

**I-Introduction**

L'hydrogéologie est une discipline qui recoupe l'hydrologie et la géologie. Il en résulte deux approches différentes mais complémentaires permettant de définir l'hydrogéologie :

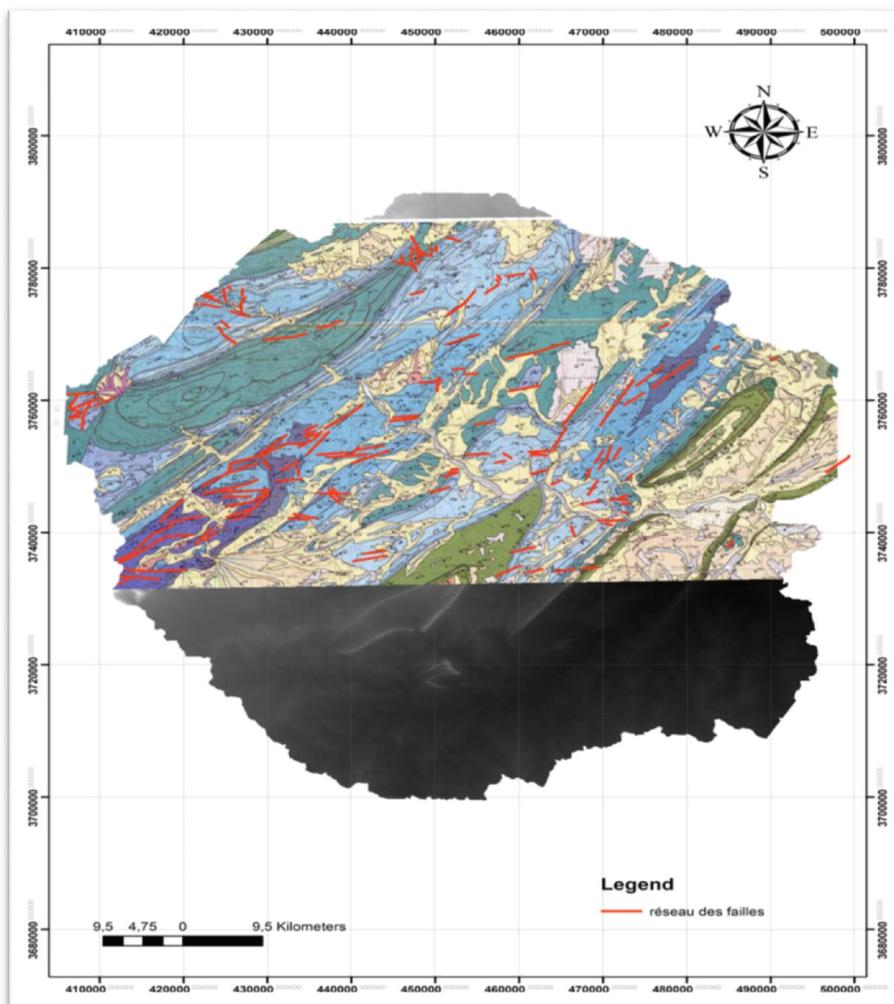
Une spécialisation de la géologie qui traite des propriétés des milieux portant notamment sur leur capacité à contenir et à laisser l'eau souterraine s'écouler.

Une spécialisation d'hydrologie qui traite l'eau souterraine en tenant compte des conditions géologiques.

Dans l'étude hydrogéologique la première étape consiste à effectuer la synthèse des données existantes (forages, puits, piézomètres et sources) en les intégrant dans un système d'information géographiques (SIG).

**II-Les phénomènes structuraux (Fig. 59)**

La structure a un grand impact sur l'hydrogéologie de la région, les grands synclinaux des grés fissurés du Barrémien-Albien constituent les aquifères les plus importants du Djebel Amour séparés par les anticlinaux coiffés du Jurassique d'orientation générale NE - SW. Ces anticlinaux du Jurassique sont affectés par des failles de direction N 60° à N 80° et N 160° à N 170° qui jouent un rôle de drain.



**Fig. 59 : Schéma structurale de la zone d'étude.**

On site aussi le décrochement de Tadjmout de direction NNW-SSE, selon J. Guillemot (1972) pense qu'il s'agit d'un accident touchant le socle. Le long de son trajet, on rencontre les formations sommitales du Quaternaire, généralement constituées de sables rouges dont l'épaisseur permet l'existence d'un inféro – flux. L'importance de l'écoulement souterrain au niveau de Tadjmout avait poussé les autorités françaises à édifier un barrage souterrain captant l'inféro - flux de l'Oued M'zi.(in Stamboul.2012)

**III-Description des aquifères:**

Le tableau si dessous représente un log hydrogéologique synthétique des différents aquifères

**Tab.42 :log hydrogéologique synthétique (in Chenafi 2013).**

LOG	ÉPAISSEUR (m)	ÉTAGE	LITHOLOGIE	CARACTÉRISTIQUES HYDROGÉOLOGIQUES	
	0 - 1	Quaternaire	Albien, sable	Peu perméable	Interstices
	80	Turonien	Calcaire	Perméabilité de fissure	Fissure, Karstique
	150	Cénomani en	Marnes gypseuses	impermeable	Substratum
	100	Albien supérieur	Calcaire gréseux	Perméabilité mixte	Interstices et fissures
	100	Albien inférieur	gréseux	Perméable	Aquifère multicouche Circulation d'interstices et de formes de chenaux
	50 à 60	Aptien			
	1100 à 1200	Valanginien à Barrémien			
	120	Portlandien	Calcaire	fissures	Circulation de fissures
	170	Kimméridgien	Marne gypseux	impermeable	Substratum
	150	Kimméridgien	Gréseux	impermeable	Circulation d'interstices
	350	Kimméridgien supérieure	Marno-calcaire Marne gypseux Marno-calcaire	impermeable	Substratum
	500	Kimméridgien supérieure	Gréseux	perméable	Aquifère profond Circulation d'interstices et de fissures

**a. Aquifère du Kimméridgien Supérieur gréseux et argilo-gréseux (formation de Khaloua):**

L'aquifère est installé dans les grés moyen rouges parfois blanchâtres fissurés (N 160°) avec des intercalations d'argile verte bleutée à jaunâtre, d'une épaisseur de 500 m c'est

parmi les aquifères les plus important pour la localité d'Ain Madhi, ces grès sont caractérisés par l'émergence de quelques sources (Ain Tlélis, Ain Madhi et Ain Kourdane).

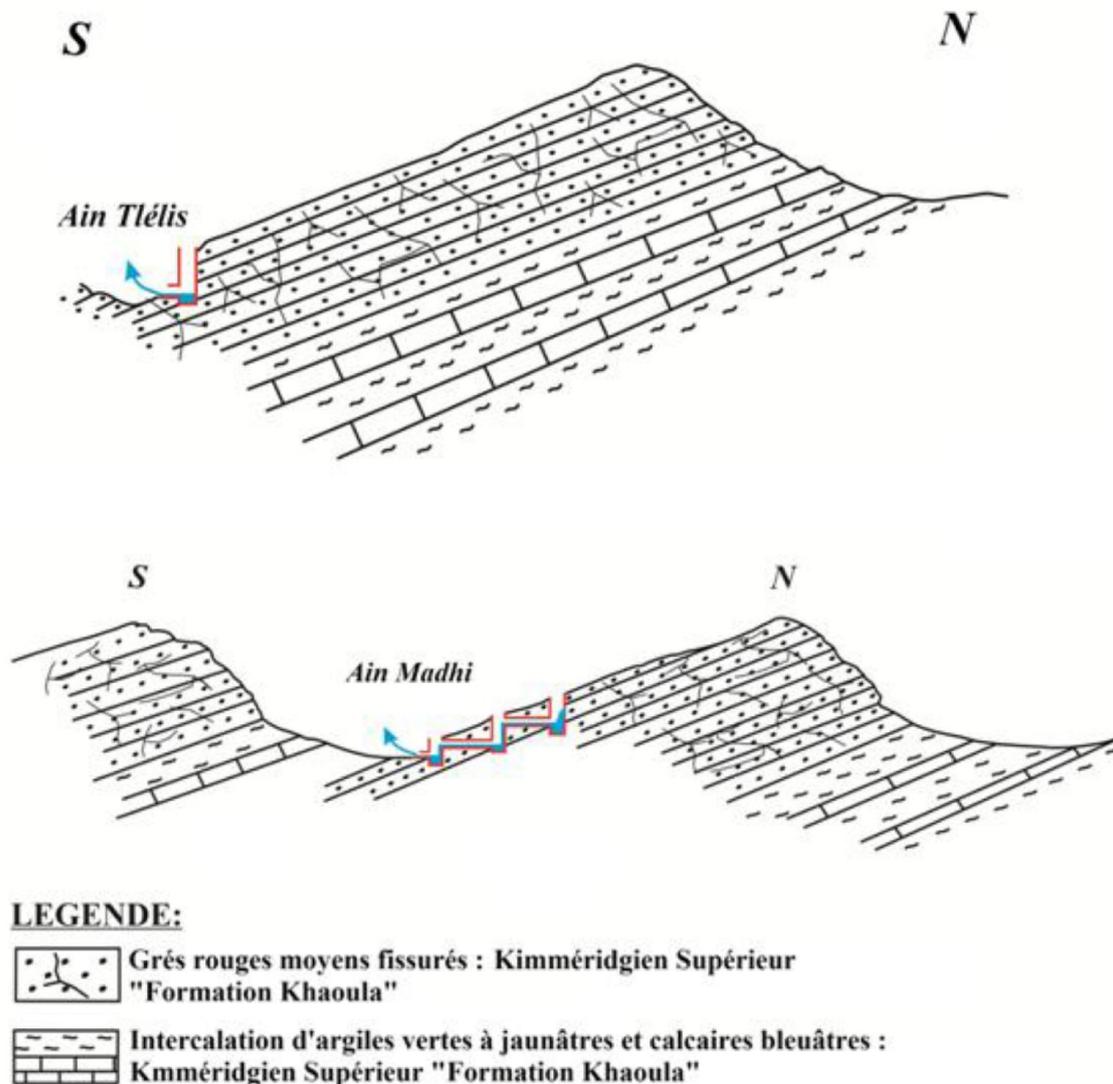


Fig. 60: Conditions d'émergence de la source d'Ain Tlélis (0,5 l/s) et d'Ain Madhi (4 à 5 l/s) (in Med. Stamboul, 2012).

**b. Aquifère du Portlandien**

**b-1-Aquifère des calcaires du Portlandien Inférieur (La base de la formation calcaire de Zeireg) : (Fig. 61 )**

Il est formé essentiellement par des calcaires gris à bleuâtres. Les forages exécutés au sud du djebel Mouesta pour des profondeurs de 150 m montrent une intercalation de calcaires bleuâtres et de marnes vertes à grisâtre avec présence souvent de bancs centimétrique de gypse, le niveau statique est 15 à 20 m, le niveau dynamique est 35 à 40 m pour un débit

compris entre 5 et 8 l/s. La minéralisation est supérieure à 2g/l donc l' eau est de mauvaise qualité chimique .

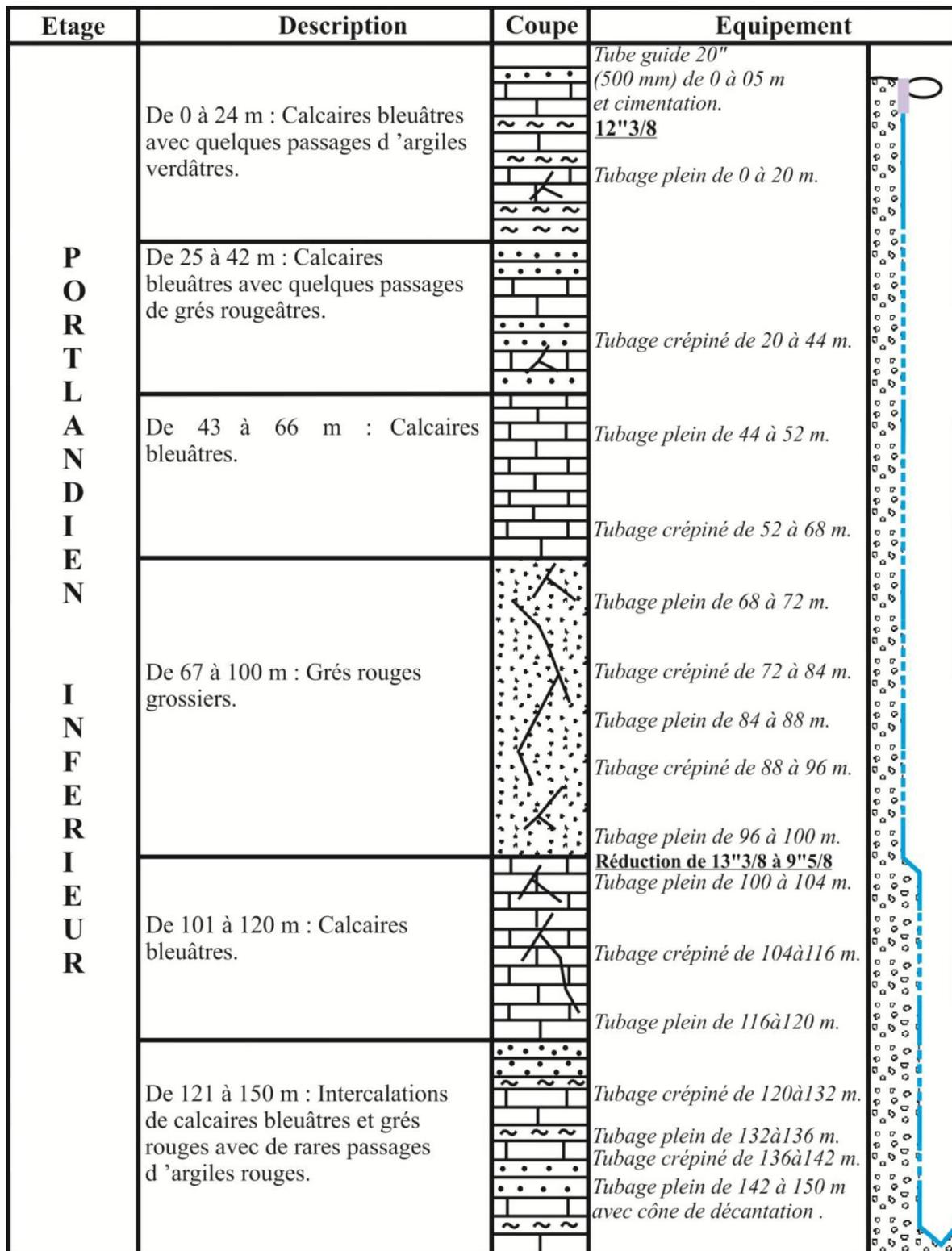


Fig. 61 : Forage de coordonnées : X : 473,22 2 Y : 358,08 Z : 933 m.



Ph.04 : affleurement des calcaires à niveaux marneux du Portlandien (in Chenafi, 2013).

**b-2. Aquifère des grès à chenaux du Portlandien Supérieur (formation de Tadmit inf.)**

Cette formation est observable au niveau de Kourdane et au sud du Djebel El Mouesta. Plusieurs forages ont été exécutés au sud du Djebel Mouesta, montrent une intercalation de grès moyens, fissurés de couleur rouge brique et blanchâtre, de calcaires bleuâtres fissurés et d'argiles rouges.

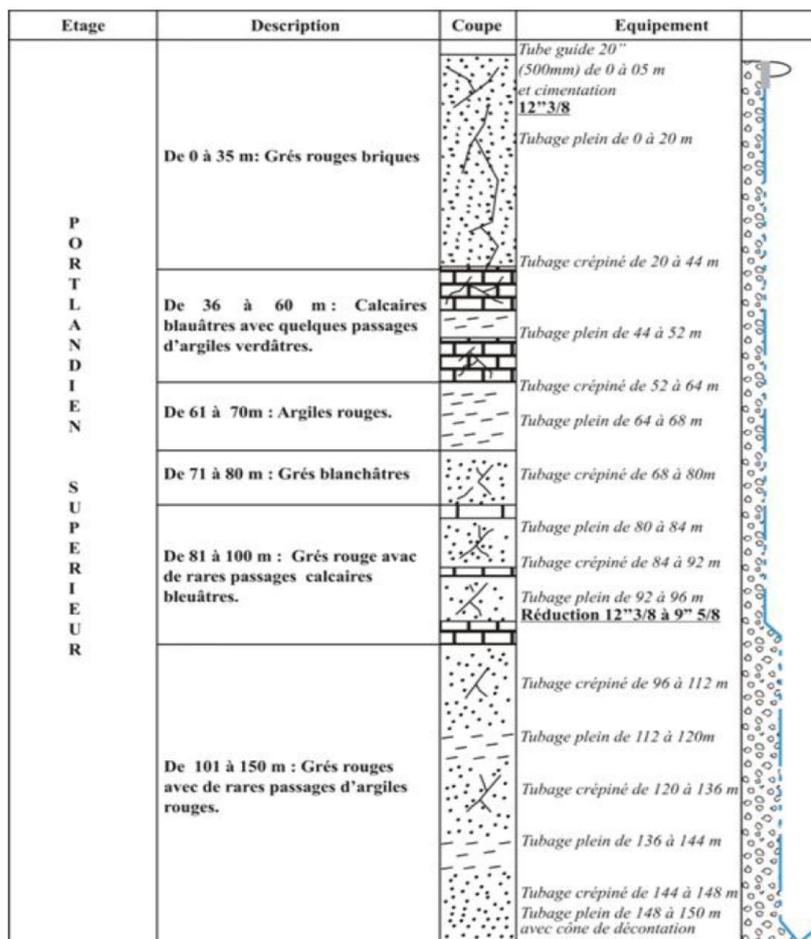
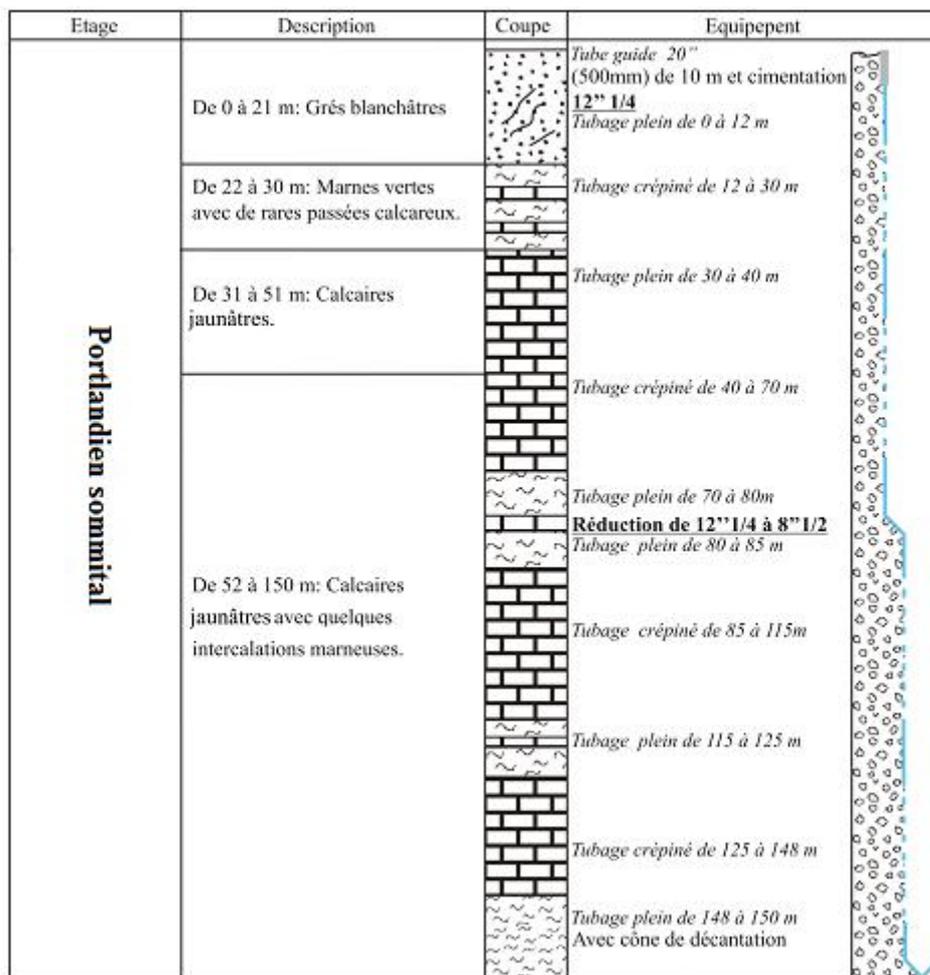


Fig. 62 : Forage X:472,82 Y : 357,88 Z : 886 m

Le niveau statique varie de 25 m à 32 m, le débit était de 12 à 14 l/s pour une côte d'aspersion de 82, le niveau dynamique est compris entre 50 et 60 m.

**c. Aquifère des calcaires du Portlandien sommital .(Le sommet de la formation de Tadmit sup).**

C'est un aquifère installé dans les calcaires jaunâtres très fissurés d'épaisseur d'environ 200 m. Les forages (Fig. 63) qui captent cet aquifère présentent une profondeur de 150 m et montrent des calcaires jaunâtres à rare intercalations de marnes verte, le niveau statique est de 12 m, pour une pompe placée à 60 m et un débit de 18 l/s, le niveau dynamique est de 16,5 m.



**Fig. 63: Forage captant le Portlandien sommital**

**d. Aquifère des grés du Barrémien-Albien :**

C'est l'aquifère le plus important de la région du point de vue épaisseur qui dépassent les 1200 m formé par des grés moyens blanchâtres et rougeâtres assez fracturés formant les grands synclinaux de l'Atlas Saharien Central avec des intercalations argileuses.

La plus part des forages se situent au niveau du Barrémien qui se présente comme une seule unité bien individualisée.

C'est un aquifère multicouche avec un système supérieur libre et un système inférieur captif et présente une perméabilité mixte.

Au sud :

- A Ain Madhi : c'est un synclinal allongé des dizaines de kms suivant une direction SW – NE pour une largeur moyenne de 10 km Cette structure est limitée par :

Au Sud par l'anticlinal de Tadjmout et sa continuité vers Ain Madhi (les formations du Néocomien supérieur (Le sommet de la formation de Tadmit supérieur).

Au Nord par la grande structure anticlinale qui forme Djebel Azreg : Les anticlinaux allant de Djebel Merkeb à l'ouest (Kourdane) jusqu'à l'anticlinal du Djebel Mdaouar à l'est.

A l'Ouest par la fermeture périclinale des formations allant du Kimméridgien Supérieur au Portlandien Supérieur.

A l'Est par les formations du Jurassiques et du Mio – Plio – Quaternaire.

Le réservoir est constitué par l'épaisse série des grès. Les variations de granulométrie et la présence des quelques niveaux argileux rompent la monotonie de la série et ont permis la mise en place d'un aquifère multicouches. Son alimentation se fait directement par les précipitations et il peut fournir un débit important.

A Laghouat au niveau de Hamda Le Barrémien-Aptien-Albien forme un structure anticlinale ou la nappe parfois est en charge surtout à proximité de la charnière, de nombreux forages captent l'aquifère au niveau de cette localité dont le forage de Milok (eau minérale).

### **Au niveau de la partie médiane du Djebel Amour :**

C'est le synclinal de Madna allongé selon une direction SSO -NNE sur plus de 100 kms avec une largeur moyenne de 10 kms au SSE, et qui dépasse les 30 kms vers le NNE, plusieurs émergences existent à son niveau. Vue, l'accès difficile et le nombre de points d'eau très réduit on n'a aucune indication sur cette aquifère.

### **Au Nord : C'est la cuvette d'Aflou :**

Il s'agit de l'aquifère le plus important de la région d'Aflou. La nappe est implantée dans une structure synclinal allongé sur plus de 80 km suivant une direction SSW – NNE pour une largeur de 10 km.

### **e. Aquifère du Mio-Pliocène**

On peut en déduire son importance hydrogéologique à partir des forages établis au niveau du sillon prés atlasique, formé par des argiles sables grés et calcaires.

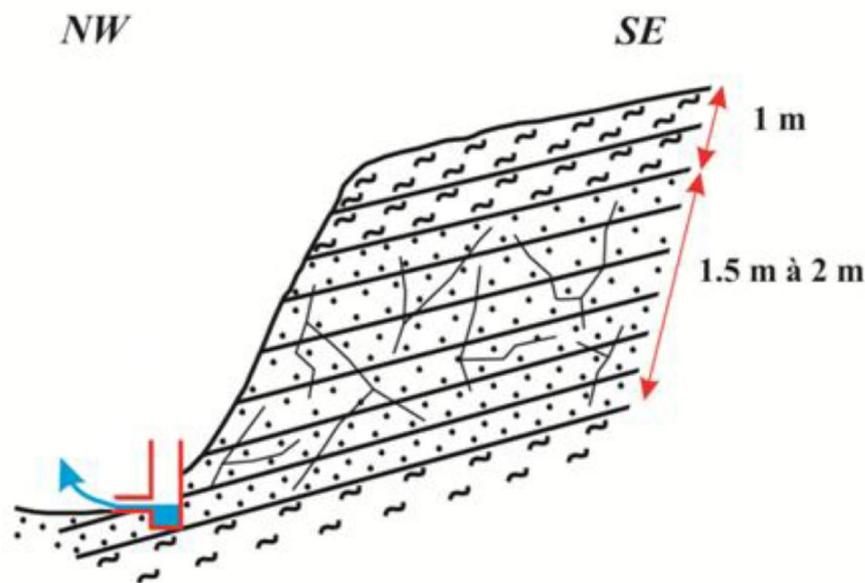
**f- Aquifère des alluvions quaternaires**

Depuis 1978 on a effectué un nombre très important de puits captant cet aquifère ce que met en valeur son intérêt hydrogéologique. il est formés par des galets, sable et graviers.

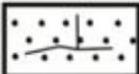
**IV. Etude de l'aquifère du Barrémien-Albien**

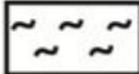
**a. Au Sud à Ain Madhi : (Fig. 64)**

A quelques kilomètres au nord-est de Tadjmout et au sud de la route reliant les deux localités Tadjmout et Ain Madhi, émerge la source Ain El M'Zabi au niveau du contact des grés et argiles rouges du Barrémien. Le débit est de 1,5 l/s, cette source est mal captée car l'écoulement est contrecarré par de différents obstacles (constructions d'un abri à son niveau).



**LÉGENDE:**

 **Grés rouges fissurés**

 **Argiles verdâtres**

**Fig. 64 : Conditions d'émergence de la source d'Ain El M'zabi.**

**d-2. Les forages captant l' aquifère du Barrémien : (Figs. 65 et 66)**

- **Ain Madhi** : Plus d'une quarantaine de forages ont été exécutés au niveau de la cuvette de Sidi Ali Tidjani à la région de Tadjmout, soit par battage à câble (la profondeur est de l'ordre d'une centaine de mètres) ou par forage en rotary (la profondeur est 150 à 400 m), d'un niveau statique compris 12 m (au niveau de l'axe du synclinal) et 32 m (au niveau des

flancs du synclinal), à noter que ces forages sont très productifs malgré les essais de fin de sondage avec des débits de l'ordre de 14 à 25 l/s.

Coordonnées :

	X	Y	Z
F2 :	475,41	364,38	921 m
F4 :	475,5	365,75	926 m

Etage	Description	Coupe	Equipement
BARREMIEN	De 0 à 50 m: Grés moyens à dragées de quartz.		Tube guide 20" (500 mm) de 0 à 10 m etcimentation. <u>12"3/8</u> Tubage plein de 0 à 26 m  Tubage crépiné de 26 à 40 m
	De 51 à 65 m: Intercalation de grés grossiers rouges et argiles.		Tubage plein de 40 à 48 m Tubage crépiné de 48 à 48 m
	De 66 à 84 m Grés moyens à dragées fissurés.		Tubage plein de 68 à 72 m Tubage crépiné de 72 à 88 m
	De 85 à 120 m: Grés moyens blanchâtres avec des passages d'argiles rouges.		Tubage plein de 88 à 92 m Tubage crépiné de 92 à 100 m <b>Réduction de 12"3/8 à 8" 5/8</b> Tubage plein de 100 à 104 m Tubage crépiné de 104 à 116 m
	De 121 à 138 m: Grés rouges grossiers.		Tubage plein de 116 à 124 m Tubage crépiné de 124 à 144 m
	De 139 à 150 m: Argiles rouges à rares passages gréseux.		Tubage plein de 144 à 150 m

Fig. 65 : Le forage F2.

Étage	Description	Coupe	Équipement
BARREMIEN	De 0 à 30 m : Grés grossiers blanchâtres (de 0 à 2 m argiles rouges).		Tube guide 20'' (500mm) de 0 à 10 m et cimentation 12''3/8 Tubage plein de 0 à 21 m
	De 31 à 58 m : Grés moyens blanchâtres avec des passages d'argiles rouges.		Tubage crépiné de 21 à 45 m Tubage plein de 45 à 53 m
	De 59 à 90 m : Grés moyens à dragées fissurés.		Tubage crépiné de 53 à 81 m Tubage plein de 81 à 85 m
	De 91 à 112 m : Intercalation d'argile rouges et grés.		Tubage crépiné de 85 à 93 m Tubage plein de 93 à 97 m <b>Réduction de 12''3/8 à 8''5/8</b> Tubage plein de 97 à 104 m
	De 113 à 140 m : Grés rouges et blancs moyens (de 113 à 115 m : Sables blanchâtres moyens à fins).		Tubage crépiné de 104 à 120 m Tubage plein de 12 à 124 m Tubage crépiné de 124 à 132 m Tubage plein de 132 à 136 m
	De 140 à 150 m : Argiles rougeâtres.		Tubage crépiné de 136 à 144 m Tubage plein de 144 à 150 m

Fig. 66 : Le forage F4

**a2-essais de pompage :**

Ces essais ont été réalisés par l'entreprise FOREMHYD (Entreprise de Réalisation de Forage hydraulique e travaux électromécanique – Algérie), ce sont des essais de longue durée exécutés avec un seul palier à débit constant. La remontée des niveaux doit être observée pendant une durée telle que le niveau statique soit atteint. L'exécution et l'interprétation des données mesurées, rabattement et temps, reposent sur l'emploi des expressions d'hydrodynamiques en régime transitoire.

On dispose des courbes de descentes pour deux forages situés au niveau des grès Barrémien.

Les essais de pompage effectués dans la région De Ain Madhi ont permis de déterminer les paramètres hydrodynamiques : transmissivité (T), coefficient d'emmagasinement (S) et la perméabilité (K) ainsi que les conditions aux limites.

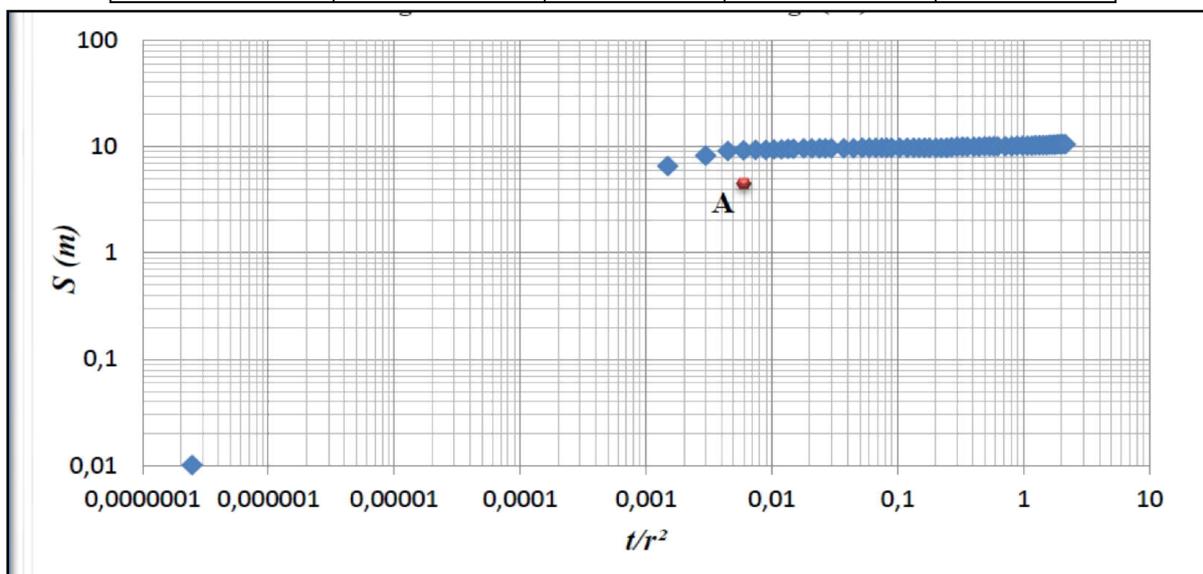
	X	Y	Z
<b>F4</b>	475,5	365,75	926 m
<b>F2</b>	475,41	364,38	921 m

D'une profondeur de 150 m équipée en tôle noire (TNRS) d'épaisseur 5 mm et de diamètre 30 cm. Le niveau statique est de pour les deux. Le pompage a durée 24 heures pour F4 et 11 heures pour F2 avec un débit de 22 l/s.

**Résultats obtenus : (Tab. 40)**

**Tab.43 : Caractéristiques hydrodynamique (région de Ain Madhi).**

Forages	F4		F2	
T (m2/s)	T (m2/s)	S	T (m2/s)	S
<b>Theis</b>	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$0,4 \cdot 10^{-6}$	$8,75 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$
<b>Jacob</b>	$7,47 \cdot 10^{-4}$	$0,21 \cdot 10^{-6}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$	
<b>Logan</b>	$2,55 \cdot 10^{-3}$		$3,6 \cdot 10^{-3}$	$0,33 \cdot 10^{-8}$



**Fig. 67 : Courbe de descente forage (F4)**

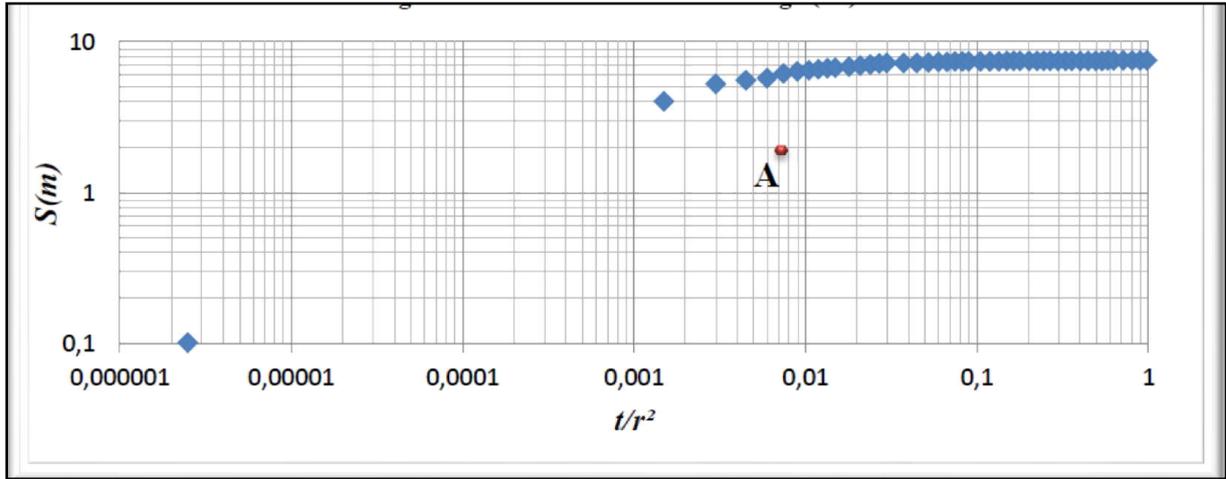


Fig. 68: Courbe de descente forage (F2).

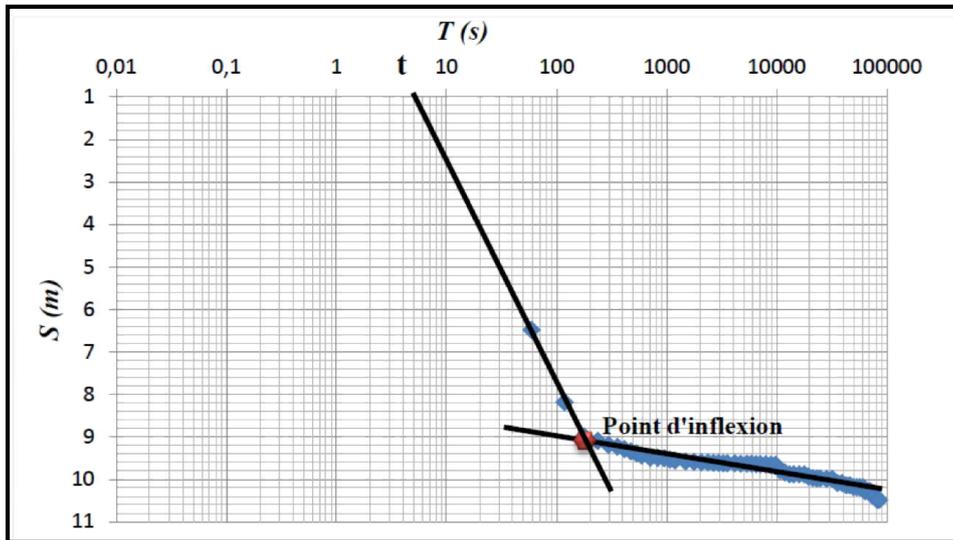


Fig. 69 : Courbe de descente du forage (F4)

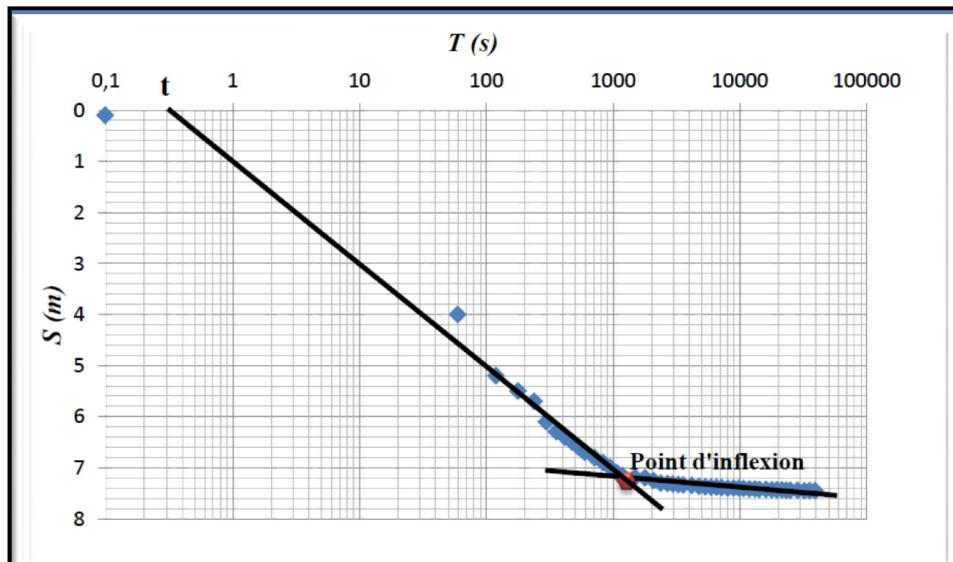


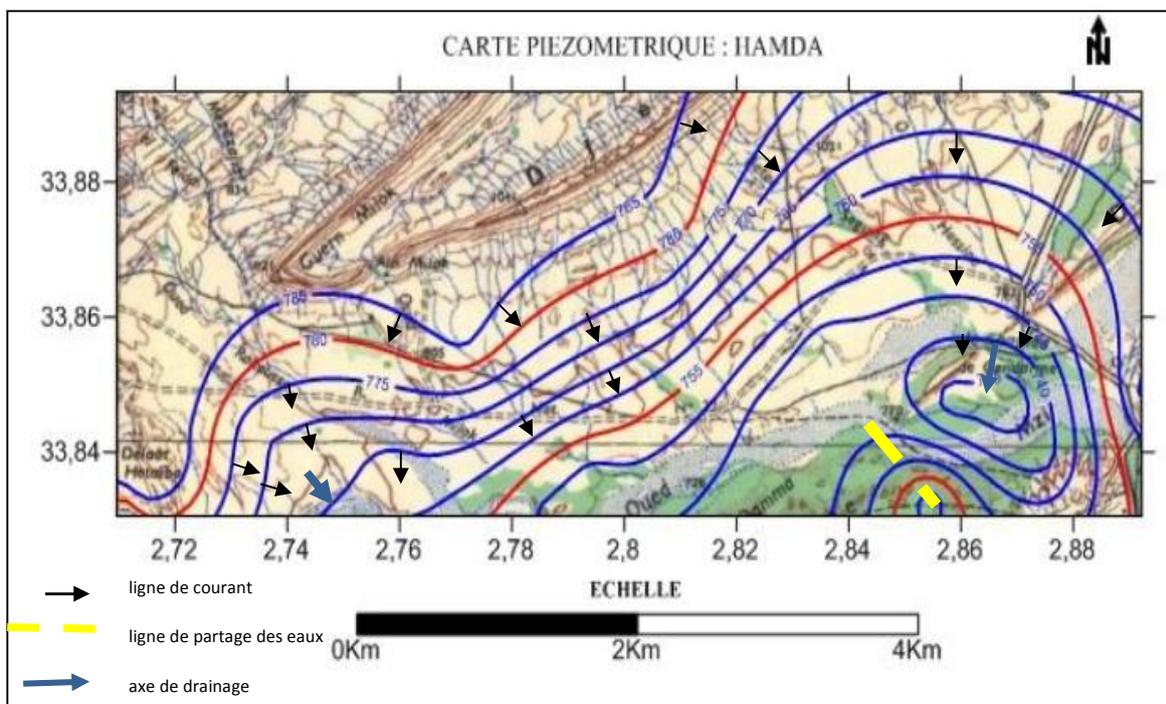
Fig. 70 : Courbe de descente du forage (F2)

**b. La région de Hamda :** Cette plaine est à une quinzaine de kilomètres au nord-est de notre secteur d'étude, c'est un anticlinal occupé par les formations du Mio-Plio-Quaternaire à proximité de l'Oued M'zi qui recouvrent en discordance les grès du Barrémien-Albien. Un forage de 150 m de profondeur a été implanté à proximité de la charnière de l'anticlinal, le forage (Fig. 70 ) a traversé 50 m de Mio-Pliocène comportant 17 m de sable avec quelques éléments calcaires, puis 100 m de grès à dragées du Barrémien avec quelques intercalations marneuses vers le bas.

**b1. Piézométrie :** L'allure générale de la surface piézométrique de la région, présente un écoulement d'ensemble vers le Sud-est donc tous l'écoulement convergent vers l'affluent principale de l'Oued M'zi. Au niveau du pont de Laghouat on a des écoulements superficiels sur 500m de longueur c'est un écoulement permanent qui correspond à une réapparition des eaux de l'inféro-flux Le gradient hydraulique est compris entre 0,28 au pont de Laghouat et 0,03 à l'est du bassin versant au niveau de Ksar El Hirane donc il diminue en allant vers l'Est.

Au niveau de la zone fracturé du chapeau de Gendarme l'écoulement se fait de l'Oued M'zi vers les grès, le gradient hydraulique varie de 0.19 à 0.39  
En générale l'écoulement se fait suivant une direction NE-SW avec variation du niveau piézométrique.

**b2. Hydrodynamique :** Une étude de la granulométrie des formations productrices : Mio-Plio-Quaternaire et Barrémien et suite à l'application de la formule de Hazen a donné : une perméabilité de 1,69 cm / s (0,0169 m/s) pour les formations du Mio-Plio-Quaternaire et 7,8 cm/s (0,078 m/s) pour les grès Barrémien.



**Fig. 71 : Carte piézométrique de la région de Hamda. (in, Chenafi 2013).**

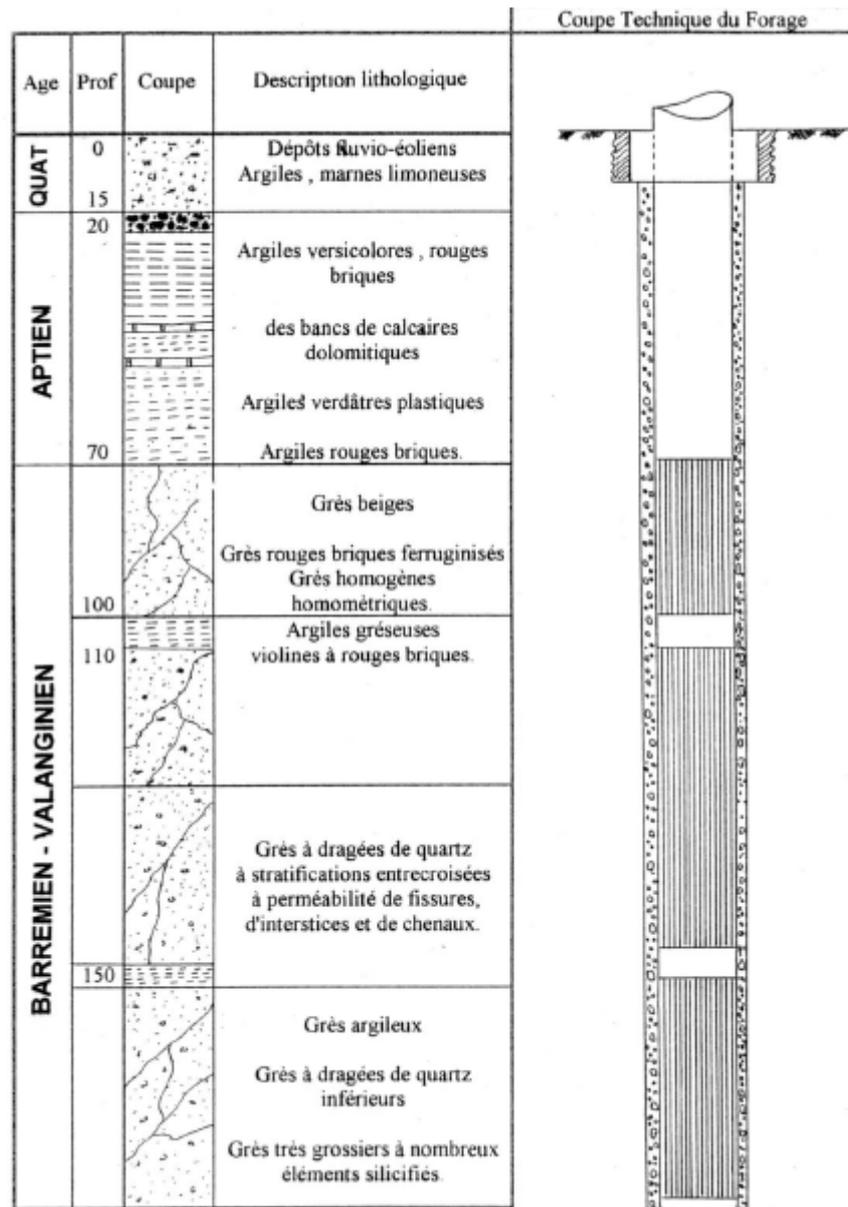


Fig. 72: coupe lithologique et technique du forage Fh1 Hamda

d. Au nord : La cuvette d'Aflou : limitée :

Au Nord et au Sud par les formations du Portlandien.

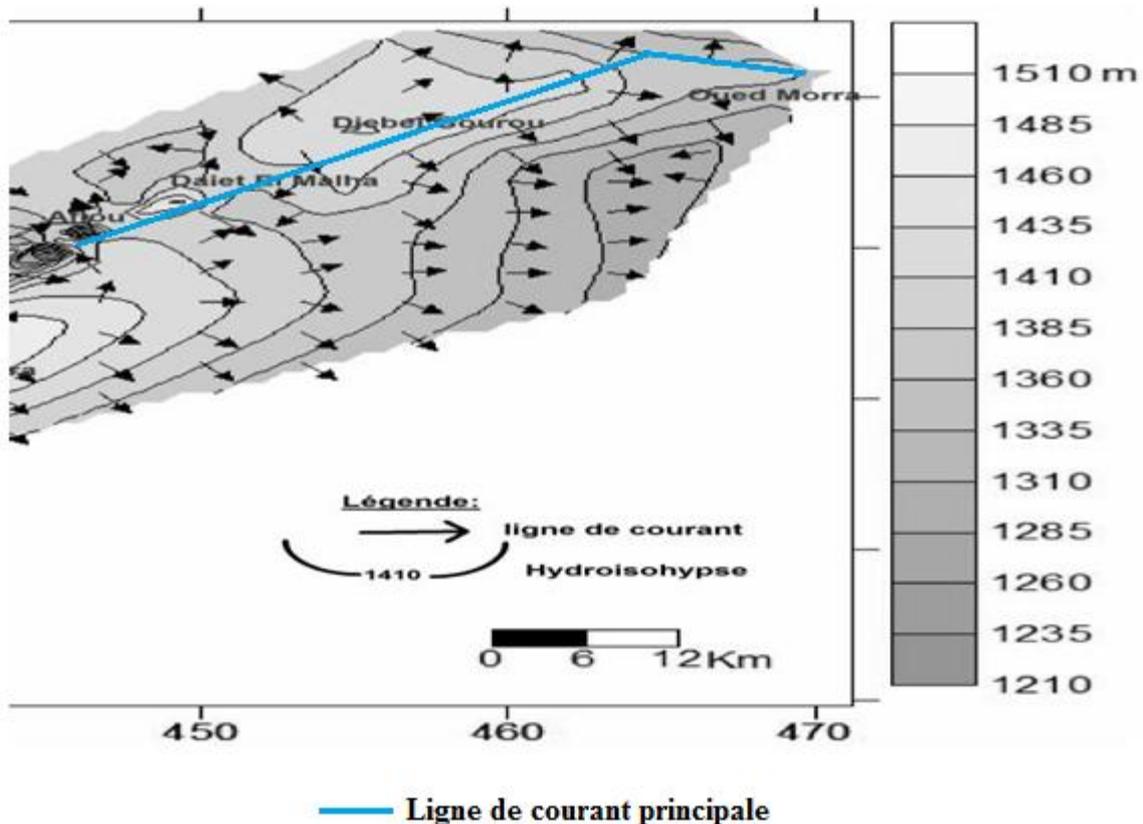
A l'Ouest par les formations Triasiques.

A l'Est par les formations du Jurassiques et du Mio – Plio – Quaternaire.

Le réservoir est constitué par l'épaisse série des grés d'Aflou. Les variations de granulométrie et la présence des quelques niveaux argileux rompent la monotonie de la série et ont permis la mise en place d'un aquifère multicouches.

**d1. Piézométrie :** L'examen des courbes isopièzes montre une surface piézométrique irrégulière avec une ligne de partage des eaux de direction Sud-ouest vers le Nord- est d'Aflou en passant par Daiet El Malha (Il est important de signaler l'existence d'une remonté triasique au niveau de cet endroit) jusqu'au Djebel Gourou ou les lignes de courant se convergent vers

l'Est et le Sud-est en direction de la région d'Oued Morra, au Nord les eaux se dirigent vers la région de Skhouna. .



**Fig. 73 : Carte piézométrique de la région nord -est de la cuvette d'Aflou.  
(In Guenoune)**

**d2. Caractéristiques hydrodynamiques :**

Le pompage d’essai a pour but principal de calculer les paramètres hydrodynamiques : la transmissivité (T), le coefficient d’emmagasinement (S) sous réserve qu’il existe un ou plusieurs piézomètres de référence et la perméabilité (K).

**Pompage d’essai forage AFIII :**

Un pompage à débit constant (20l/s) a été exécuté pendant 12 heures sur le forages AF III à l’aide d’une pompe immergée pour une hauteur manométrique de 150 mètres.

La remontée des niveaux doit être observée pendant une durée telle que le niveau statique soit atteint. L’exécution et l’interprétation des données mesurées, rabattement et temps, reposent sur l’emploi des expressions d’hydrodynamique en régime transitoire, le pompage d’essai a pour but principal de calculer les paramètres hydrodynamiques : la transmissivité « T », le coefficient

d’emmagasinement « S » sous réserve qu’il existe un ou plusieurs piézomètres de référence et la perméabilité « K ».

- Caractéristiques de l'ouvrages :

160 m pour la colonne d'exploitation établies en 13'' 3/8 (340 mm).

140 m pour la colonne de captage qui comporte des crépines de 9'' 5/8 (240 mm) à nervures repoussées de 2 mm.

Un massif de graviers a été établi avec des éléments de 2 à 3 mm de diamètre. Le développement a été effectué par air lift à débit variable. Le pompage a été poursuivi pendant 80 heures jusqu'à clarification des eaux.

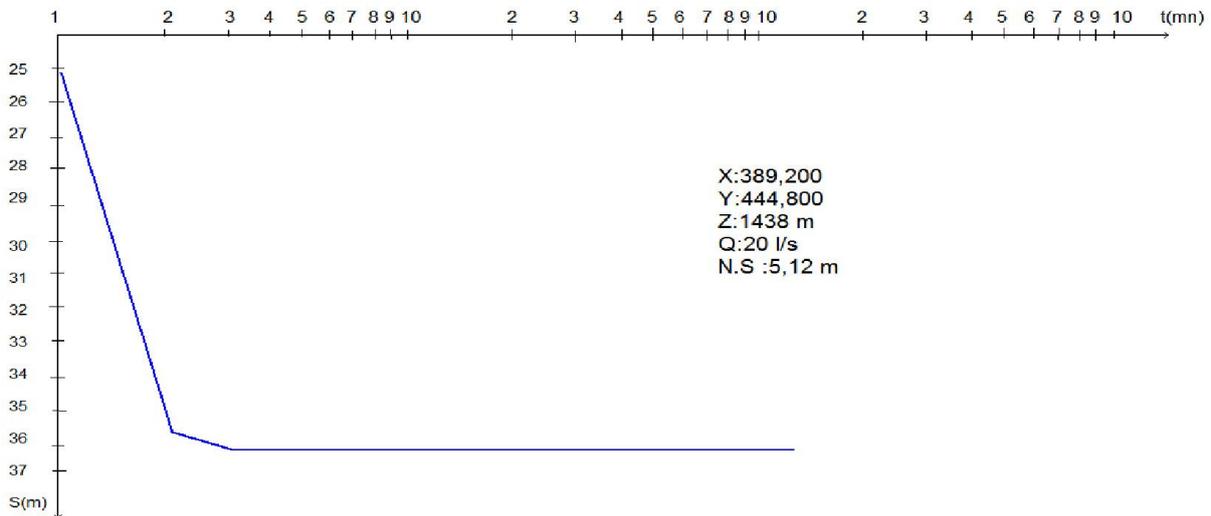


Fig. 74 : Courbe de descente du forage AF III

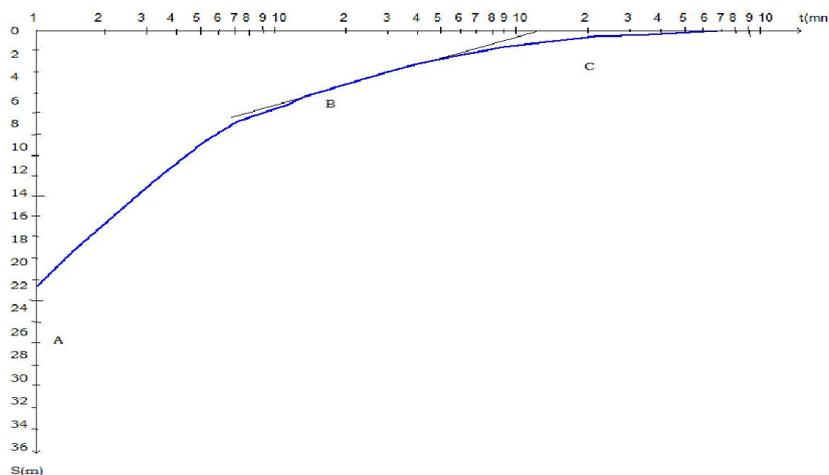


Fig. 75 : Courbe de remonté du forage AF III

Quelque soit la méthode utilisées, nous avons obtenus donc pour la transmissivité des valeurs proches les unes des autres que nous pouvons résumer dans le tableau suivant :

0,675 x 10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> / s	Logan.
0,546 x 10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> / s	Theis et Jacob.
0,550 x 10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> / s	Jacob.

**V- Prospection hydrogéologique avec système d'information géographique (SIG) du bassin de Oued M'zi :**

Le Système d'Informations Géographiques (S.I.G.) est un outil très utilisé actuellement

dans les différents domaines car il permet l'utilisation des informations disponibles afin d'obtenir de nouveaux résultats qui peuvent servir comme un outil d'aide pour prendre des décisions, comme il permet de généraliser l'information spatialement. Les points d'eau dans le bassin versant d'Oued M'zi, présente une répartition qui n'est pas homogène dans l'espace. Le logiciel utilisé (Arc Gis) qui est un S.I.G va nous permettre de généraliser l'information sur tous le secteur d'étude.

La méthodologie proposée est basée sur une approche d'évaluation puis de cartographie des eaux souterraines, en utilisant les facteurs majeurs intervenant sur la potentialité des aquifères dans ces zones. Cette dernière s'est réalisée par l'utilisation d'un Système d'Informations Géographiques dans lequel nous avons introduit différentes couches d'informations sous forme de carte décrivant les différents paramètres (le réseau hydrographique superficiel, le MNT, la fracturation et la géologie).

Cette étude a permis la classification de la région en quatre niveaux descriptifs. La zonéographie est établie sur la base d'informations géologiques ainsi que les données issues des images satellites, telles le réseau hydrographique superficiel, le MNT, et la fracturation.

### **a-Constitution d'une base de données pour la réalisation de la carte de potentialité des eaux souterraines.**

La gestion de la ressource en eau qu'elle soit de surface ou souterraine suppose la connaissance de sa répartition spatiale. La constitution d'une base de données hydrogéologiques va nous faciliter la gestion et la protection de nos réserves en eau et de mettre à notre disposition une documentation très utile pour cette gestion

L'utilisation du logiciel ARCGIS nous a permis d'établir une base de données spatiales partant des données disponibles; il offre l'avantage de pouvoir traiter et exploiter les données tant vectorielles que raster, au sein d'un même fichier, à la fois en tant que base de données relationnelles et en tant que système d'information géographique. Les nombreuses données spatiales disponibles, nous les avons intégrées dans la géodatabase développée, concernent les différents éléments caractérisant le milieu physique tels que :

- la topographie, avec notamment la réalisation d'un Modèle Numérique de Terrain (ou Digital Élévation Model - DEM) du bassin versant de oued M'zi avec une résolution de 30 m.
- le réseau hydrographique hiérarchisé et les limites du bassin versant.
- la fracturation issue de la carte géologique.
- la perméabilité à partir des formations géologiques rencontrées.

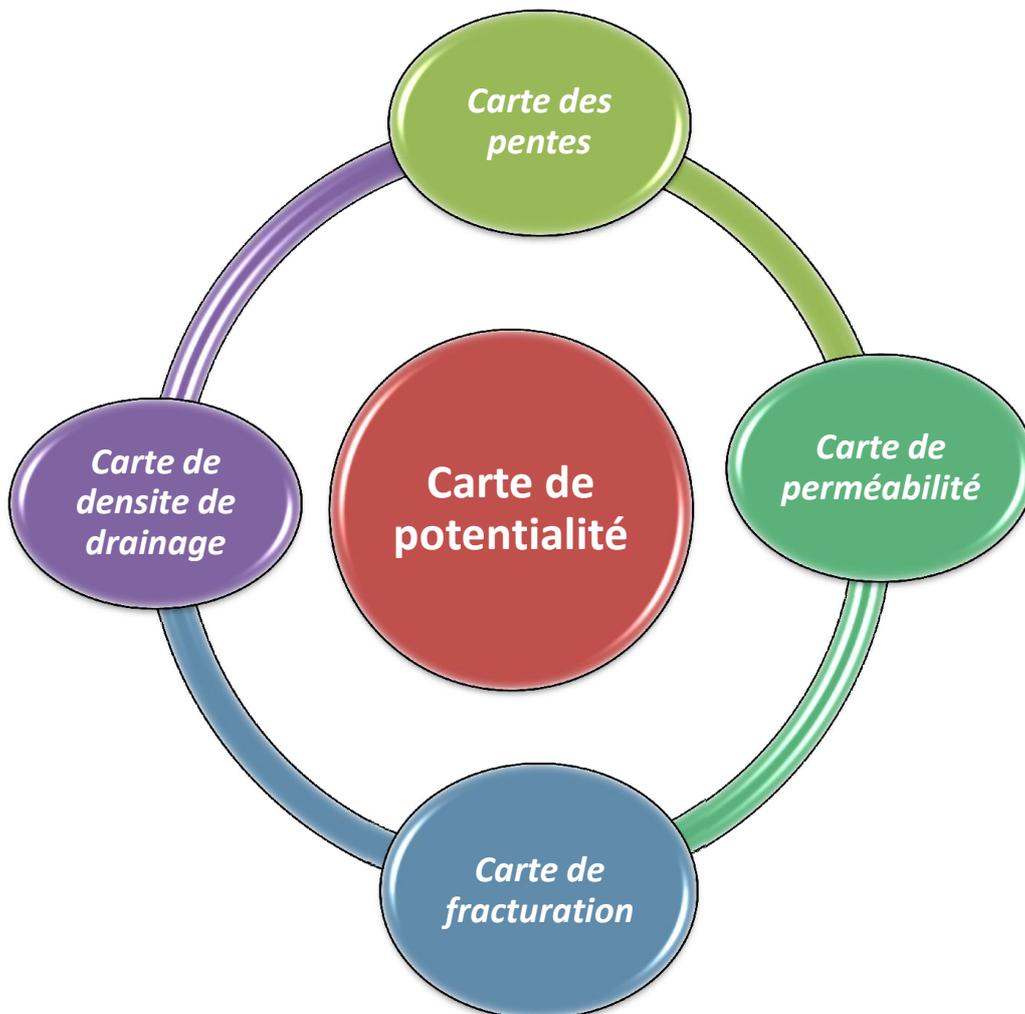
### **b-Réalisation des cartes thématiques de bases :**

La carte de potentialité en eau pourra être utilisée comme un outil de décision pour les décideurs (les autorités des ressources hydrauliques...etc.) ou comme données pour effectuer d'autres études. (économiques, agricoles...etc.)

Pour établir cette carte on va faire intervenir d'autres cartes qui agissent sur le cheminement des eaux de surface vers les profondeurs. Donc

- Une carte de la perméabilité, de la nature du sol, donc de la connaissance du caractère lithologique.
- la densité de fracturation.
- la densité du réseau hydrographique qui nous donne une idée sur le ruissellement et l'infiltration des eaux car un réseau hydrographique complexe et développé conduit généralement à une faible infiltration contrairement au réseau limité dont l'infiltration est forte.
- Une carte des pentes; une forte pente favorise les écoulements superficiels au dépend de l'infiltration.

Donc après l'établissement de chaque carte thématique représentant un paramètres cité ci-dessus on va les intégrer et compiler par l'Arc Gis pour enfin obtenir les zones de recharge potentielle.

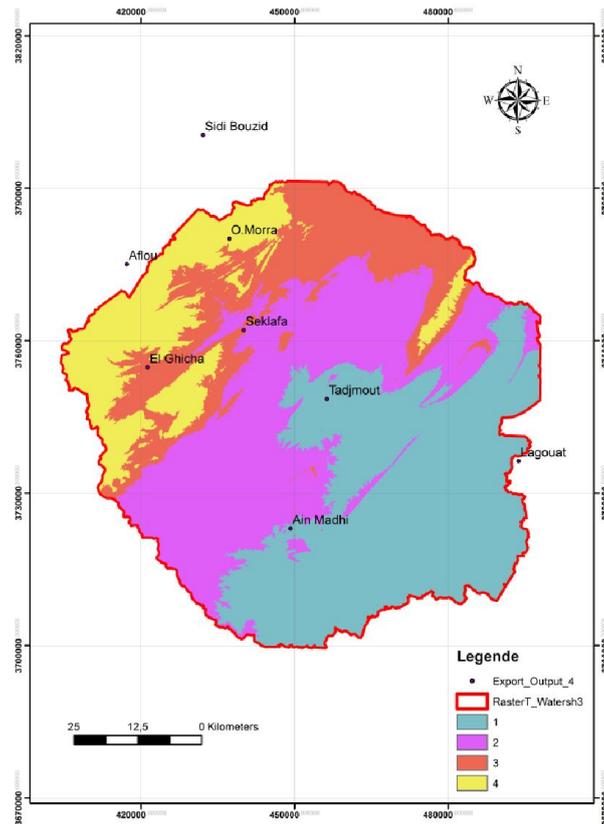


**Fig. 76 : Schéma synoptique montrant les cartes intervenants  
à la réalisation de la carte de potentialité**

**b-1 La carte des pentes :**

L'inclinaison du terrain influence grandement la perméabilité et conditionne la vitesse du ruissellement et le rapport de l'écoulement sur l'infiltration (El morjani, 2002). La pente agit directement sur la durée de concentration des eaux de ruissellement dans les affluents et le cours principal, sa faiblesse favorise l'infiltration.

A partir du Modèle Numérique de Terrain (MNT) on a extrait la carte des pentes, qui contient quatre (04) classes (Voir fig. ), (les pentes fortes, moyennes, faibles et très faibles).



1 :Tres faible, 2 :Faible , 3 :Moyenne ,4 :forte

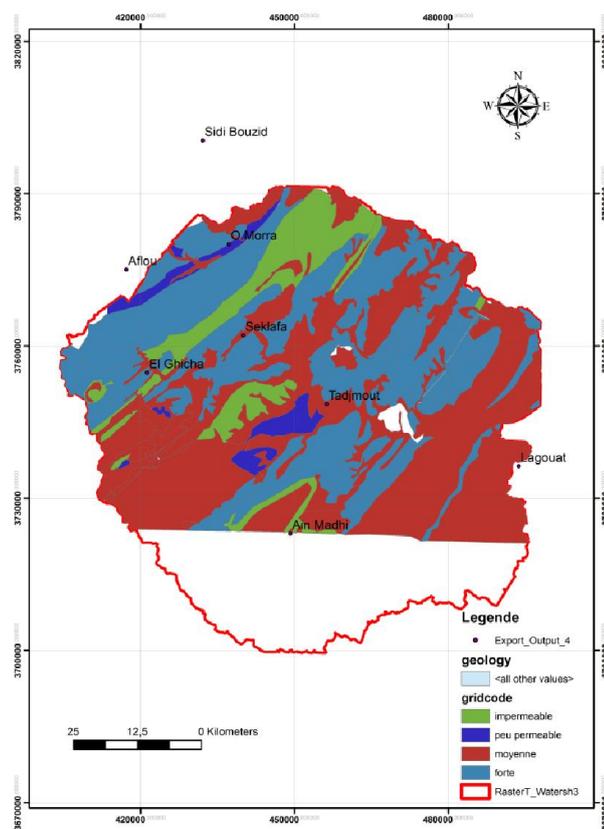
**Fig.77: Carte des pentes de la région d'étude.**

Les pentes fortes, se localisent à l'amont, à partir de la région d'Aflou où le ruissellement est important (Djebel Amour) donc une infiltration très faible. Allant vers le Sud- Est les pentes deviennent plus faibles correspondent à la vallée de l'Oued M'zi ou les pentes très faibles.

**b-2 La carte de perméabilité :**

La carte de perméabilité est produite à partir de la carte géologique en attribuant un coefficient de perméabilité pour chaque faciès lithologique figurant sur la carte géologique et cela nous a permis de classer le degré de perméabilité, selon quatre (04) classes, (Voir fig.78 ) :

- perméabilité Très faible.
- perméabilité Faible.
- perméabilité Moyenne.
- perméabilité forte.



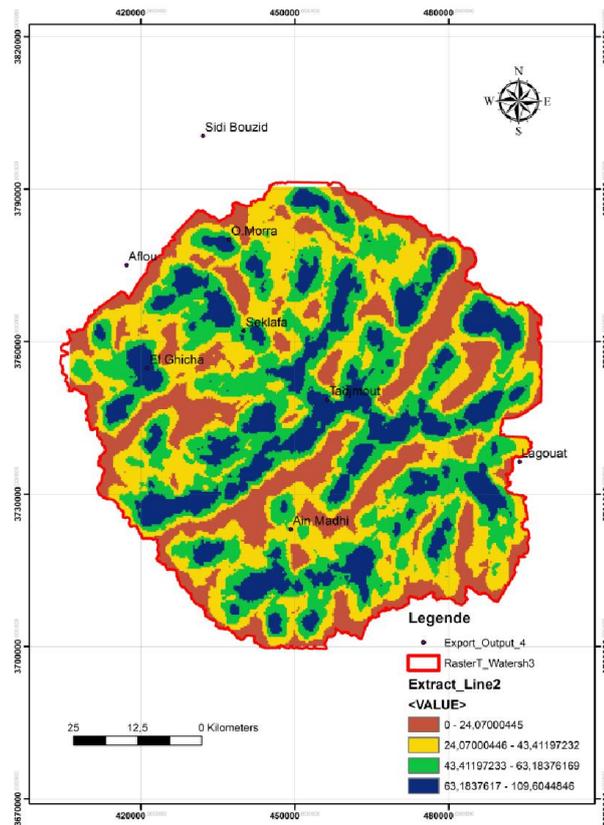
**Fig. 78 : Carte de perméabilité de la région d'étude**

**b-3 La carte de densité de drainage :**

la carte de densité de drainage a été établie par digitalisation de tous les cours d'eau et leur classement en fonction de leur ordre, à partir de l'image satellitaire, On distingue quatre (04) classes suivant la densité de drainage (Voir fig.79). Comme suite :

- densité de drainage très faible.
- densité de drainage faible.
- densité de drainage moyenne.

- densité de drainage forte.

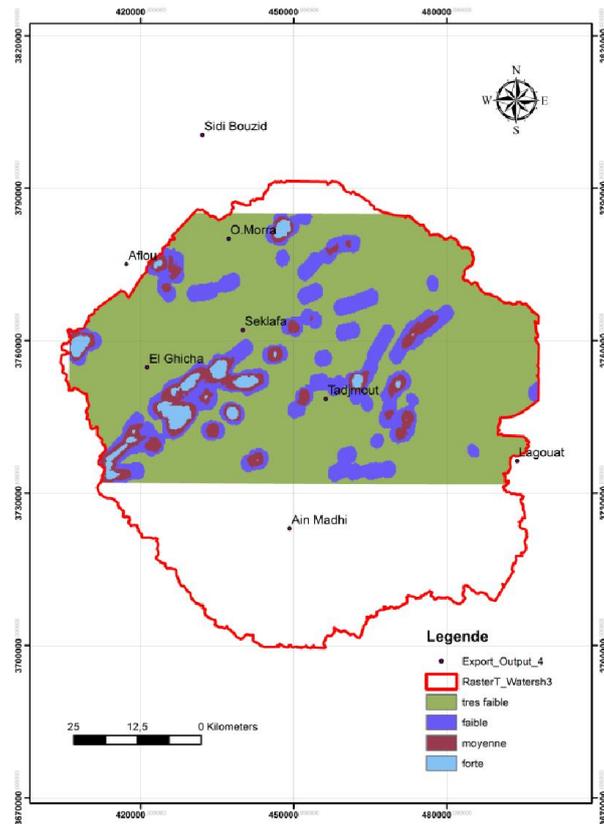


**Fig. 79 : Carte de la densité de drainage de la région d'étude.**

Le drainage est fortement lié à la densité du réseau hydrographique, les fortes densités du chevelu hydrographique caractérisent les parties amonts, vers l'aval cette densité s'affaiblie.

**b-4 La carte de la densité de fracturation :** Le cheminement des eaux de la surface vers les profondeurs, est beaucoup influencée par la fracturation, plus le terrain est fracturé plus il est perméable donc plus le potentiel en eau est important c'est pour cela que l'intervention de ce paramètre dans l'établissement de la carte de potentialité était indispensable, on a classé la densité de fracturation en quatre (04) classes (fig.80).

- densité de fracturation forte.
- densité de fracturation moyenne.
- densité de fracturation faible.
- densité de fracturation très faible.



**Fig. 80 : Carte de la densité de fracturation de la région d'étude**

La densité de fracturation dans le secteur étudié varie généralement de très faible à faible sauf pour quelques parties de très petites superficies où la densité est moyenne et forte dans le sud et sud-ouest du bassin.

#### **b-5 Réalisation de la carte de potentialité des eaux souterraines du bassin versant de Oued M'zi :**

Pour effectuer une cartographie des ressources en eau souterraine on s'est servi d'une base de données hydrogéologique du secteur d'étude. La méthodologie consiste à établir les différentes cartes thématiques des principaux paramètres qui influent sur les potentialités en eaux souterraines (La perméabilité, la fracturation, le réseau hydrographique et les pentes).

- La pente.
- Le réseau hydrographique.
- La fracturation.
- La perméabilité.

Chaque carte ou couche d'information a été classée (quatre classes), puis on a affecté des poids en fonction de la potentialité en eaux pour chaque classe. ». L'affectation de ces poids se fait selon l'importance que l'on donne à tel ou tel critère » (Savané, 1997; saley, 2003).

La méthode de pondération des critères, consiste à affecter un poids selon l'importance du critère, un poids élevé pour le critère fort et plus faible pour le critère d'importance, à condition que la somme de ces poids doit être égale à 1 (pour chaque critère) ce qui suppose que celui-ci est un chiffre compris entre 0 et 1. Le nombre de classe est fixé à quatre pour faciliter l'interprétation et la lisibilité des cartes thématiques ainsi que la carte résultante.

Pour établir la carte de potentialités en eau souterraine on doit fusionner toutes les cartes thématiques de tous les critères définis précédemment sous le logiciel ACGIS 9.3 afin d'obtenir une carte unique regroupant tous les paramètres hydrogéologiques en une seule carte, la potentialité elle-même a été partagée en quatre (04) classes de potentialité en eaux souterraines (Voir fig. 86) :

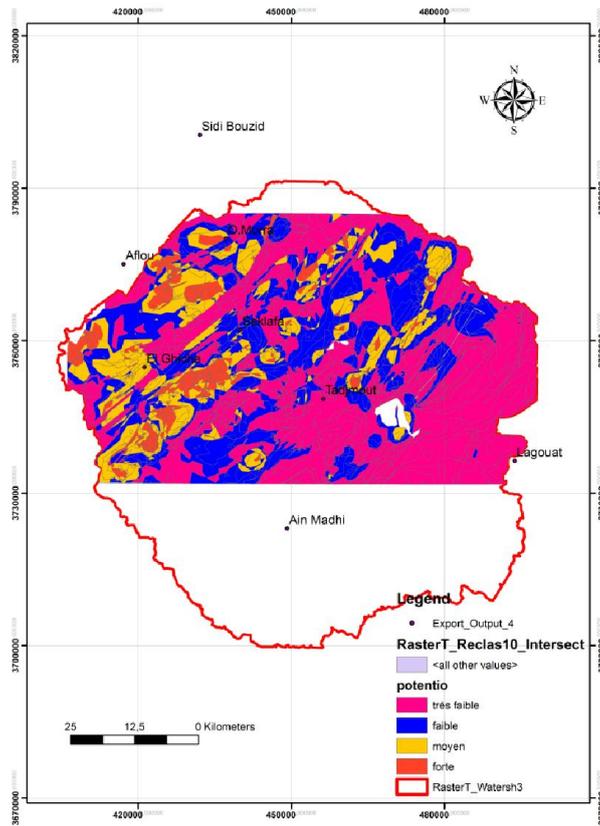
- Potentialité forte.
- Potentialité moyenne.
- Potentialité faible.
- Potentialité très faible.

Tab.44 : Classification des critères de Potentialité aquifère

<b>Carte de thématiques de bases</b>	<b>Critères</b>	<b>Descriptions des classes</b>	<b>Poids</b>	<b>Total</b>
<b>Perméabilité</b>	<b>Perméabilité</b>	<b>imperméable</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
		<b>Peu perméable</b>	<b>0.1</b>	
		<b>perméable</b>	<b>0.3</b>	
		<b>Très perméable</b>	<b>0.6</b>	
<b>Réseau linéamentaire</b>	<b>Densité de fracturation</b>	<b>Très faible</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
		<b>faible</b>	<b>0.2</b>	
		<b>moyenne</b>	<b>0.3</b>	
		<b>forte</b>	<b>0.5</b>	
<b>Réseau de drainage</b>	<b>Densité de drainage</b>	<b>Très faible</b>	<b>0.05</b>	<b>1</b>
		<b>faible</b>	<b>0.15</b>	
		<b>moyenne</b>	<b>0.3</b>	
		<b>forte</b>	<b>0.5</b>	
<b>Pente</b>	<b>pente</b>	<b>Très faible</b>	<b>0.05</b>	<b>1</b>
		<b>faible</b>	<b>0.15</b>	
		<b>moyenne</b>	<b>0.25</b>	
		<b>forte</b>	<b>0.55</b>	

**b-6 Résultats et discussions**

La carte de potentialité réalisée nous a permis de cartographier la potentialité aquifère de la zone d'étude. Selon la carte obtenue le potentiel hydrogéologique important (classe forte) se localise à l'ouest et le nord-ouest du bassin versant au niveau des régions montagneuses tandis que la classe de potentialité très faible occupe l'est, la potentialité faible et moyenne est dominante et occupe tous le Sud-est du bassin versant de l'oued M'zi.



**Fig. 81 : Carte des potentialités des eaux souterraines du Bassin versant de Oued M'zi**

La carte du potentiel aquifère obtenue comme tout Système d'Information Géographique est un outil qui aide à prendre des décisions en favorisant les zones susceptibles de faire l'objet d'une prospection hydrogéologique. Ce document représente donc un outil complémentaire dans l'étude des eaux souterraines, il est destiné aux pouvoirs publics pour une meilleure gestion des eaux souterraines.

### **\*Les zones d'alimentation :**

Les piémonts Sud des Monts des Djebel Amour constitue un vaste système hydrogéologique jouant le rôle de carrefour entre la chaîne Atlasique au Nord et les terrains du *Complexe terminal*, sous jacents à la dalle Hamadienne au Sud.

Les inféro flux drainant le versant méridional de l'Atlas, interviennent principalement par voie aérienne (crues de printemps) et écoulement hypodermique.

L'alimentation se fait à partir des piémonts Nord des Monts du Djebel Amour par :

- Voie hydrodynamique entre les formations gréseuses Jurassico-Cretacees et les calcaires dolomitique de l'Aaleno-Bajocien.
- Ecoulement hypodermique

L'alimentation provient principalement des calcaires Turoniens

### **VI-CONCLUSION :**

L'hydrogéologie de la région est influencée par la structure, les grands synclinaux des grès fissurés du Barrémien-Albien constituent les aquifères les plus importants du Djebel Amour et les anticlinaux du Jurassique forment les lieux de séparation de ces aquifères.

L'étude piézométrique montre un écoulement principal de direction vers le sud et sud-est pour les du Barrémien-Albien, la transmissivité varie de  $8,75 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  à  $3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  et un coefficient d'emmagasinement (estimé) de  $0,33 \cdot 10^{-8}$  à  $0,4 \cdot 10^{-6}$  indiquant un système captif en profondeur.

Pour les aquifères liés aux formations du Mio-Plio-Quaternaires l'écoulement se fait généralement vers le Sud-est, ils convergent vers l'affluent principal de l'Oued M'zi. Le gradient hydraulique de 0,28 au pont de Laghouat et 0,03 à l'est du bassin versant au niveau de Ksar El Hirane.

La carte de potentialité montre que le potentiel hydrogéologique important (classe forte) se localise à l'ouest du bassin versant.