage est très important et il a des conséquences graves sur les constructions surtout que la région est menacée par le problème de la remontée des eaux de la nappe phréatique.

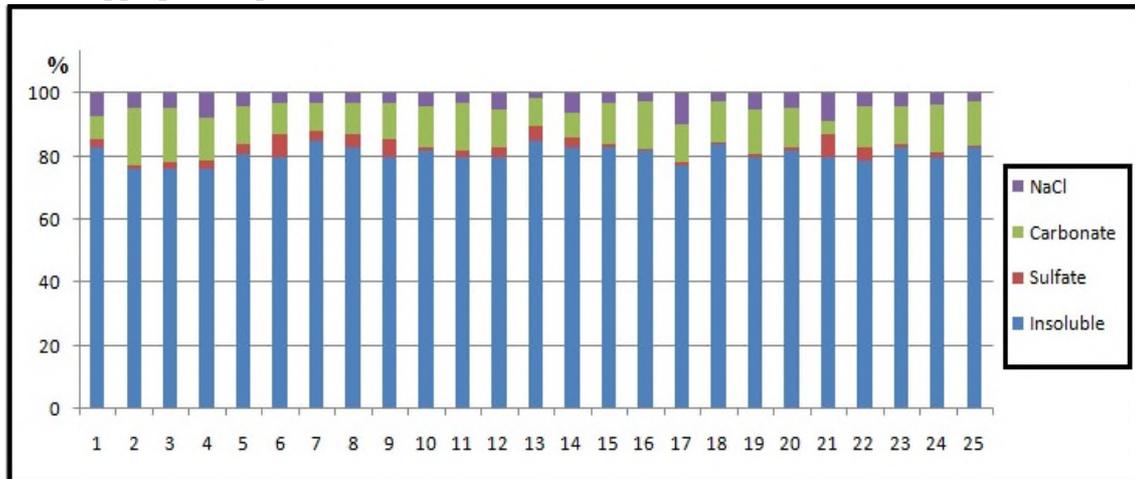


Figure 2: histogramme de résultats des analyses chimiques des sols de la zone non saturée.

3.4.1. Les carbonate dans les sols de la zone non saturée.

La carte de répartition des carbonates dans les sols de la zone non saturée (Fig. 56), montre que le pourcentage des carbonates oscille entre 7% et 20%. Les valeurs les plus faibles sont mesurées à l'est et l'ouest de la ville d'El-Oued et Bayadha, et les plus fortes sont mesurées au sud et au nord de la zone d'étude.

3.4.2. Les sulfate dans les sols de la zone non saturée.

Les sulfates, dans les sols, se trouvent sous différentes formes, on cite à titre indicatif : Sulfate de sodium (Na_2SO_4), sulfate de magnésium (MgSO_4), sulfate de calcium (CaSO_4), etc.

Cette fraction présente une importance considérable vis à vis du béton et devient nocive envers ce béton utilisé pour les fondations lorsque le taux dépasse les 3% en présence d'eau.

La fraction des sulfates est exprimée sous forme de gypse avec la formule chimique ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Le taux de sulfates oscille entre 0,68% et 4,56%, la carte de répartition des sulfates dans la zone d'étude, montre que les valeurs les plus fortes sont mesurées à la ville d'El-Oued et Bayadha, et les plus faibles valeurs sont mesurées au sud et à l'est, et sud de Kouinine de la zone d'étude.

3.4.3. Les insolubles dans les sols de la zone non saturée.

La carte de répartition des insolubles dans la zone non saturée montre que les valeurs importantes sont localisées dans les endroits de fortes altitudes (Ogla, Nakhla et les implantations de Mahri), les valeurs les plus faibles sont mesurées au niveau de dépressions de Chott, hôtel Louss et rejet de la ville d'El-Oued, à cause de la précipitation des sels minéraux (gypse, halite, calcite, etc.).

3.4.4. Le pourcentage de NaCl dans les sols de la zone non saturée.

L'halite se trouve dans les sols de la zone non saturée, avec des concentrations qui varient d'un endroit à l'autre, les valeurs fortes sont mesurées au rejet de la ville d'El-Oued et les faibles valeurs sont mesurées près de Sidi Abdalah, d'une manière générale le pourcentage de NaCl dans la région d'étude oscille entre 0,5% et 4%.

3.5. Essai de cisaillement rectiligne.

L'angle de frottement interne varie entre 30° et 32° , avec une moyenne de $31,2^\circ$, cette

valeur correspond aux sables éoliens situés dans un état de compacité moyen à assez élevé. La cohésion varie entre 0.010 et 0.25 bar, avec une moyenne de 0.19 bar.

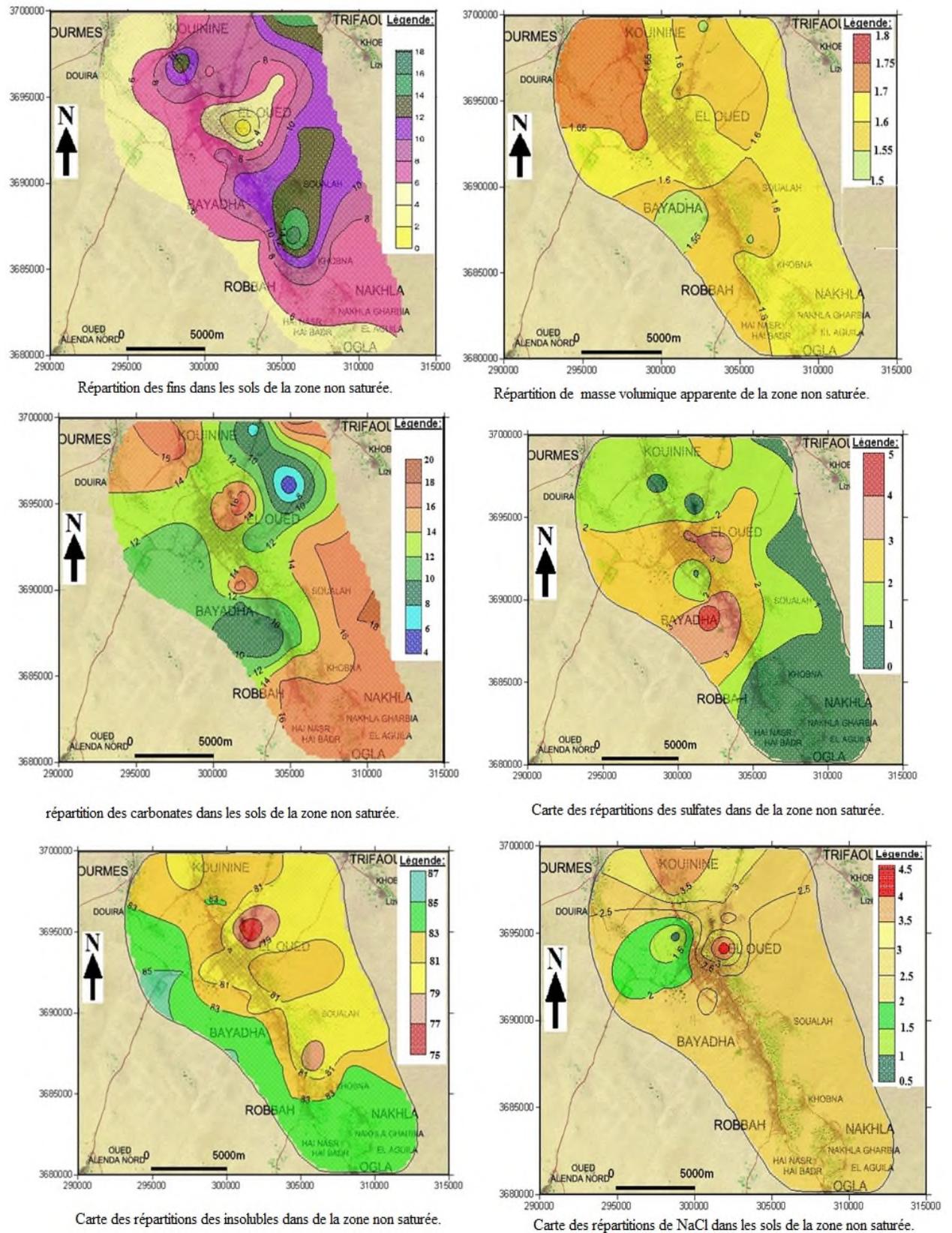


Figure 3 : Variations des paramètres géotechniques de la zone non saturée dans la région d'El Oued.

4. Conclusion.

A partir des essais effectués au laboratoire des travaux publics du sud on remarque que le sol de la région d'étude est un dépôt de sable fin à grossier, le pourcentage des solubles varie entre 16% et 25% (présences des cristaux de gypse et de calcite), il est très élevé dans les zones touchées par la remontée avec une présence des limons et des argiles. Avec une masse volumique faible d'ordre de 1.6 g/cm^3 .

Bibliographie.

ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques). 1993. Etude hydrogéologique de la région d'El-Oued: contribution au problème de la remontée des eaux de la nappe phréatique. RepTech. ANRH, Ouargla, 47 pp

ANRH (1993) : Étude hydrogéologique de la région d'El Oued. Agence nationale des ressources hydrauliques, Antenne régionale sud. Rapport.

Bouselsal.B (2007) : Etude hydrogéologique et hydrochimique de la nappe phréatique d'El- Oued. Mémoire de magistère, université d'Annaba.

Bouselsal, B et Kherici, N. 2014. Effets de la remontée des eaux de la nappe phréatique sur l'homme et l'environnement : cas de la région d'El-Oued (Sud-Est Algérie). Afrique Science, Vol.10, N°3, 1 septembre 2014.

Busson, G.1970. Le Mésozoïque saharien. 2^{ème} partie: Essai de synthèse des données des sondages algéro-tunisiens. Edit. Paris, « Centre Rech. Zones Arides », Géol. 811p. Ed. C.N.R.S.

Senoussi, M. et Aouat, M.A. 1992. Etude géophysique par sondages électriques de la région de Souf. Rapport ENAGEO. 40P.