ETUDE DES COURBES DE RECESSION DANS LES GRES FISSURES DU CONTINENTAL INTERCALAIRE SOUS UN CLIMAT ARIDE. (DJEBEL AMOUR, ATLAS SAHARIEN CENTRAL, ALGERIE)

** STAMBOUL. M*, ISSAADI. A **

* Institut de génie civil, laboratoire des ressources hydraulique, Université Amar Thélidji, Laghouat, Algérie
** Laboratoire d'Hydrogéologie, Faculté des Sciences de la Terre et de l'Aménagement du Territoire, USTHB, Alger, Algérie.

RESUME :

Au Sud Ouest sur les contreforts septentrionaux du Djebel Amour, il existe un certain nombre de sources pérennes donnant naissance à l'Oued Sebgag.

Le Haut Bassin de Sebgag qui alimente ces sources est situé dans des formations gréseuses ou la plus grande partie de la circulation des eaux se faisait au niveau des fissures

Partant du principe que la plus grande partie de la circulation des eaux se faisait au niveau des fissures, nous lui avons préféré la méthode de Maillet. Elle est sans conteste la plus simple à mettre en œuvre et la plus efficace lorsque l'on a affaire à des bassins partiellement imperméables ou lorsqu'une partie de la circulation des eaux se fait dans des systèmes de fissures.

L'utilisation de la méthode de Tison donne généralement des valeurs assez proche à celle obtenue par la méthode de Maillet.

Nous essaierons la méthode mise au point par A. Mangin, testée par cet auteur sur le karst pyrénéen et qu'il souhaitait voir appliquer à des systèmes soumis à des régimes et des conditions différentes, préalable nécessaire à la généralisation de la méthode.

Les coefficients de tarissement sont faibles, ils traduisent soit l'importance des réserves, soit ce qui est plus vraisemblable, que l'aquifère est directement lié au milieu gréseux.

Pour intéressante qu'elle soit, la méthode préconisée par A. Mangin ne nous parait pas généralisable au milieu dont nous avons entrepris l'étude.

Le bassin du Sebgag comporte certes une circulation en milieu fissural, mais celui – ci est loin de pouvoir être assimilé à un karst. Dans ces conditions, il nous parait que les méthodes de Maillet et de Tison lorsque l'on a affaire à des grès fissurés sont les plus adopter pour nous apporter des résultats proches de la réalité.

Mots clés : Djebel Amour, récession, fissures, grés, Continental Intercalaire.

SUMMARY

In South West, on the northern counterfort of Djebel Amour, there is a certain number of perennial sources giving rise to the Sebgag wadi.

The high basin of Sebgag which feeds these sources is located in sandy formations, where the greatest part of the water circulation occurs at the fissure area.

On the basis of the principle that the greatest part of the water circulation occurs at the fissures area, the method of Maillet is preferred. It is undoubtedly the simplest to use and the most efficient in the case of partially impermeable basins, or when a part of the water circulation takes place at "fissure systems"

The use of Tison method gives generally values close to those found by the method of Maillet.

We will use the method developed by A. Mangin, tested by this author on Pyrenean karst, and that he wished to apply to systems subjected to mode and different conditions, preliminary necessary to the generalization of the method.

The coefficient of drying up (vanishment) are low, they translate either the importance of the reserves, or what is mose probable, that the aquifer in directly related to the sandy medium.

Although the method recommended by A. Mangin is interesting, however it does not seem to be generalized to medium in which our study in undertaken.

The basin of Sebgag comprises certainly a circulation in fissured medium, but this one is far from being able to be assimilated to a karst.

Under these conditions, it appears to us that the methods of Maillet and Tison when one deals with fissured sandstones, are the most adopted to produce results close to reality.

Keys words : Djebel Amour, , recession, fissures, sandstone, Intercalary Continental.

INTRODUCTION :

Au Sud des hauts plateaux, l'Atlas Saharien constitue une bande de terrains plissés, formant une succession d'anticlinaux et de synclinaux orientés suivant une direction majeure Nord Est - Sud Ouest.

A vingt kilomètres à l'Ouest d'Aflou, il existe un certain nombre de sources pérennes donnant naissance à l'Oued Sebgag qui reçoit en aval plusieurs affluents pour former l'Oued Touil puis l'Oued Chelif.

Au centre du synclinal de Sebgag affleurent les grés continentaux du Barrémien-Aptien-Albien, recoupé par sondages sur plusieurs centaines de mètres, la roche est généralement friable avec un ciment calcique. Ces grés sont largement fissurés suivant deux directions majeures d'orientation N67°E et N140°E.

Les terrains du Crétacé Supérieur (Cénomanien-Turonien) forment de petits synclinaux perchés : Djebe Guern Arif et Oum El Gueddour. Les formations cénomaniennes constituées de marnes gypsifères verdâtres, parfois intercalées de bancs de calcaires d'épaisseur métrique, présentant une puissance de 200 à 250 m. Le Turonien est constitué en presque totalité par des calcaires dolomitiques bien cristallisés de couleur blanchâtre. La série d'une puissance de 80 m est azoïque au niveau de ce secteur.

Sous la puissante série gréseuse, se trouvent des calcaires jaunâtres en petits bancs et les marnes vertes gypsifères du Portlandien, l'épaisseur est de 200 m.

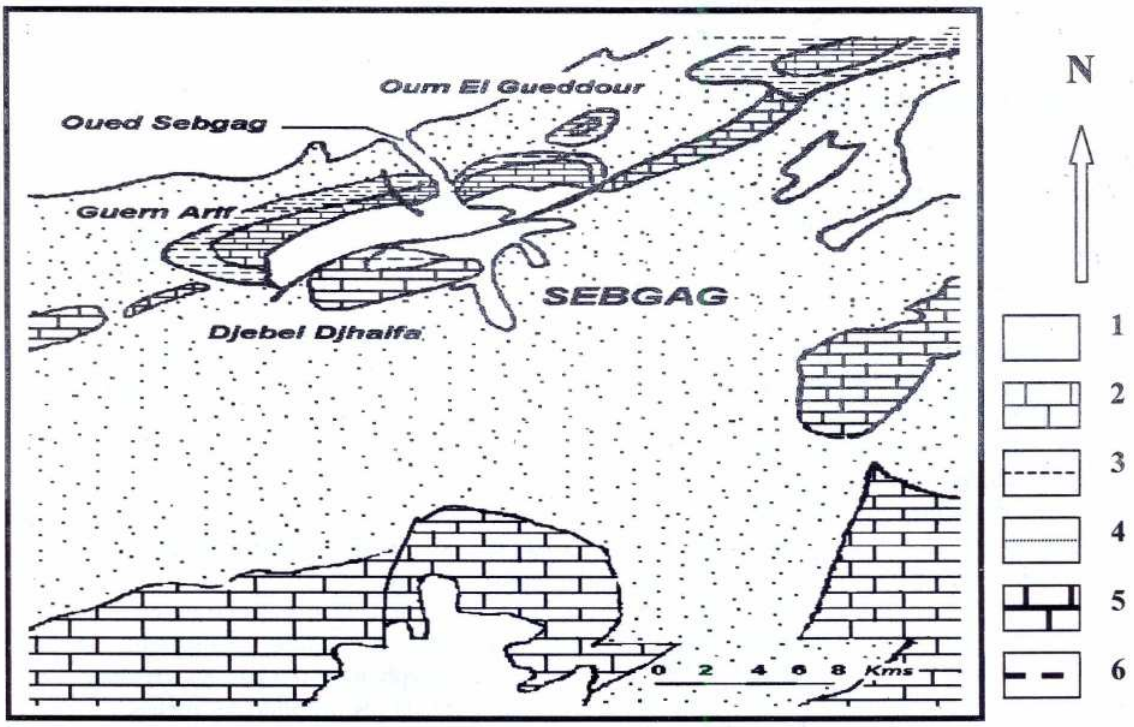
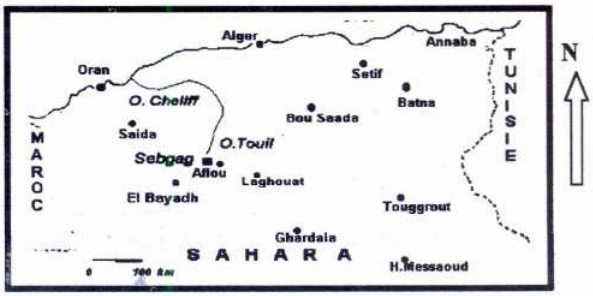


Fig. n° 1 : Carte géologique simplifiée de la région de Sebgag.

Simplifed geologic map of the Sebgag region
1 - Mio – Plio – Quaternaire : Sables et argiles.
2 - Turonien : Calcaires dolomitisés
3 - Cénomanien : Marnes vertes gypseuses.
4 - Barrémien-Albien-Aptien : Grés et marnes
5 - Jurassique Supérieur : Calcaires et marnes.



La position de ces émergences parait étroitement liée à la structure tectonique complexe au nord du synclinal gréseux Barrémien – Aptien – Albien, présence de failles..
Toutes les études réalisées jusque-là, aussi bien celles de E. Ritter (1902), A. Cornet (1952), l'hydraulique de Tiaret (1968) et M. Stamboul (1982 - 1986), ont confirmé la présence d'un aquifère très important dans les formations gréseuses du Continental Intercalaire. L'aquifère est proche de la surface du sol, il se montre très cloisonné par les argiles. Les débits varient de 20 à 60 l/s. L'eau est généralement de bonne qualité et présente un résidu sec inférieur à 1 g/l.

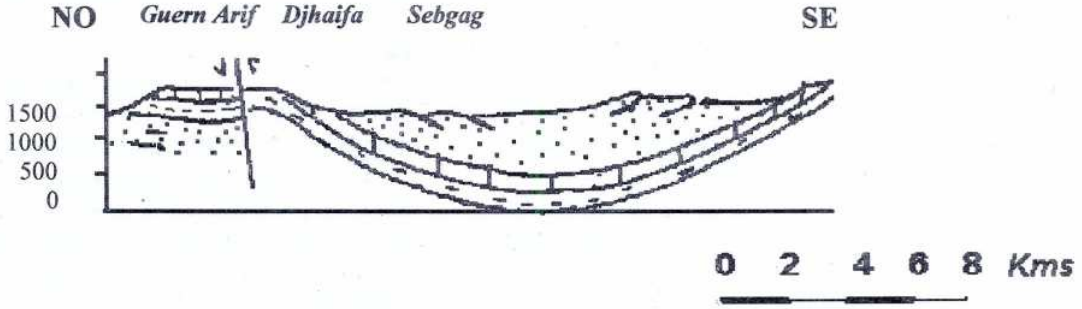


Fig. n° 2 : Coupe géologique de la région de Sebgag.
Geological cross section of the Sebgag region

1. Etude des courbes de récession :

Sur un hydrogramme de ruissellement, La courbe de récession représente la décroissance des débits entre la pointe de la crue et la fin du tarissement où les écoulements peuvent atteindre une valeur nulle.
Les données dont nous avons pu disposer pour étudier le Sebgag sont très limitées dans le temps (Novembre 1966 - fin Août 1967). De plus, la courbe des débits journaliers présente de nombreuses variations liées aussi bien au pouvoir évaporant de l'atmosphère qu'aux erreurs dans l'estimation des débits en période de basses eaux.

Pour préciser les conditions d'alimentation de l'Oued en régime non influencé, nous avons été amenés à effectuer une série de jaugeages portant sur la période allant de Février à Septembre 1981. Pour tenir compte de l'expérience acquise par les services de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH) sur l'Oued Sebgag et pour éviter l'influence du ruissellement de surface, nous avons effectué nos mesures de débits dix jours en moyenne après les précipitations.

a. Méthodologie :

C'est Ed. Maillet[1] qui a montré qu'en régime non influencé, C'est à dire en dehors de toute période de réalimentation pluviale, la courbe de tarissement de formule générale :

$$Qt = Q_o e^{-\alpha t}$$

Donnait le débit (Qt) en (m^3) ou en (l/s) à l'instant (t) en fonction du débit (Q_o) à un instant (t_o) pris comme origine.
Le coefficient de tarissement α est en fonction :

- De la nature géologique et de la morphologie des bassins versants.
- De la perméabilité des roches.
- Du volume de la nappe aquifère.
- Du débit à l'origine.

1 : Réméneras G., Hydrologie de l'ingénieur, ed. Eyrolles, Paris, 1976.

En ordonnée semi-logarithmique , le coefficient angulaire des courbes représentatives de décrue, permet de calculer le coefficient de tarissement (α).

$$\alpha = \frac{\log Qo - \log Qt}{t}$$

L'intégration de la courbe de tarissement donnera le volume par défaut (il n'est pas tenu compte ici de l'évapotranspiration) des réserves emmagasinées par les nappes souterraines à l'instant (to).

Si (W) représente le volume emmagasiné, nous aurons :

$$W = \frac{Qo \times 86400}{\alpha}$$

La méthode de Maillet est la méthode la plus simple d'étude de tarissement des réserves souterraines et du volume d'eau emmagasiné.

Lorsque les cours d'eau sont alimentés par d'importantes réserves souterraines et dans le cas de bassins très perméables, il semble qu'il vaille utiliser la deuxième relation proposée par Maillet et vulgarisée par G. Tison1 qui admet que les débits décroissent en fonction du temps comme l'inverse de leur racine carrée.

$$Qt = \frac{Qo}{(1+\alpha t)^2} \quad \text{d'où} \quad \sqrt{Qt} = \frac{\sqrt{Qo}}{1+\alpha t}$$

Avec :

En abscisse le temps (t) en jours.

En ordonnée ($\sqrt{Qt}$) ou ($1/\sqrt{Qt}$) en m^3/s.

Pour le calcule du volume emmagasiné, Tison utilise la relation :

$$W = \frac{Qo \times 86400}{\alpha(1+\alpha t)}$$

Méthode de Mangin :

A. Mangin (1970) et (1974) qui, après une critique sévère des différentes méthodes mises en œuvre par ses prédécesseurs propose une nouvelle approche fondée sur la prise en compte de l'infiltration, paramètre qu'il estime avoir été négligé dans les méthodes précédentes.

L'équation de la courbe de récession donnée par A.Mangin (1974) s'écrit :

$$Qt = \left[Q_0 \left(\frac{1-\eta t}{1+\varepsilon t} \right) \right] + Q_{R0} e^{-\alpha t}$$

La figure suivante illustre le modèle et définit les différents paramètres :

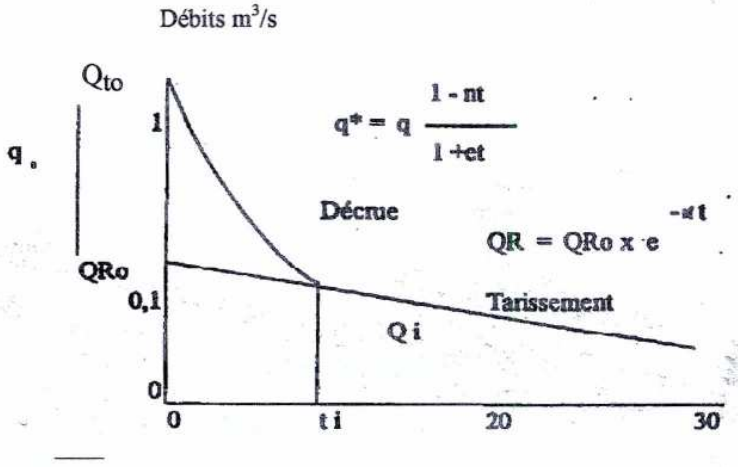


Fig. n° 3 : Figure montrant les différents paramètres de l'équation d'A. Mangin.
Figure showing the different parameters of A. Mangin equation.

Dans ce diagramme :

Qt : débit total à l'instant t.

Q_r : débit de départ du tarissement.

q_o : débit d'infiltration il est égal à Q_{to} - Q_{ro} .

η : est le coefficient de durée de la crue ou de vitesse d'infiltration ($\eta = 1 / t_I$), t_I représente la durée de la décrue.

ε : Coefficient d'hétérogénéité d'écoulement que l'on obtient à partir de la relation :

$$\frac{q_0 - q_t}{q_t \times t} = \frac{\eta q_0}{q_t} \quad \text{avec } q_t = Q_{ro} - Q_i$$

α : Coefficient de tarissement de l'aquifère.

La décrue s'obtient en retranchant le tarissement du débit total dans la première partie de la courbe.

Mangin propose alors par utilisation de la méthode qu'il préconise de classer les différents systèmes à partie de leur fonctionnement.

Le système sera caractérisé à partir de deux paramètres i et k :

- i qui est la valeur de la fonction :

$$i = \frac{1 - \eta t}{1 + \varepsilon t}$$

Il rend compte de la vitesse de la décrue.

Ce paramètre se rapporte à la zone d'infiltration. Pour i faible la pente serra forte et la décrue rapide.

- k qui représente le rapport du volume dynamique au volume de transit, avec :

  Vd = (Q_I / α) . 86400 .

  Vt = Q moyen (module) . 86400 . 365.

k traduit l'importance du système de la partie noyée (dans le cas d'un karst).

b. Analyse des hydrogrammes relevés sur le Sebgag :

Nous avons retenu deux périodes, la première de Mai à fin Août 1967, la seconde du début Avril à fin Août 1981. Les deux courbes de récession présentées en coordonnées semi-logarithmiques témoignent de décrue rapide avec de multitudes variations de niveau pour la première période alors que la décrue parait beaucoup plus régulière pour la seconde. Cette différence dans l'évolution de la décrue nous parait liée à l'influence du ruissellement de surface pour la première période, alors que pour la seconde qui suit une pente plus faible, montre un bon alignement des différents points.

c. Résultats :

Méthode de Maillet :

TABLEAU N° 1

	Date (j)	t_i (j)	Q_o m^3/s	Q_t m^3/s	α	W 10^6 m^3
Première période	5 Mai 1967	112 j	0.05	0.040	0.00205	2.10
Deuxième période	1 Avril 1981	130 j	0.055	0.040	0.0024	1.98

Méthode de Tison :

TABLEAU N° 2

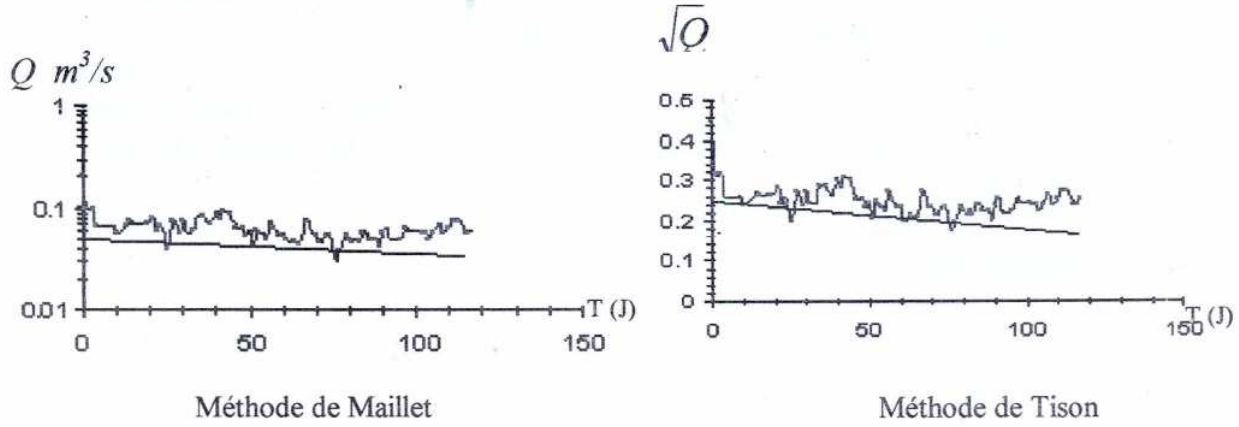
	Date (j)	t_i (j)	$\sqrt{Qo}$	$\sqrt{Qt}$	α	W 10^6 m^3
Première période	5 Mai 1967	100 j	0.253	0.189	0.00338	1.23
Deuxième période	1 Avril 1981	110 j	0.25	0.220	0.00227	1.85

Méthode de A. Mangin :

Nous avons réuni dans le tableau 1les résultats obtenus par application de la méthode d'A.Mangin aux deux courbes de récession.

TABLEAU N° 3

	Date (j)	t_i (j)	Qt m^3/s	Q_R 0 m^3/s	q_0 m^3/s	q_i m^3/s	α	η	ε	i	VD $10^6 m^3/s$	VT $10^6 m^3/s$	k
1ière période	5 Mai 1967	26 j	0.20	0.05	0.150	0.047	0.00205	0.0385	-0.025	0.97	2.10	4.22	0.497
2ième période	1 Avril 1981	92 j	0.188	0.055	0.133	0.044	0.0024	0.01087	-0.0106	1	1.98	4.22	0.469



Méthode de Maillet — Méthode de Tison

Fig. n° 4 : Courbe de récession de l'Oued Sebgag durant la période mai - août 1967.
Recession curve of Oued Sebgag during the period May - August 1967.

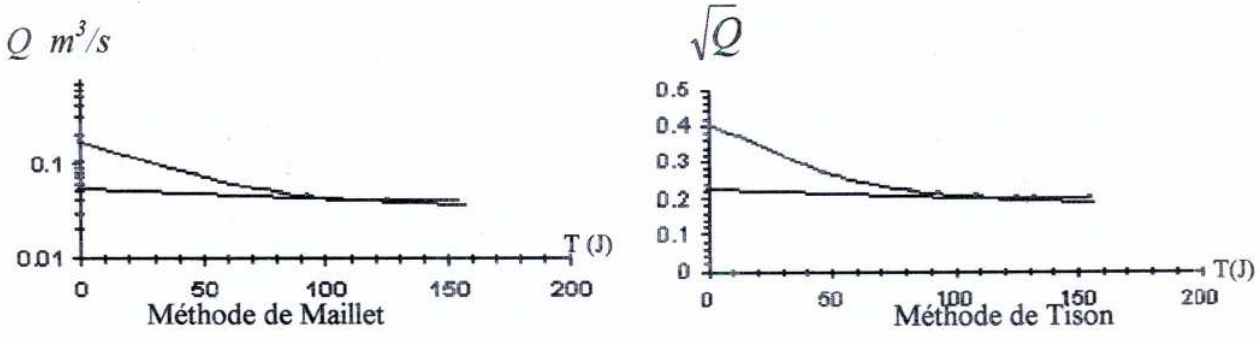


Fig. n° 5 : Courbe de récession de l'Oued Sebgag durant la période avril - octobre 1981.
Recession curve of Oued Sebgag during the period April - October 1981.

DISCUSSION ET CONCLUSION :

Les résultats obtenus à partir de l'analyse des deux courbes sont très proches (à l'exception peut être de η et de ε qui sont directement influencés par la durée de la décrue 26 jours pour la première et 92 jours pour la seconde.)

Les coefficients de tarissement sont faibles, ils traduisent soit l'importance des réserves, soit ce qui est plus vraisemblable, que l'aquifère est directement lié au milieu gréseux.

Les valeurs obtenues pour i et k indiquent que le système de Sebgag correspond à un bassin complexe. Dans les faits, nous savons que le bassin du Sebgag est implanté sur un milieu poreux (grés) comportant un nombre important de fissures, il n'y a pas de réseau spéléologique et à priori de système noyé à l'aval.

Pour intéressante qu'elle soit, la méthode préconisée par A. Mangin ne nous parait pas généralisable au milieu dont nous avons entrepris l'étude.

La méthode est très complexe, comporte un nombre de paramètres trop élevé eu égard aux précisions dont nous disposons en milieu sub aride ou aride.

Le bassin du Sebgag comporte certes une circulation en milieu fissural, mais celui – ci est loin de pouvoir être assimilé à un karst. Dans ces conditions, il nous parait que les méthodes de Maillet et de Tison lorsque l'on a affaire à des grès sont les plus adopter pour nous apporter des résultats proches de la réalité.

BIBLIOGRAPHIE

[1] : **Agence Nationale des Ressources hydriques [ANRH] (1980) :** Données hydromètriques des Oueds : Sidi Naceur, Touil, Seklafa et M'Zi.

[2] : **Cornet A. (1952 a) :** Carte géologique détaillée au 1 / 200.000, feuille de Geryville (El-Bayadh). Publ. Serv. carte géol. Algérie, feuille N° 66.

[3] : **Cornet A. (1952 b) :** L'Atlas Saharien Sud oranais. Publ.XIX congr. géol.Intern., Alger, monog.reg., 1ièré série, N° 12, 122 p, 9 figs, 1 pl.

[4] : **Hydraulique de Tiaret (1968) :** Irrigation à partir de l'Oued Sebgag, Daira d'Aflou, Algérie; ouvrage 15 a, partie technique et travaux spécifications , p 12 à 17.

[5] : **Mangin A. (1970) :** Contribution à l'étude des aquifères karstiques à partir de l'analyse des courbes de décrue et de tarissement. Ann. Spléo. , t.25, fasc. 3, p 581-610.

[6] : **Mangin A.(1974) :** Contribution à l'étude hydrodynamique des aquifères karstiques. Thèse Doct. d'Etat, Dijon. Ann. Spléo., t.29, fasc. 3, pp 283-332.

[7] : **Ritter E. (1902) :** Le Djebel Amour et les monts des Ouled Nail. Bult. N° 43, publ. sc. géol. de l'Algerie, 2 ième série, 100 p.

[8] : **Stamboul M. et Rouquet L. (1982) :** Résultats préliminaires sur l'étude géologique et hydrogéologique de la région de Sebgag, Djebel Amour, Atlas Saharien central, Algérie. Caractérisation du bassin d'alimentation des sources de l'Oued Touil 4 eme séminaire des sciences de la terre, Alger 5/6/7 Juin 1982, 2 p.

[9] : **Stamboul M. (1983) :** Contribution à l'étude hydrogéologique de la haute vallée du Sebgag (Djebel Amour, Atlas Saharien Central, Algérie). Thèse de magister, 138 p, 78 figs, 34 tableaux, IST (Oran).

[10] : **Stamboul M. (1984)** : Essai d'analyse corrélatoires et spectrales des sources de Sebgag et comparaison avec les sources Aliou, Bajet et Fontestrobes, colloque international L'eau clé de développement du Maghreb, Oran Oct 1984, 3 p, 1 fig, 1 carte.

[11] : **Stamboul M. (1986)** : Hydrologie de la haute vallée de l'Oued Sebgag, Séminaire des sciences de la terre, Alger Dec 1986, 5 p, 2 figs, 1 carte.