

**CONTRIBUTION OF G.I.S. FOR THE SURVEY AND THE MANAGEMENT OF  
WATER RESOURCES IN THE BASIN “BENHANDJIR – TIRKOUNT” (AIN SEFRA)  
– MOUNTS OF KSOUR - SAHARIAN ATLAS – ALGERIA**

A. Rahmani\*, A. Bouanani, A. Kacemi, K. Baba Hamed

Laboratoire de recherche N°25, Département des sciences de la terre et de l'Univers. Faculté  
SNV-STU - Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, 13000, Algérie

Received: 23 September 2016 / Accepted: 23 April 2017 / Published online: 01 May 2017

---

**ABSTRACT**

This work relates to the space numerical data processing, containing information having a relationship with the study and the management of the water resources of the basin of « Benhandjir – Tirkount » (Ain Sefra) characterized by his principal aquifer system of the lower Cretaceous sandstone. The study aims to geographical information system (GIS). The adopted methodology is based on two steps. The first approach practical was to reconstitute the aquifer geometry and study of the hydrodynamic and hydrochemical parameters. Analysis of an important variation of the flow and mineralization helped highlight the leading role hydrogeological fault “*Ras Touil-Ain Sefra*”. The second approach methodological, elaboration from the thematic analyses the synthetic map will serve as a support to a better approach for the management and to identify the zones that are most favourable to wells for the drinkable water, and the agriculture.

**Keywords:** Ain Sefra – G.I.S. - water resources - lower cretaceous sandstone - fault “Ras Touil-Ain Sefra”

---

Author Correspondence, e-mail: [aerrahmani@yahoo.fr](mailto:aerrahmani@yahoo.fr)

doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v9i2.14>



## 1. INTRODUCTION

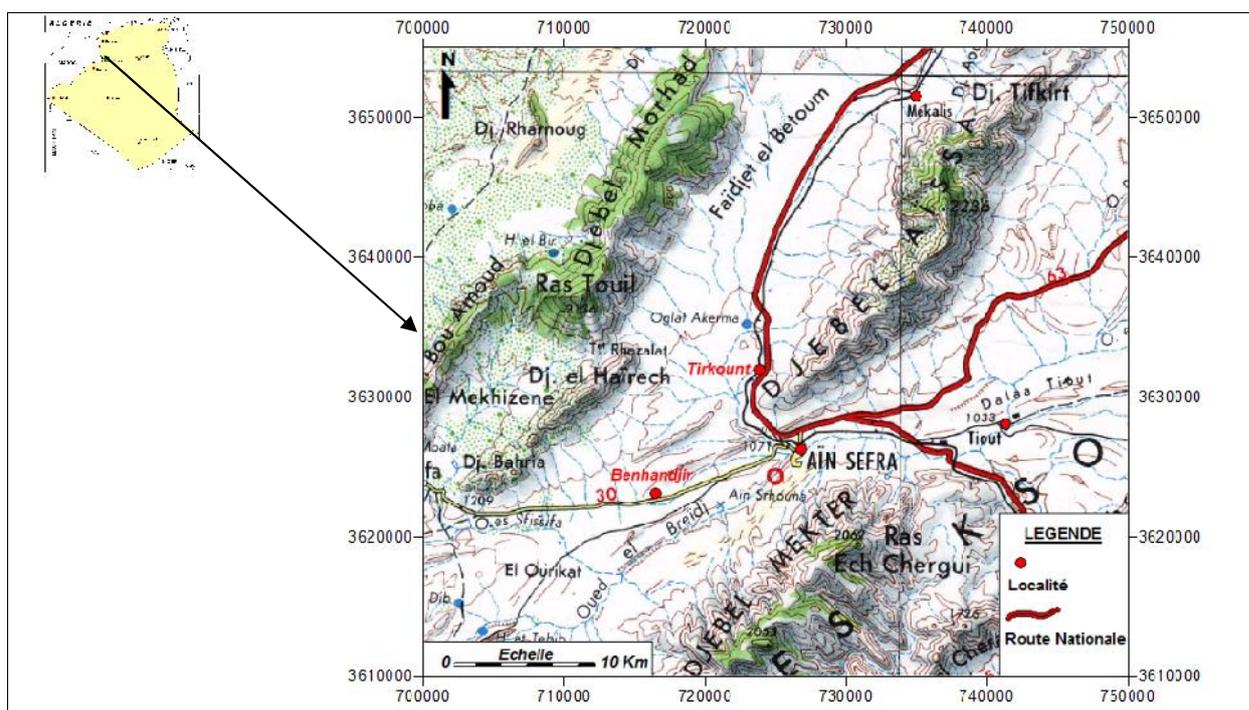
La région d'Ain Sefra fait partie des monts des Ksour. Son cadre géologique est bien connu grâce aux études photogéologiques [6] et stratigraphiques [2], et à son évolution lithostructurale [9]. Ses bassins hydrogéologiques, dont celui de Benhandjir – Tirkount, sont intimement liés à la structurale [10], et caractérisés par plusieurs systèmes aquifères à potentiel hydriques bien distinct, dont le plus important reste celui des grès Crétacés inférieurs qui a fait l'objet de plusieurs études, hydrogéologiques [7], piézométriques [1] et [10] et cartographique [11] et [13]. Il représente la principale ressource pour l'alimentation en eau potable de la ville d'Ain Sefra, ainsi que pour l'agriculture, première activité socio-économique et la plus consommatrice d'eau dans la région. Au cours de ces dernières années, en plus de la croissance démographique, de nombreux périmètres irrigués ont été créés, ce qui a nécessité l'installation de nouveaux forages. Ceci nous incite à poser le problème de la reconnaissance et la gestion des potentialités hydriques à travers la région, sans quoi tout aménagement risque d'être problématique pour les différents utilisateurs. Face à cette situation, il devient indispensable de développer des techniques modernes pour l'étude et la gestion de cette ressource. A cet effet on s'est intéressé aux systèmes d'information géographiques (S.I.G) que nous avons appliqué au bassin Crétacé inférieur « Benhandjir-Tirkount ».

Les objectifs assignés à cette étude sont de : structurer et réaliser une base de données cartographiques, afin d'analyser et d'évaluer de manière explicite les paramètres naturels topographiques, géologiques, hydrogéologiques, hydrologiques et hydrochimiques. Définir la géométrie de l'aquifère à partir de la géophysique, et comprendre les traits de son fonctionnement hydrodynamique, ainsi que l'hydrochimie, liée à la structurale notamment la faille Ras Touil- Ain Sefra. Proposer des modèles de plans d'information dérivés comme les cartes, piézométrique, de transmissivité, de débit et de minéralisation. Le croisement entre les différentes couches d'information permettra l'édition de différentes cartes thématiques. L'analyse de ces produits permettra l'élaboration d'une carte de synthèse qui servira comme support à une meilleure connaissance des paramètres hydrodynamiques, et un suivi quantitatif et qualitatif de la nappe. Enfin gérer et analyser les informations nécessaires pour le choix de

sites d'implantation de nouveaux forages pour les besoins en eau à différents utilisateurs.

### 1.1. Présentation de la région de Tirkount-Benhandjir

La région d'étude se situe dans le Sud-Ouest algérien (Fig.1.). Elle appartient au domaine atlasique occidental, chaîne montagneuse formant l'extrémité occidentale de l'Atlas Saharien appelée « *Monts des Ksour* ». Elle se situe dans le fond d'un couloir montagneux séparant les deux grands Djebels parallèles : Aissa – Mekter et Morhad – Hairech orientés Nord Est, Sud-Ouest.

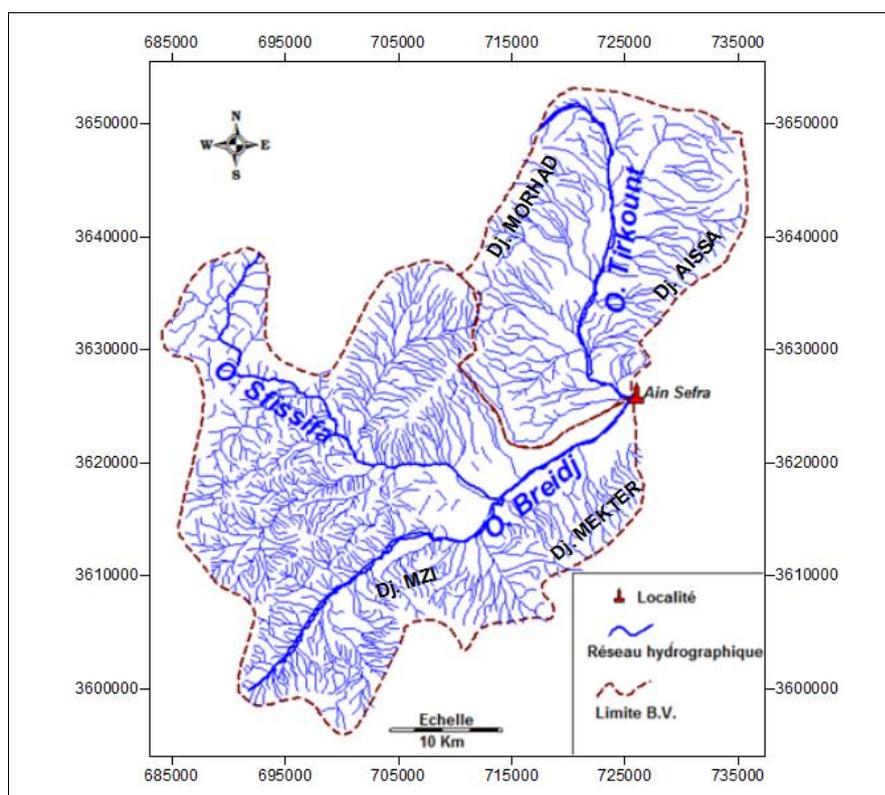


**Fig.1.** Situation du secteur d'étude (Carte –Ain Sefra -1/200 000)-

Avec une moyenne interannuelle des précipitations de 176 mm à Ain Sefra sur 32 années de mesures (1981 – 2012) et une température moyenne annuelle de 17.2 °C, la région d'Ain Sefra jouit d'un climat de type semi-aride à aride avec influence désertique, et une évaporation intense de l'ordre de 900 mm/an.

Ces bassins versants d'Oued Breidj et Tirkount d'une superficie respective de 1120 et 548 Km<sup>2</sup> font partie du grand ensemble hydrologique d'Oued Namous (Fig.2). Les principaux oueds sont, Oued Breidj qui draine les versants Nord du Djebel Mzi et Mekter, reçoit les eaux d'Oued Sfisifa et d'Oued Benikrou, Oued Tirkount qui draine les eaux du Djebel Morhad et Aissa. Ces deux oueds se rencontrent au centre d'Ain Sefra pour former Oued Ain Sefra qui

se dirige vers le Sud tout en recevant d'autres oueds comme Oued Tiout et Sam, formant un seul Oued celui de Rhouiba, pour former à la fin Oued Namous qui se perd dans le grand Erg occidental. Ils présentent, dans l'ensemble une forme assez ramassée ( $Kc = 1,54$ ), favorisant à priori, le temps de concentration des eaux de ruissellement ( $Tc = 14$  h). Les indices de pentes calculés (indice de pente de Roche  $I_p = 0.08$  et indice de pente global  $I_g = 4.75$  m/km) montrent qu'on est en présence d'un relief relativement plat, homogène, favorisant l'infiltration [10].



**Fig.2.** Le bassin versant et réseau hydrographique

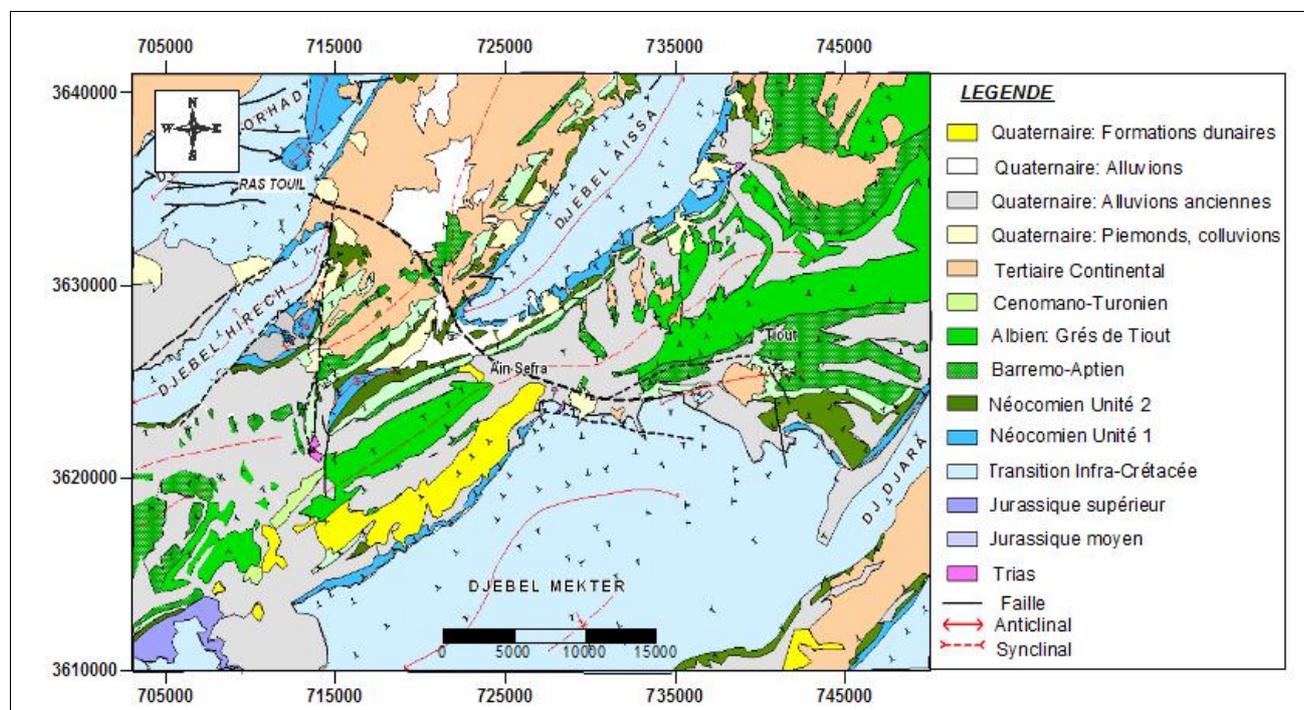
## 1.2. Cadre géologique

La série stratigraphique de la région d'Ain Sefra s'étale du Trias au Quaternaire récent (Fig.3).

Le Trias constitué d'argiles versicolores avec du gypse et du sel. Le Jurassique formé généralement de grès et d'argiles. Le Néocomien ou Formation de Tiloula (Membre inférieur et supérieur) formé de grès blancs et verdâtres, avec des intercalations d'argiles gypseuses.

Le Barremo-Albo-Aptien appelé formation de Tiout [2], d'une épaisseur moyenne de 1065m, cette masse principale de grès présente un faciès assez caractéristique, quoique pas toujours

différenciable des autres étages gréseux. Ce sont des grès massifs rouges à stratifications obliques dans lesquels apparaissent des niveaux lenticulaires de dragées de quartz, entrecoupés par des passées argileuses. Les grès se présentent en gros bancs, occupant le cœur des synclinaux de l'Atlas saharien occidental. Cette formation se divise en trois membres : inférieur, médian et supérieur [8]. Le Cénomano-Turonien, formé par un ensemble d'argiles pélitiques gris verdâtre gypsifère et un ensemble formé de calcaires dolomitiques massifs et de marnes blanchâtres. Le Tertiaire continental série attribuée au Mio-pliocène formée de couches rouges argilo-gréseuses entrecoupées de niveaux gypsifères. Le Quaternaire formé d'alluvions et de formations dunaires.



**Fig.3.** Carte géologique de la région d'Ain Sefra (Galmier 1972) (digitalisée)

Aux différents alignements [6] et les linéaments [9] (Fig.4a), s'ajoute l'accident « Ras Touil – Aïn Sefra », décelé par l'étude géophysique [4] (Fig. 4b). Cette faille normale de direction moyenne N150 qui a fonctionné à la fin du Jurassique, recoupe transversalement deux grandes structures anticlinales orientées SW-NE celle de Djebel Hirech – Morhad à l'ouest, et celle de Dir Hirech – Djebel Aissa à l'est. Ces deux grands anticlinaux d'âge Jurassique sup. sont séparés par le grand et large synclinal de Tirkount – Garek Kheil - Benhandjir à sédimentation détritique et terrigène d'âge Crétacé inférieur [3].

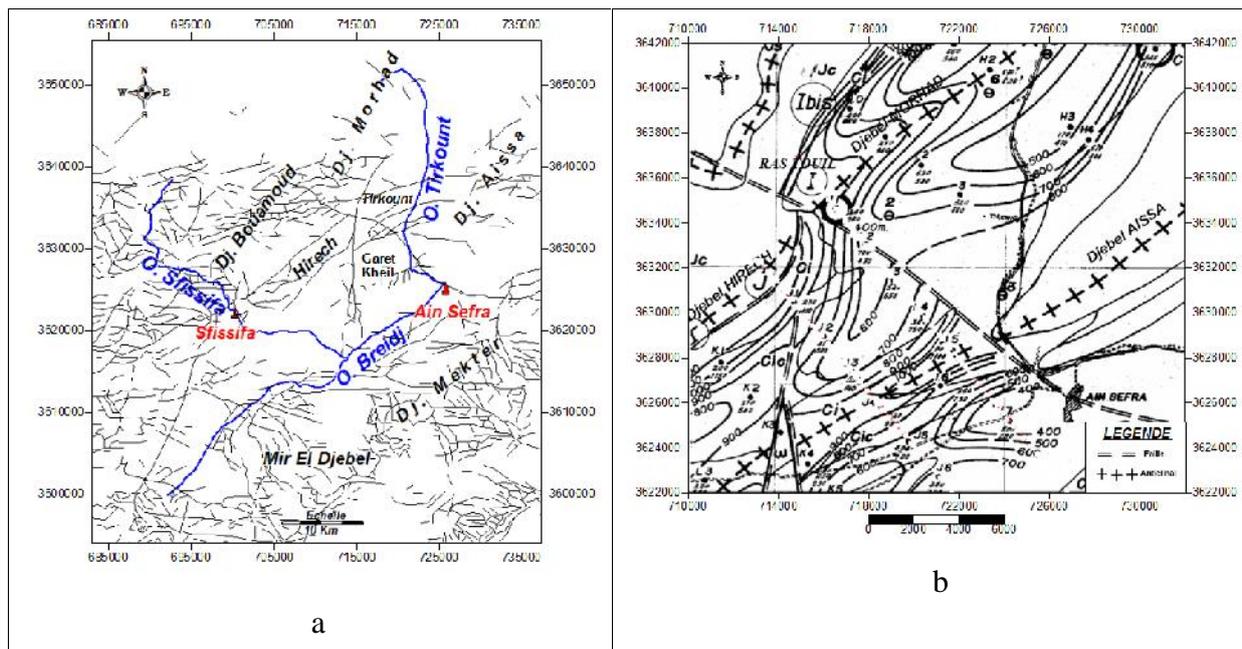


Fig.4. Carte de linéaments (Galmier 1972 – Kacemi 2013) (a) et (CGG 1974)(b)

### 1.3. Cadre hydrogéologique

La coupe hydrogéologique schématique (Fig.5) établie sur la base de l'étude géophysique, montre l'existence de deux systèmes aquifères potentiels [12].

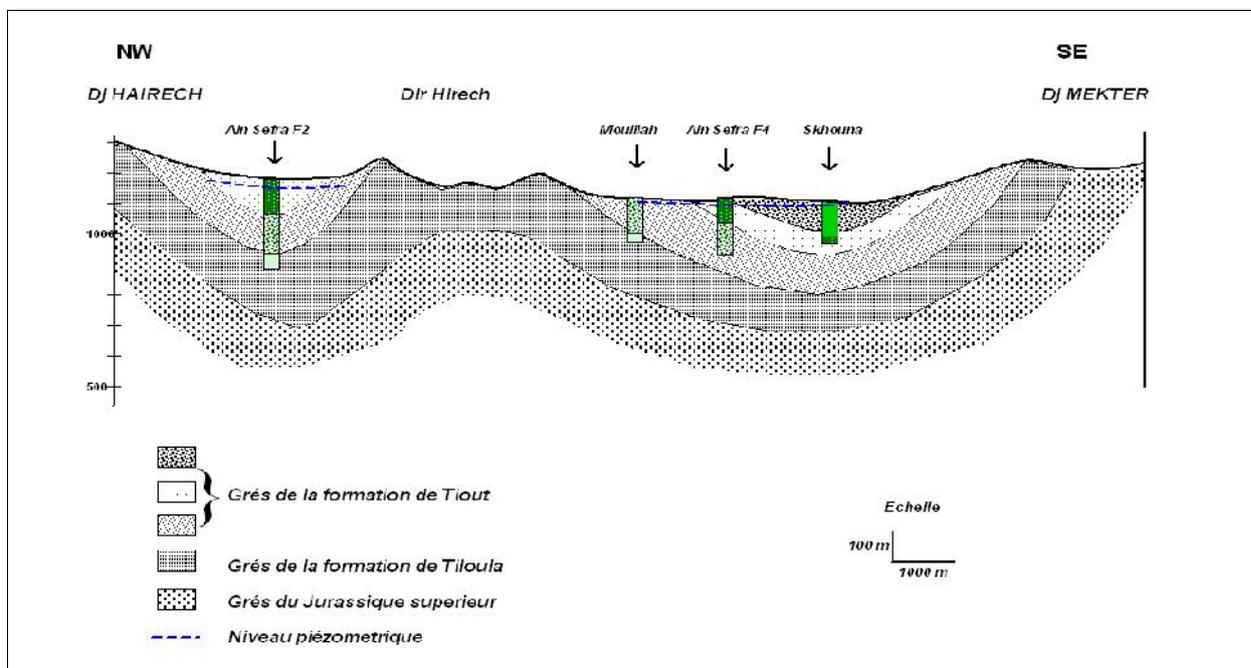
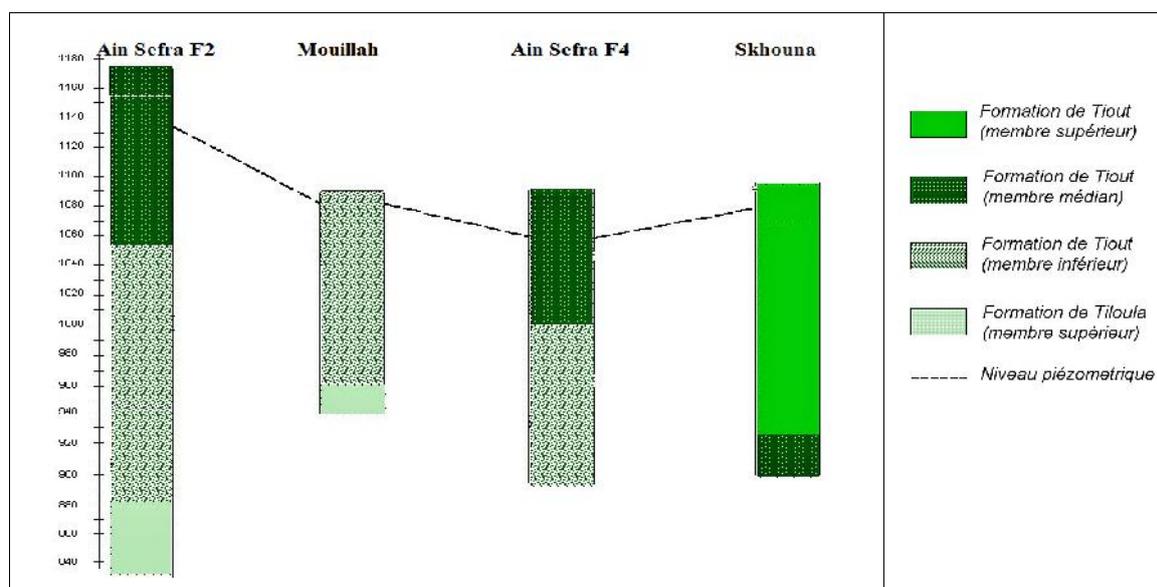


Fig.5. Coupe hydrogéologique schématique NW - SE

Les grès du Jurassique supérieur: affleurant généralement aux piedmonts des Djebels (Aissa – Mekter – Hirech - Morhad).

Les grès massifs du Crétacé inférieur : captés par les forages de la région d'étude (Fig. 6), dont leur interprétation révèle deux niveaux, les grès de la formation de Tiloula (membre supérieur), avec intercalations argileuses, et les grès massifs de la formation de Tiout (membre supérieur et médian): à porosité d'interstices et de fissures, intercalés par des passées argileuses rougeâtres, conférant une semi captivité à la nappe, et où l'alimentation par drainance joue un rôle important [10].



**Fig. 6.** Essai de corrélation des coupes de forages de la région d'Ain Sefra

## 2. MATERIELS ET METHODES

Dans cette étude, l'apport des systèmes d'information géographique (S.I.G), permet d'effectuer une analyse spatiale pour l'établissement des cartes de synthèse des eaux souterraines de la nappe du Crétacé inférieur de la région. La région objet d'étude s'étend sur environ 1668 km<sup>2</sup> et dispose d'une banque de données extrêmement riche. Les informations spatiales et/ou temporelles stockées portent sur les aspects suivants : la topographie, la géologie, les données de forages, la piézométrie et la qualité des eaux. Une synthèse actualisée de l'ensemble des données portant sur la ressource en eau souterraine a permis de constituer une base de données géo-référencée, permettant une recherche rapide et précise de l'information sur ce réservoir d'eau relativement important. La méthodologie adoptée consiste à élaborer un SIG pour le traitement des différentes informations organisées dans une base de

données. La démarche appliquée dans ce cadre nécessite une compilation des données géographiques relatives à la topographie, la géologie, l'hydrogéologie et l'hydrochimie.

**2.1. Collecte de données :** Les données de sources diverses sont inventoriées sur terrain, et à partir de plusieurs organismes dont la Direction des Ressources en Eau de la wilaya de Naama (DRE Naama) [5], et par numérisation des cartes existantes (Tableau 1).

**Tableau 1.** Les composantes thématiques de la géodatabase.

Paramètres	Topologie	Mode d'acquisition	Origine
Topographie	Polylignes	Numérisation	Cartes topographiques 1/100 000 et 1/50 000
Hydrographie	Polylignes	Numérisation	Cartes topographiques 1/100 000 et 1/50 000
Géologie	Polygone	Numérisation	Cartes géologiques (Ain Sefra) 1/100 000
Tectonique	Polylignes	Numérisation	Cartes géologiques (Ain Sefra) 1/100 000
Points d'eau	Points	Interpolation	Inventaire DRE Naama et campagne de terrain
Piézométrie	Polylignes	Interpolation et digitalisation	Inventaire DRE Naama et campagne de terrain
Transmissivité	Polylignes	Interpolation et digitalisation	Inventaire DRE Naama
Minéralisation	Polylignes	Interpolation et digitalisation	Inventaire DRE Naama

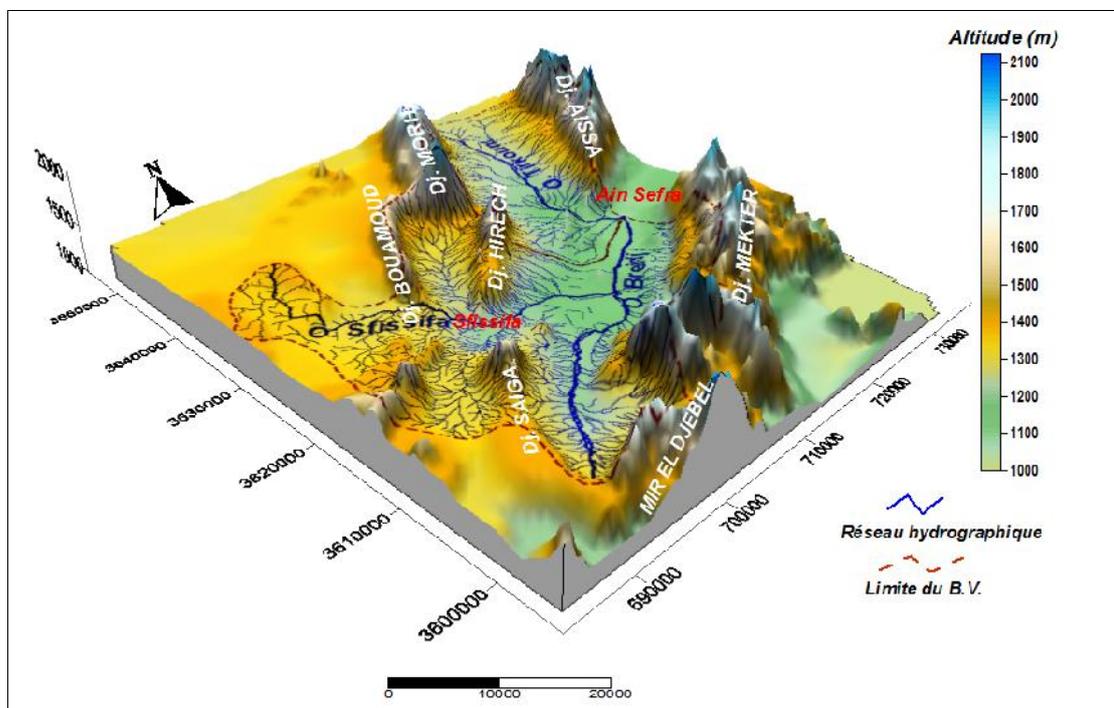
**2.2. Elaboration des plans d'information :** Un certain nombre de documents cartographiques a été élaboré, en vue d'une meilleure identification de la géométrie du réservoir et des modalités d'écoulement. Dans ce cadre les logiciels utilisés sont, « *MapInfo Professional V6.5* » associé à « *Microsoft Access* » et « *Surfer 8* », ainsi qu'au module complémentaire « *Vertical Mapper* ».

Pour géoréférencier notre support cartographique, le choix s'est porté sur le système de coordonnées géographiques U.T.M. (Universel Transverse Mercator) W.G.S.84 (World Global System 1984) Fuseau 30, pour l'ensemble des cartes de la zone d'étude, conformément au système de référence géographique utilisé en Algérie.

### 3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

**3.1. Approche en trois dimensions (3D) :** L'intérêt de la représentation en trois dimensions dans le domaine de la géologie est certain lorsqu'on s'intéresse à l'hydrogéologie. Cette approche peut s'effectuer à partir d'un modèle numérique du terrain (MNT) qui servirait de référence. Dans notre cas d'application nous avons utilisé cette technique pour :

- la topographie pour mieux représenter les limites de nos bassins versants.
  - La géologie pour mieux délimiter les gouttières synclinales
  - la piézométrie pour confirmer le sens d'écoulement.
- *La topographie :* Le modèle numérique de terrain constitue l'élément de base du SIG, car il délimite les bassins versants, et donne un aperçu sur le relief, qui est l'un des premiers critères conditionnant l'emplacement d'un forage. Le modèle topographique du relief de la zone d'étude (Fig. 7), a été obtenu par interpolation et digitalisation des courbes de niveaux équidistantes de 10 et 20 m, et les points cotés saisis sur les cartes topographiques de la région d'étude, au 1/50 000, 1/100 000 et 1/200 000 numérisée et calée.



**Fig.7.** Superposition du réseau hydrographique avec la topographie (vue en 3D)

La région se caractérise par un réseau hydrographique développé et ceci peut être expliqué par la nature topographique de la zone d'étude : en effet les reliefs les plus élevés dépassent les 2000 m, avec des pentes de 6 à 49 %. Malgré la rareté des précipitations, les crues sont assez violentes et causent souvent des dégâts assez importants.

- *La géométrie de l'aquifère* : un bloc diagramme géologique (Fig.8) a été réalisé à partir des données de l'étude géophysique et lithologique de quelques forages réalisés dans la région. L'examen du modèle montre l'aspect du réservoir. Nous sommes en présence de 02 domaines séparés par la faille Ras Touil-Ain Sefra, l'un au Nord où apparaît le recouvrement du tertiaire continental et où les formations crétacées arrivent fréquemment à l'affleurement, l'autre au Sud de la faille, dont la majorité des formations Crétacées sont gréseuses. La série gréseuse garde une épaisseur homogène dans la zone de Tirkount attribuée au « membre médian et inférieur de la formation de Tiout », et une variation importante dans la zone de Benhandjir attribuée au « *membre supérieur* ». C'est dans cette partie que la reconnaissance de cet aquifère est recommandée.

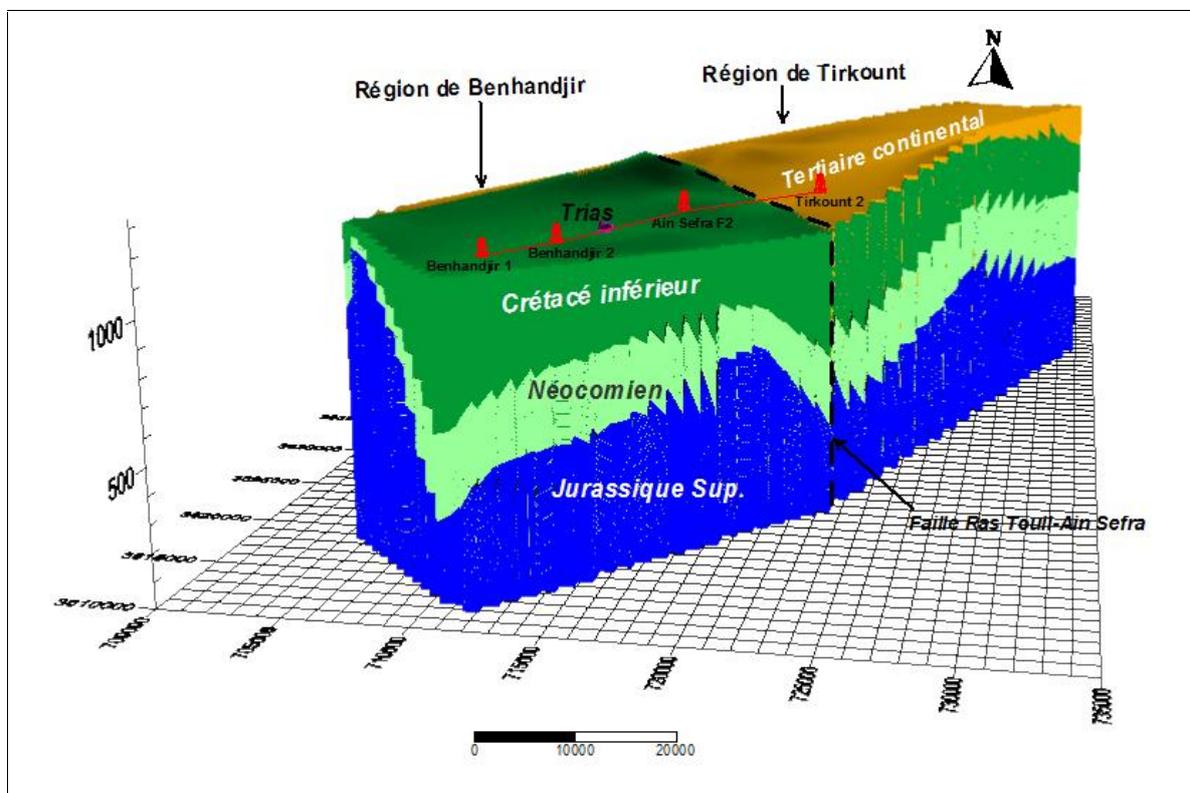


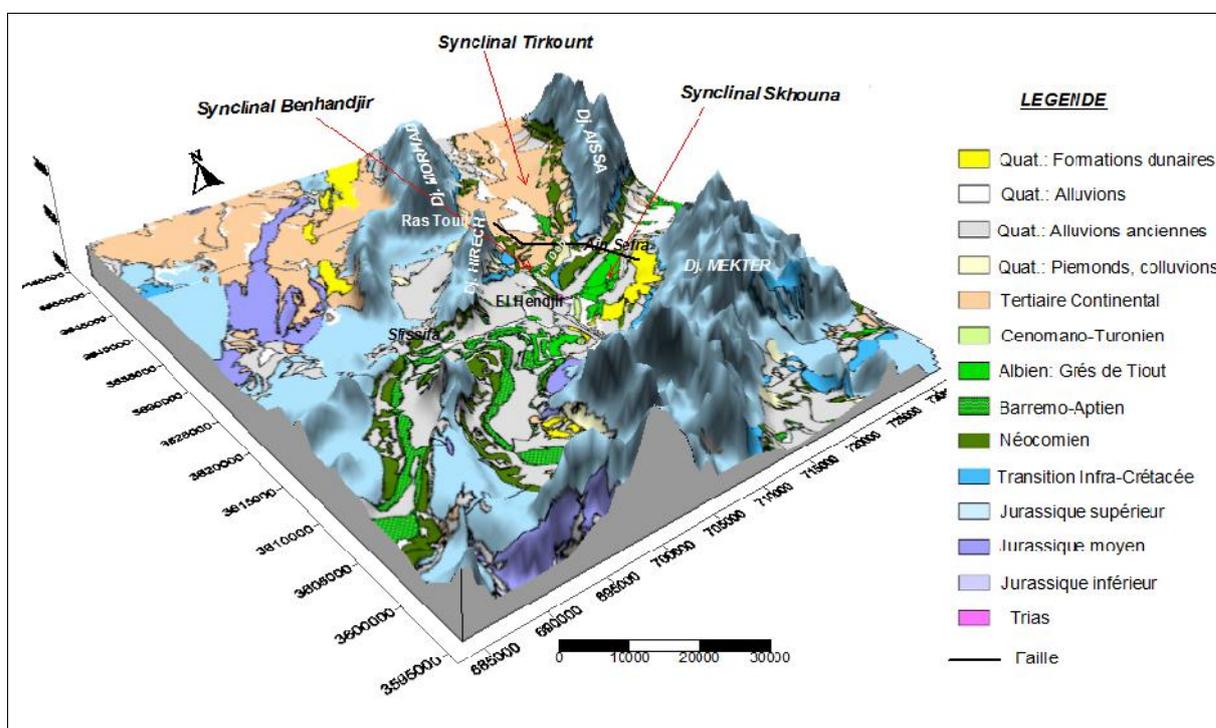
Fig.8. Bloc diagramme géologique de direction NE-SW

- *Le modèle géologique de terrain* : En superposant les cartes, topographique, géologique et tectonique, numérisées et digitalisées, un modèle géologique tridimensionnel a été conçu (Fig. 9), et à partir duquel nous avons pu délimiter les gouttières synclinales :

« *Tirkount* » au Nord située entre les anticlinaux de Djebel Aissa et Morhad.

« *Benhandjir* » limitée Au Nord par la faille « Ras Touil Ain-Sefra », au Sud par l'anticlinal Garet Deba.

« *Skhouna* » limitée : Au Nord par l'anticlinal de Djebel Aissa, à l'Ouest par la faille bordant le flanc Est de Djebel Hirech et l'alignement triasique d'El Hendjir, au Sud l'anticlinal de Djebel Mekter



**Fig.9.** Modèle géologique de terrain

### 3.2. Etude hydrodynamique et hydrochimique

Chacun des points d'eau (sources, forages et puits) a été relié, au travers d'un SIG, à une base de données contenant les coordonnées (UTM), l'altitude, le niveau piézométrique, le débit, la transmissivité et la minéralisation. Ce qui nous a permis d'établir des cartes thématiques.

*Débits et Transmissivité* : L'exploitation de la base de donnée hydrogéologique et l'établissement d'une analyse thématique sur l'attribut relatif au débit utilisé lors des pompages d'essai a permis de définir 03 classes de productivité des ouvrages ( fig.10a). Les

secteurs les plus productifs de la nappe (Q supérieur à 15 l/s) sont situés au Sud de la faille (zone de Gareit Kheil et Benhandjir), par contre les moins productifs (Q inférieur à 07 l/s) dans la zone de Tirkount (Nord de la faille). Les valeurs de la transmissivité (Fig.10b) varient entre  $3.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  et  $10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$  [12]. La différence est visible de part et d'autre de la faille Ras Touil -Ain Sefra. Le secteur le plus transmissif de l'ordre de  $10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$  est enregistré au secteur Sud, et le moins transmissif de l'ordre de  $3.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  au Nord.

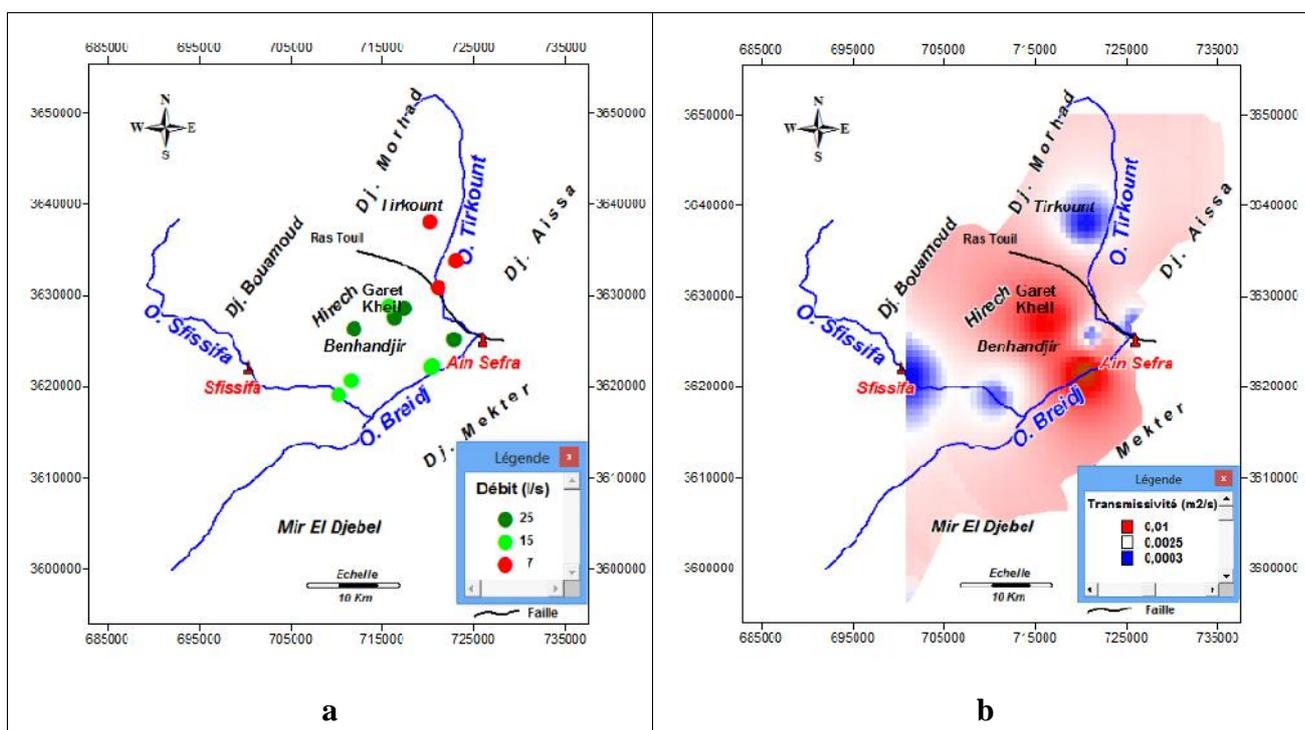


Fig.10. Carte de débit (l/s) et transmissivité ( $\text{m}^2/\text{s}$ ).

*La piézométrie:* L'écoulement s'opère de part et d'autre Nord-Est Sud-Ouest et Sud-Ouest Nord Est vers l'accident tectonique Ras Touil Ain Sefra (Fig. 11a). Les lignes de courant montrent que les eaux drainées proviennent des flancs Sud de Djebel Hirech et Morhad, et Nord de Djebel Aissa. Les lignes de partage des eaux s'apparentent aux crêtes des anticlinaux ceinturant les cuvettes piézométriques. Le gradient hydraulique de la nappe (Fig.12b) varie entre 5‰ au Sud-Ouest et 80‰ au Nord-Est, de part et d'autre de la faille. Cette différence s'explique par la variation des perméabilités des réservoirs confirmant la lithostratigraphie, où dans la zone Sud les grès prennent de l'importance au détriment des formations argileuses.

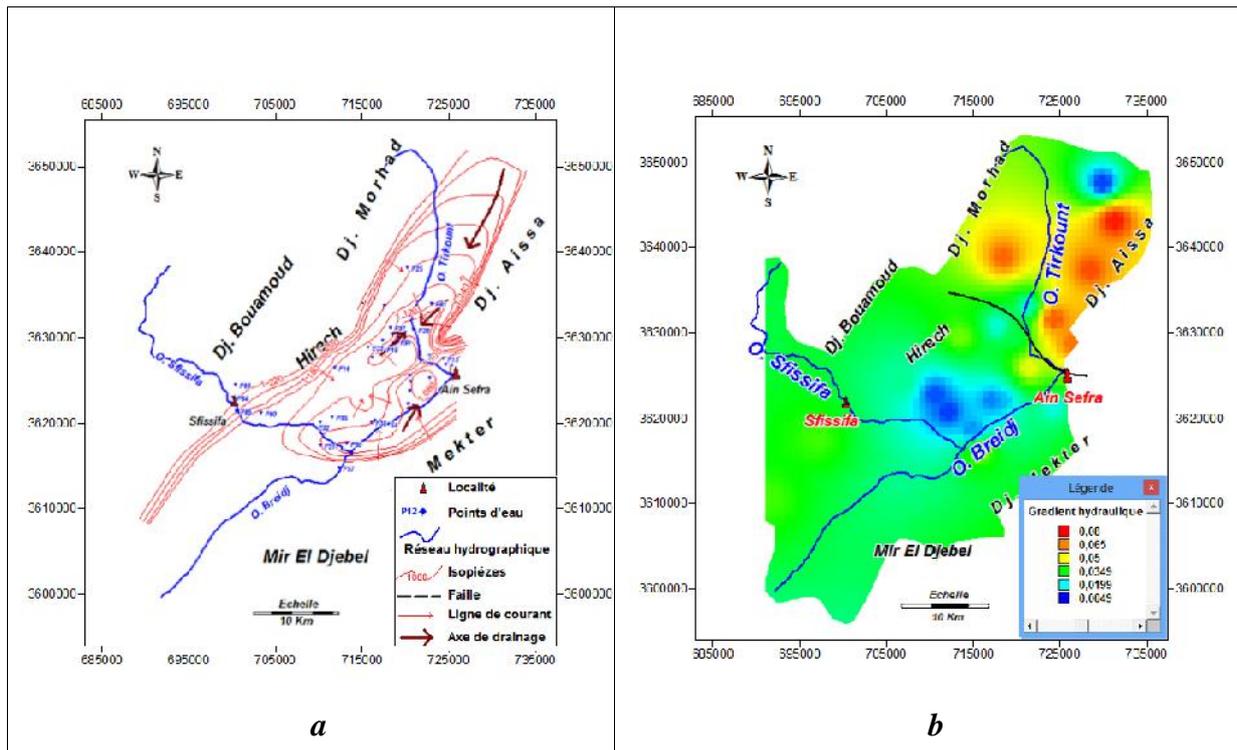


Fig. 11. Carte piézométrique et de gradient hydraulique

La présentation de la piézométrie tridimensionnelle (Fig.12) nous renseigne sur l'écoulement global de la zone d'étude, où on remarque une zone de captage privilégiée, coïncidant avec la faille « Ras Touil- Ain Sefra », jouant le rôle d'un barrage souterrain naturel, dont les coordonnées géographiques sont définies sous MapInfo 6.5.

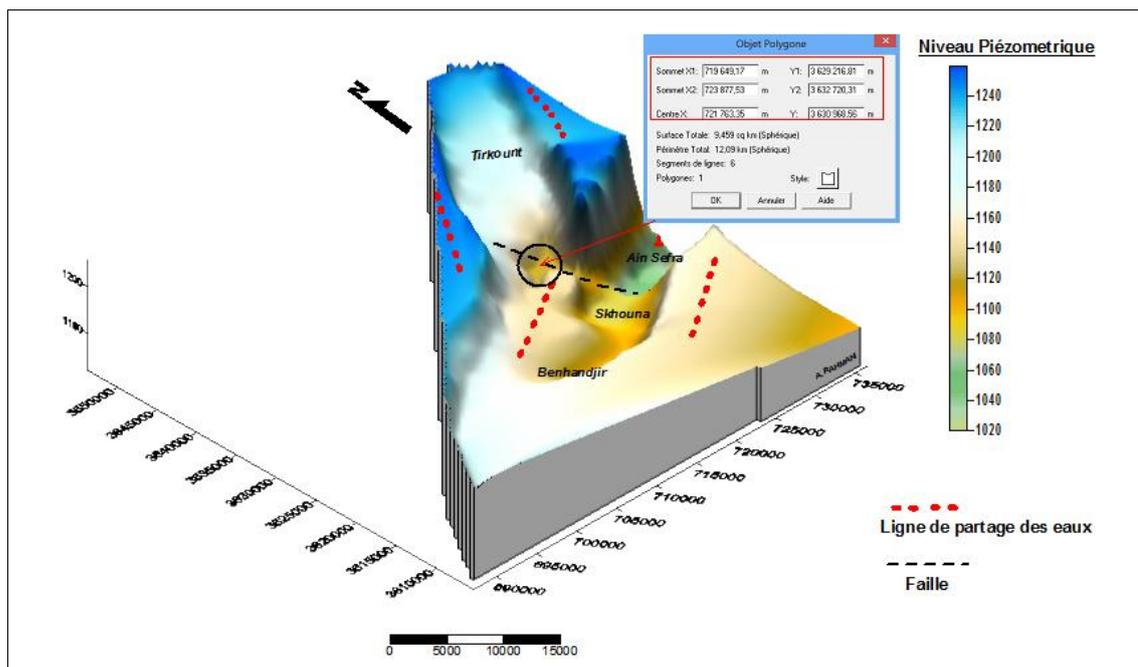
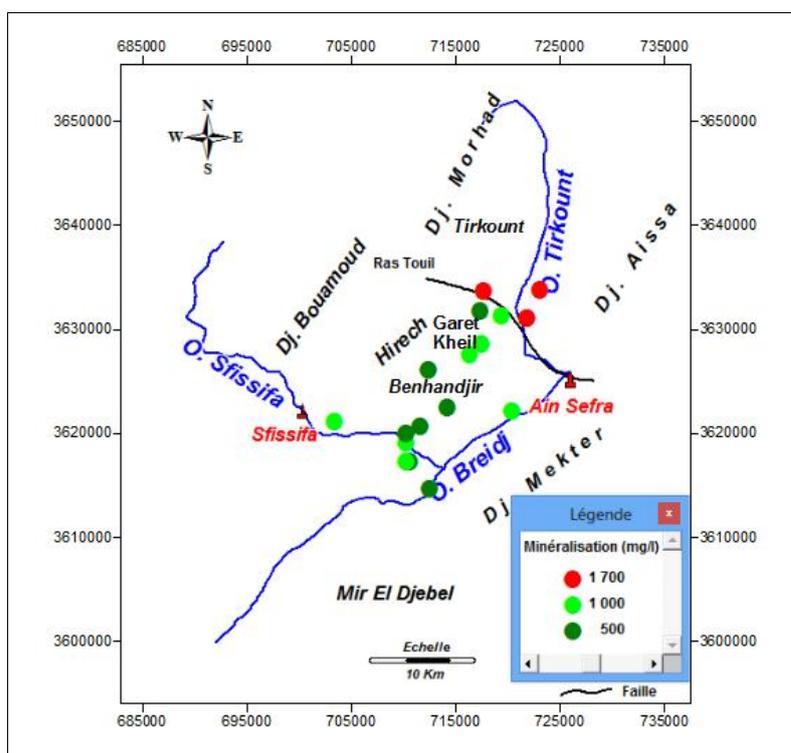


Fig.12. La piézométrie de la région de Tirkount en vue tridimensionnelle

*L'hydrochimie* : Les eaux prélevées de la nappe sont de type chloruré et sulfaté calcique et magnésien, révélant le rôle prédominant du gypse dans la détermination des faciès hydrochimiques des eaux de la région caractérisant la majorité des terrains lagunaires et continentaux. L'analyse thématique sur l'attribut relatif à la minéralisation (Fig.13) nous indique une différence de valeurs de part et d'autre de la faille, avec des valeurs élevées supérieures à 1700 mg/l au niveau du bassin de Tirkount, et d'autres inférieures à 1000 mg/l au niveau de Gareit Kheil-Benhandjir.



**Fig.13.** Analyse thématique de la minéralisation

### 3.3. Fusion et superposition des données

Un modèle géologique tridimensionnel par drapage sur la topographie a été réalisé, dans lequel des informations hydrogéologiques (débit) (Fig. 14a) et hydrochimique (minéralisation) (Fig.14b) sont introduites. Le but est d'obtenir de nouvelles informations par la représentation des divers résultats sur un seul et un même support permettant une analyse plus globale. Ces cartes, nous permettent la délimitation des zones à exploiter par l'implantation de nouveaux forages. Aussi quantitativement et qualitativement les espaces les plus favorables à investir pour l'alimentation en eau potable sont à chercher dans la zone de Benhandjir (débit supérieur à 15 l/s pour une minéralisation inférieure à 1000 mg/l), où le fonçage doit s'arrêter

au toit du membre médian de la formation de Tiout. Quand à la zone de Tirkount (minéralisation supérieure à 1500 mg/l) elle peut être exploitée pour l'irrigation et le pastoralisme.

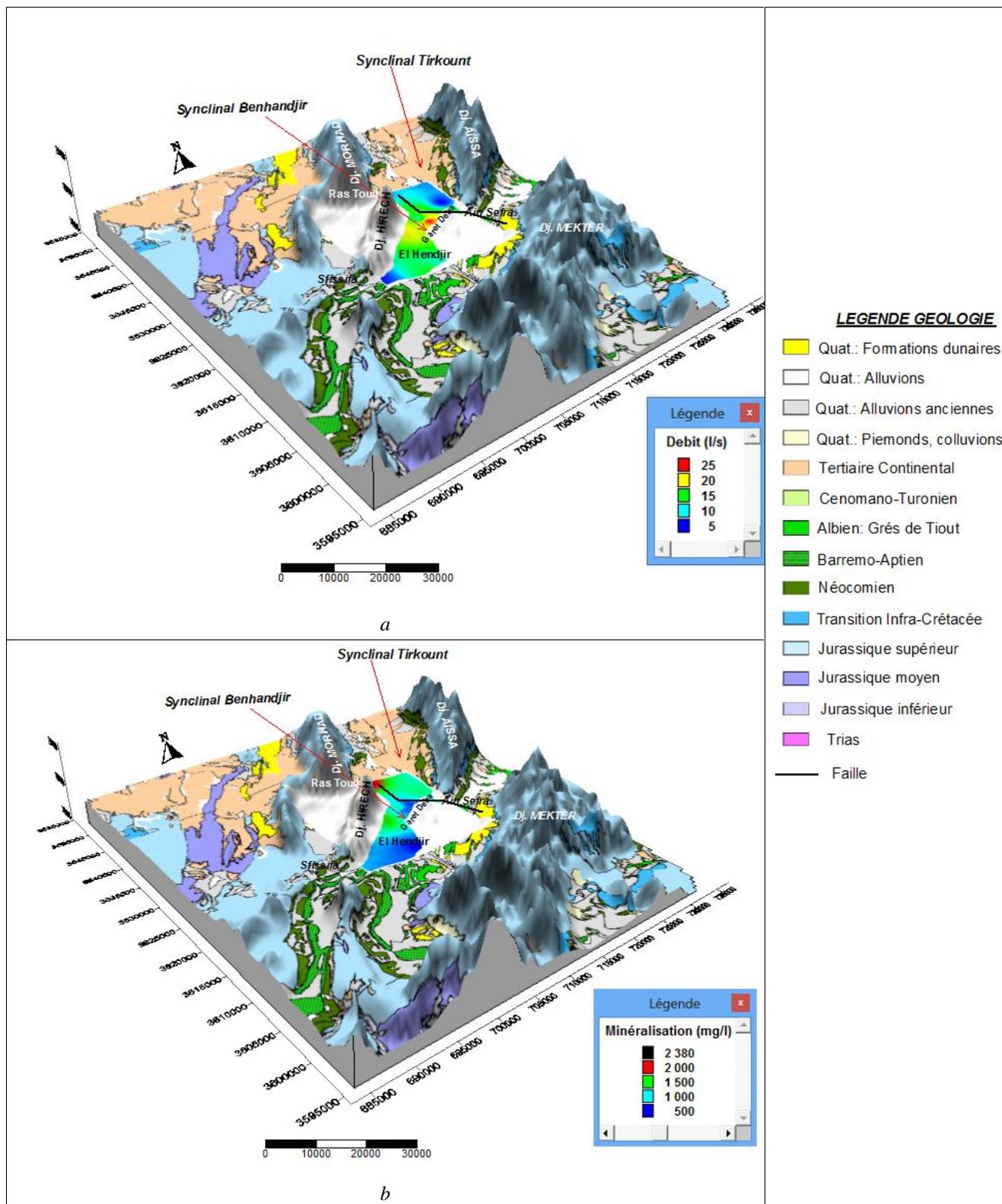


Fig.14. Vue tridimensionnelle des zones de débit et de minéralisation

#### 4. CONCLUSION

L'apport du Système d'Information Géographique, a permis :

1) De décrire la zone, en allant de la surface, jusqu'en profondeur.

Ainsi la topographie, la géométrie, la structurale (faille Ras Touil-Ain Sefra) et la nature lithologique des formations ont une influence directe sur les écoulements des eaux souterraines et le chimisme de l'aquifère. Afin d'améliorer l'infiltration directe alimentant l'aquifère à partir des précipitations, le modèle géologique de terrain peut servir comme un outil d'aménagement pour la proposition de sites de recharges en se basant sur la carte de perméabilité des affleurements.

2) La conception des cartes thématiques et documents graphiques, permettant d'analyser la répartition spatiale des différents paramètres hydrogéologiques notamment le débit, la transmissivité, le gradient hydraulique et la minéralisation. L'analyse spatio-temporelle des différents paramètres hydrodynamiques et hydrochimiques a contribué à la compréhension de l'hydrodynamisme de la nappe du Crétacé inférieur de la zone d'étude.

3) Une modélisation de l'écoulement souterrain en trois dimensions pour identifier le cheminement de l'eau souterraine.

4) La superposition des différentes cartes, et l'établissement des supports notamment la carte qui présente une meilleure approche pour la sélection de futurs sites potentiels pour l'implantation d'éventuels forages.

Cette expérience montre que les SIG sont d'un apport majeur dans l'étude et la gestion des ressources en eaux, notamment à travers la collecte et la conservation des données relatives aux différents paramètres hydrologiques et hydrogéologiques avec la possibilité de réactualisation.

#### 5. REFERENCES

- [1] Abada A. Contribution à l'étude hydrogéologique du bassin de Oued Breidj (Monts des Ksour- Atlas Saharien Occidental) Algérie- Thèse Magister- USTHB-Alger-244 p. (1986)
- [2] Bassoulet J.P. Contribution à l'étude stratigraphique du Mésozoïque de l'Atlas Saharien Occidental (Algérie) – Thèse Fac Science PARIS VI- 497 p., 50 fig., 32 Pl. (1973)

- 
- [3] Belhadj L., Ardallah A. Lithostratigraphie sédimentologie et structurologie de la région de Belefoufa (Ain Sefra) Atlas Saharien Occidental Mémoire d'ingénieur- Université de Tlemcen- 75 p., 27 fig., 3 Pl. (2008)
- [4] Compagnie Générale de Géophysique (CGG). Etudes géophysiques dans la région d'El Bayadh –Zone Mekalis –Tirkount-El Hendjir- Rapport inédit- (1974)
- [5] Direction des Ressources en Eau Naama . Données des analyses physico-chimique et les essais de pompage des forages.- Rapport inédit – (2012).
- [6] Galmier D. Photogéologie de la région d'Ain Sefra (Algérie). Thèse Doctorat d'Etat. Faculté Sc. Paris. 320 p., 9 cartes. (1972)
- [7] Grandarowski G. Etude hydrogéologique de la région d'Ain Sefra –Rapport-. (Service Etude Scientifique) – Oran – (1965)
- [8] Kacemi A. Cartographie et dynamique sédimentaire de la série fin Dogger début Crétacé (Djara-Rhoundjaia) des Monts des Ksour (Atlas Saharien -Algérie-) Mémoire Magister -Université d'Oran-.194 p., 47 Fig., 15 Pl.(2005)
- [9] Kacemi A. Evolution lithostructurale des Monts des Ksour (Atlas Saharien Algérie) au cours du Trias et Jurassique: Géodynamique, Typologie du bassin et Télégestion. Thèse doctorat en sciences -Université Tlemcen-. 229p, 88 fig, 18 pl. (2013)
- [10] Mansour H. Hydrogéologie du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal en domaine aride. Exemple des Monts des Ksour (Atlas Saharien Occidental – Algérie) Thèse Doctorat d'Etat -Université d'Oran-407 p.162 fig.8 Pl. (2007)
- [11] Mansour H., Issaâdi A., Stamboul M. et Zeroual I. Apport des systèmes d'information à l'établissement d'une cartographie hydrogéologique régionale (monts des ksour, atlas saharien occidental, Algérie) Bulletin du Service Géologique National Vol. 19, n° 1, (2008) pp.71-85
- [12] Rahmani A. Contribution à l'étude hydrogéologique du synclinal « El Hendjir -Ain Sefra-Tiout » Monts des Ksour (Atlas Saharien Occidental) Algérie Mémoire d'ingénieur -Université d'Oran- 100 p., 55 fig. (1994)
- [13] Rahmani A. Apport des S.I.G. dans la caractérisation hydrodynamique et hydrochimique

---

de la nappe du Crétacé inférieur de la région d'Ain Sefra (Atlas Saharien Occidental –Algérie-) Mémoire Magister - Université de Tlemcen – 120p. 74 fig.19 tab.(2010)

**How to cite this article:**

Rahmani A, Bouanani A, Kacemi A and Baba Hamed K. Contribution of G.I.S. for the survey and the management of water resources in the basin “Benhandjir – Tirkount” (Ain Sefra) – Mounts of Ksour - Saharian Atlas – Algeria. *J. Fundam. Appl. Sci.*, 2017, 9(2), 829-846.