

Influence du système de fracturation sur le fonctionnement hydrodynamique de la nappe du Tarat, Bassin de Tim Mersoï, Nord Niger

**Alhassane ILLIAS^{1*}, Maman Sani ABDOU BABAYE², Idi Souley BARAOU¹,
Boureima OUSMANE³ et Rabani ADAMOU⁴**

¹ *Université d'Agadez Faculté des Sciences et Techniques, Département de Géologie, BP 199, Agadez, Niger*

² *Université Dan Dicko Dankoulodo Faculté des Sciences et Techniques, UMR SERMUG,
Département de Géologie, BP 465, Maradi, Niger*

³ *Université Abdou Moumouni de Niamey Faculté des Sciences et Techniques, Département de Géologie,
Laboratoire Eaux Souterraines et Géoressources, BP 10662, Niamey, Niger*

⁴ *Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Chimie,
Laboratoire Matériaux-Eaux-Environnement (LAMEE), BP 10662, Niamey, Niger*

* Correspondance, courriel : illiasalhassane@gmail.com

Résumé

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence l'influence du système de fracturation sur le fonctionnement hydrodynamique de la nappe du Tarat (Bassin de Tim Mersoï, Nord Niger). Ce travail a été réalisé à partir des résultats des suivis piézométriques et ceux des pompages d'essais. Une approche basée sur l'utilisation du SIG et de l'étude des paramètres hydrodynamiques (piézométrie, transmissivité, débits spécifiques et coefficient d'emmagasinement, etc.) a été mise en œuvre. Les résultats montrent que le sens d'écoulements de la nappe s'est inversé entre l'état initial (SE-NW) et actuel (NW-SE). La flexure faille d'Arlit assure la communication entre les compartiments Est et Ouest de la nappe du Tarat. Les valeurs des paramètres hydrodynamiques (Qs, T, K et S) sont assez élevées, particulièrement dans la partie Nord en lien avec l'intensité de la fracturation. Toutefois, au Sud ces valeurs sont faibles.

Mots-clés : *hydrodynamique, Tarat, Bassin de Tim Mersoï, faille d'Arlit.*

Abstract

Influence of fracture system on the hydrodynamic functioning of the Tarat aquifer, Tim Mersoï basin, North Niger

The aim of this study is to highlight the influence of the fracturing system on the hydrodynamic functioning of the Tarat aquifer (Tim Mersoï basin, North Niger). In this work, the results of piezometric level and those of test pumping are used. An approach based on GIS and hydrodynamics parameters study (piezometry, transmissivity, specific flow rates and storage coefficient, etc.) is used. The results show that the flow direction has reversed between the initial state (SE-NW) and the current state (NW-SE). The Arlit fault ensures the communication between the East and West compartments of the Tarat aquifer. The values of the hydrodynamic parameters (Qs, T, K and S) are high, particularly in the Northern part in relation with the fracturing intensity. However, in the South these values are low.

Keywords : *hydrodynamic, Tarat, Tim Mersoï basin, Arlit fault.*

1. Introduction

La bordure Ouest du massif de l'Aïr est une région semi-aride [1]. En dépit de la rareté des eaux de surface, la localité d'Arlit dispose des ressources en eau souterraine considérable et renferme d'importants gisements d'uranium [1]. L'exploitation de cette ressource uranifère s'est accompagnée par un pompage excessif de la nappe du Tarat. L'augmentation de la production d'uranium durant ces dernières années (de 2620 tonnes en 2010, pour passer à 3065 tonnes en 2012), suivie d'une forte explosion démographique sans cesse de la ville d'Arlit et d'Akokan a pour corolaire un accroissement de la demande en eau potable des populations et également pour le besoin industriel. Cette forte pression subie par cet aquifère, à travers d'abord l'alimentation en eau potable des populations, puis les activités minières, entraîne considérablement une baisse importante de la piézométrie de la nappe depuis sa mise en exploitation [2, 3]. La nappe du Tarat est non renouvelable, et il en résulte que la pérennité de la ressource est directement dépendante du débit prélevé [4]. Une exploitation rationnelle et durable de cette ressource s'avère nécessaire et passe impérativement par une connaissance hydrogéologique de cette nappe fossile. C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude qui a pour objectif principal la compréhension du fonctionnement hydrodynamique de la nappe du Tarat.

2. Méthodologie

2-1. Contexte géologique et hydrogéologique

2-1-1. Principaux traits géologiques du bassin de Tim Mersoï

Le bassin de Tim Mersoï développé en un couloir subméridien dans la partie septentrionale du bassin des Iullemmeden, est limité au nord par le massif du Hoggar, à l'ouest par la dorsale d'In Guezzam et à l'est par le socle de l'Aïr (**Figure 1A**). Il se prolonge en Algérie où il est connu sous le nom de bassin de Tin Serririne [5]. Dans le Nord du bassin de Tim Mersoï, les sédiments les plus anciens sont d'âge cambro-ordovicien [6, 7] (**Figure 1B**), mais le reste du bassin contient une couverture sédimentaire dont les âges s'échelonnent du Dévonien (grès du Téragh) au Crétacé inférieur (groupe de Tégama). Le remplissage du bassin de Tim Mersoï s'est réalisé en 5 cycles successifs [1]. Le bassin de Tim Mersoï est structuré par une tectonique de revêtement où les accidents panafricains du socle, de direction NS (faille d'Arlit), N140, N70 et N30-40 sont relayés dans la couverture sédimentaire. Le style tectonique de ce bassin est alors caractérisé par des déformations souples (flexures, plis d'entraînement) [8], mais aussi par des accidents cassants [1, 9 - 11]. Les structures de différentes directions créent des différenciations régionales en zones hautes et basses de direction Nord Est/Sud-Ouest qui contrôlent les processus d'érosion et de dépôt [1, 12] (**Figure 1B**). L'accident Nord-Sud d'In Azawa-Arlit s'étend de la région d'Agadez au Sud jusqu'à In Azawa au Nord, en Algérie. Il représente l'une des prolongations les plus méridionales des grands décrochements du Hoggar (**Figure 1B**). Cette structure se caractérise dans la couverture par une déformation essentiellement cassante [1, 13 - 17].

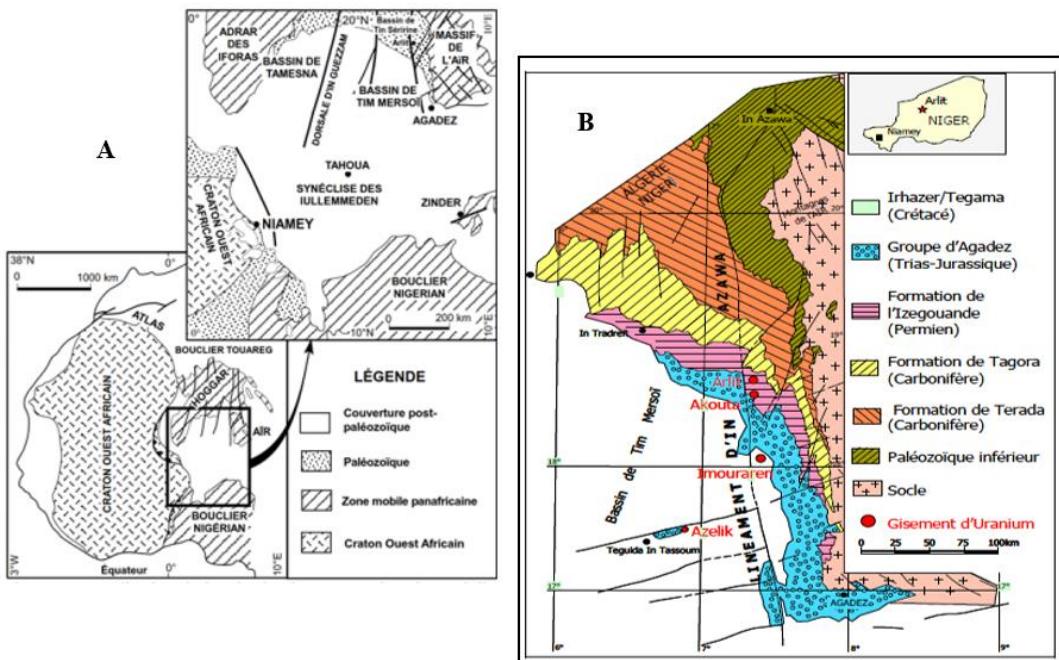


Figure 1 : Localisation du bassin de Tim Mersoï dans la synéclise des Iullemmeden (A). Carte géologique simplifiée de la partie orientale du bassin de Tim Mersoï, [1, 5, 6] (B)

2-2. Cadre hydrogéologique

2-2-1. Principaux aquifères de la zone d'étude

Un inventaire des nappes aquifères du bassin de Tim Mersoï est réalisé par [18, 19]. Au niveau local, dans le département d'Arlit, l'hydrogéologie est bien connue compte tenu des études menées dans le cadre des recherches minières. Ces études ont ainsi permis d'estimer les caractéristiques de chacun des aquifères [20]. Dans la région d'Arlit, on rencontre trois horizons perméables constituant un système aquifère caractérisées par d'importantes variations d'épaisseurs et latérales des faciès [21, 22] comportant du bas en haut les nappes suivantes [20] :

- *La nappe du Guézouman*

Le mur de l'aquifère est constitué par la formation du Talak composée d'argilites très épaisses (100 à 200 mètres), et son toit est constitué par la formation du Tchinezogue (grès très fin à silteux) également imperméable. On peut ainsi considérer que la nappe du Guézouman est indépendante des nappes sous et sus-jacentes. Le Guézouman a une épaisseur variant de 30 et 70 mètres pour une valeur moyenne de 40 mètres [23]. Les Transmissivités sont également faibles, comprises entre $1,5 \cdot 10^{-6}$ et $1,8 \cdot 10^{-4}$ m²/s. Les coefficients d'emmagasinement sont des valeurs homogènes autour de $4,5 \cdot 10^{-5}$ [4].

- *La nappe du Tarat*

L'aquifère est formé par l'ensemble de la série gréseuse de base de la formation du Tarat. La puissance de la nappe est sujette à des variations très importantes dues à la fois aux structures tectoniques et au mode de sédimentation lié à l'énergie du milieu de dépôt. La nappe du Tarat est limitée au Nord et à l'Est par sa limite d'extension et à l'Ouest par la faille d'Arlit. Les perméabilités se situent entre $7,8 \cdot 10^{-7}$ et $1,2 \cdot 10^{-4}$ m/s avec une majorité des valeurs comprises entre $5,6 \cdot 10^{-6}$ et $1,1 \cdot 10^{-5}$ m/s et les transmissivités varient entre $7,4 \cdot 10^{-5}$ et $1,1 \cdot 10^{-3}$ m²/s. Enfin, les coefficients d'emmagasinement sont de l'ordre de 10^{-5} [24].

- *La nappe d'Izégouande*

L'aquifère est représenté par la formation de l'Izégouande formé des lentilles de dimensions parfois modestes de grès arkosiques, surtout abondants vers la base de la formation [25]. Les perméabilités K sont faibles et comprises dans la fourchette 1.2×10^{-6} et 7.5×10^{-7} m/s. Les transmissivités T sont également faibles et comprises entre 1.10^{-4} et 7.8×10^{-5} m²/s. [25].

2-3. Approche Méthodologique

2-3-1. Méthode de traitement des données piézométriques

Le réseau du suivi piézométrique est composé de 102 piézomètres dont certains sont actuellement inactifs car étant éloignés de la zone sécurisée ou détruits par les activités minières. Ces ouvrages ont été installés depuis le début de la mise en exploitation de la nappe. Le niveau piézométrique représente l'altitude absolue de la surface de la nappe. Il a été déterminé en soustrayant, pour chaque point d'eau, le niveau statique à l'altitude de la surface du sol (côtes tubages). Le traitement des données piézométriques a permis d'élaborer des cartes piézométriques en utilisant un interpolateur linéaire (ARC GIS.9.3) pondéré par l'inverse des distances (Inverse Distance Waited).

2-3-2. Méthode de traitement des données des pompages d'essais

Les valeurs de transmissivités (T), de perméabilités (K), de Coefficients d'emmagasinements (S) et de débits spécifiques (Q_s) ont été relevées directement sur les rapports des ouvrages. Ces valeurs (T, Q_s, K, S) ont été obtenues par interprétation des pompages d'essais de courte et/ou de longue durée par la méthode semi logarithmique de Jacob [25]. Sur plusieurs fiches (119) de pompage collectées seuls 36 ouvrages pour le coefficient d'emmagasinement(s) ; 20 en ce qui concerne la perméabilité (k) ; 24 s'agissant du débit spécifique (Q_s) et enfin 33 pour la transmissivité (T) ont été retenus dans le cadre de la présente étude. Le traitement des données des pompages d'essais a été fait à partir d'un interpolateur linéaire (surfer.9 Golden Software) en utilisant la méthode IDW (Inverse Distance Waited).

3. Résultats et discussion

3-1. Étude des paramètres hydrodynamiques

3-1-1. Piézométrie de la nappe avant les exploitations minières (1968)

La carte piézométrique initiale de la nappe (**Figure 2**) montre qu'avant les exploitations minières, celle-ci s'écoulait globalement du Sud Sud-Est vers le Nord Nord-Ouest (de l'isopiète 397 à 393 m). Au Sud, les courbes isopiézes ont un écartement régulier à tendances parallèles alors qu'au centre ces dernières sont déformées. A l'Ouest, les écoulements sont limités par la flexure faille d'Arlit comme cela a été évoqué par les études issues des travaux antérieurs [18, 26]. Au Nord, le Tarat affleure et celle-ci est entaillée par des Koris constituant probablement des exutoires naturels de la nappe. Ces Koris pourraient, en période des pluies, être une zone préférentielle d'alimentation de la nappe du Tarat [18]. Au niveau des piézomètres Arli_2077, les isopiézes sont espacées régulièrement indiquant que la pente est faible avec des axes d'écoulements divergents. Cette divergence des axes d'écoulements pourrait s'expliquer par le fait que ce piézomètre se trouve dans une zone alluvionnaire d'un kori qui pendant des pluies exceptionnelles pourraient assurer la recharge de la nappe. Cependant, cette hypothèse serait plus solide si nous disposions des données pluviométriques de l'année en question. Il est également probable à ce niveau que la nappe sus-jacente

(Izégouande) soit en communication avec celle du Tarat à travers le kori constituant dans la plupart des cas des zones de faiblesses c'est-à-dire des fractures dans cette localité. Au niveau du piézomètre Arli_298, les isopièzes se déforment brusquement avec des axes d'écoulements divergents. Cela pourrait traduire des échanges entre la nappe sus-jacente de l'Izégouande et celle du Tarat à travers le faisceau de Tin Adrar et la flexure de Mouron.

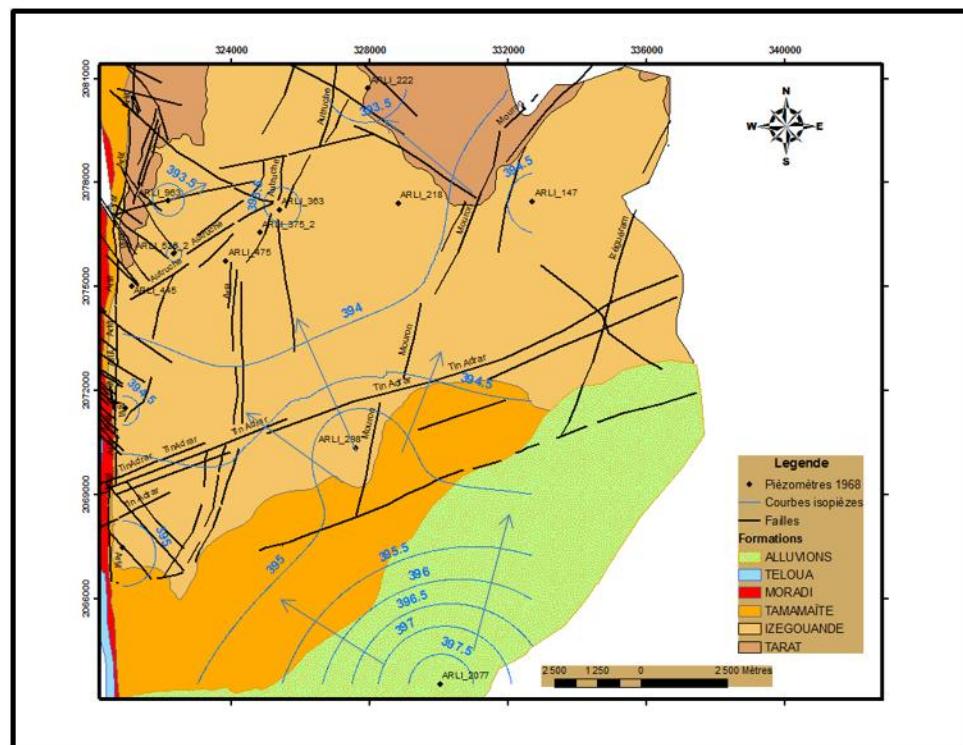


Figure 2 : Carte piézométrique de la nappe du Tarat en 1968

3-1-2. Piézométrie de la nappe en 1990

La carte piézométrique du Tarat en 1990 (*Figure 3*) montre que la nappe s'écoulait du Nord-Ouest vers le Sud-Est de l'isopièze 370 à 320 m inversement au sens d'écoulement établi à partir la piézométrie initiale en 1968 (*Figure 2*). Cette inversion du sens d'écoulement est due probablement à la forte sollicitation de la nappe durant le début des exploitations minières nécessitant son rabattement pour exploiter les gisements (dénoyage des fosses et prélèvements d'eau industrielle). Au centre correspondant à la zone industrielle, les isopièzes sont irrégulièrement espacées et déformées. Cette zone est caractérisée par une intensification des activités d'exhaure (Tamou et Ariège) et les pompages des eaux pour les activités industrielles. A l'Est, la surface piézométrique est définie par des isopièzes relativement parallèles confirmant que la nappe est peu sollicitée. Par contre, au Sud les isopièzes sont serrées avec des axes d'écoulements à allure convergent. Cette convergence est probablement provoquée par le pompage des puits Arli_2020, Arli_424 et COMI_17 dans la zone urbaine. Sur cette même partie, il est observé une divergence des axes d'écoulements constatée au niveau du piézomètre Arli_2952. Cette divergence des axes d'écoulements indique probablement une communication entre les aquifères par le biais du faisceau de Tin Adrar. Toutefois, la flexure d'Autriche crée un dôme constituant une ligne de partage des eaux comme le montre les niveaux piézométriques variant de 380 à 370 m de part et d'autre de cette flexure. Au Sud de celle-ci la surface piézométrique décroît de 370 à 340 m d'où l'asséchement de la nappe sur ce secteur [27].

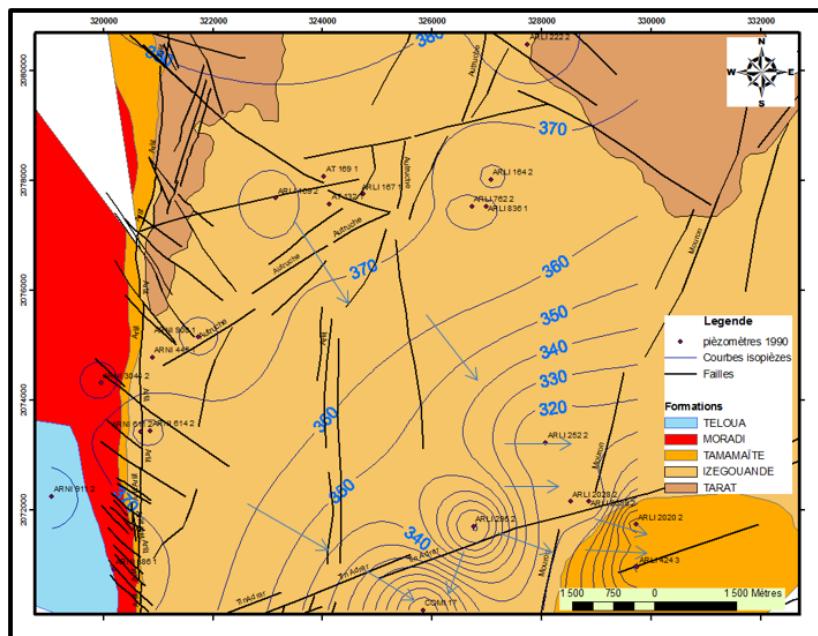


Figure 3 : Carte piézométrique de la nappe du Tarat en 1990

3-1-3. Piézométrie de la nappe en 2000

L'analyse de la carte piézométrique de la nappe du Tarat de l'année 2000 (*Figure 4*) montre que la nappe s'écoulait globalement du Nord-Ouest vers le Sud-Est de l'isopière 380 à 320 m. Au Nord, les isopières sont plus ou moins espacées, et se déforment sur la partie centrale correspondant à la zone industrielle caractérisée par une forte sollicitation de la nappe. Sur la partie Est, la surface piézométrique est caractérisée par des courbes relativement parallèles qui définissent une stabilité de la nappe. A l'Ouest de la flexure faille d'Arlit, principalement au niveau des piézomètres ARNI 911_2 et ARNI 3044_2, les courbes isopières sont un espacement régulier avec des axes d'écoulements divergents. Cela indique qu'il y a des venues d'eau provenant du compartiment Ouest à travers la faille d'Arlit [28]. Les isopières sont fortement déprimées à l'abord Est de la faille car cette zone abrite les mines (TAMGAK, TAZA). Au Sud-Est, les isopières sont très serrées indiquant une sollicitation de la nappe par pompage des puits (Arli 2020_2...) situés dans la zone urbaine.

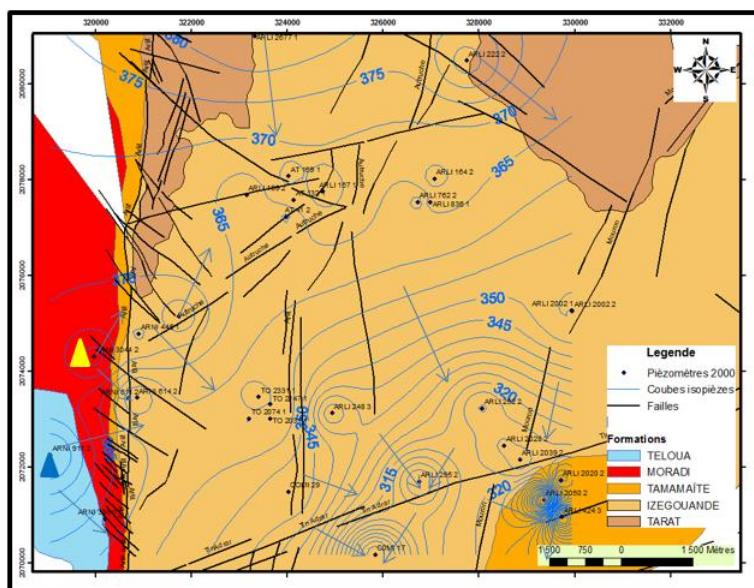


Figure 4 : Carte piézométrique de la nappe du Tarat en 2000

3-1-4. Piézométrie actuelle de la nappe du Tarat

La carte piézométrique actuelle du Tarat (*Figure 5*) montre que les écoulements s'effectuent dans le même sens que les années antérieures (1990, 2000 et 2013) des courbes isopièzes 370 à 340 m. Par contre, à l'Est de la flexure faille d'Arlit les isopièzes montrent un espacement régulier avec des axes d'écoulements divergents traduisant une alimentation de la nappe du Tarat. Au Sud-Ouest, il est observé aussi que les courbes isopièzes sont un espacement relativement régulier. Cependant, cette régularité d'espacement est plus ou moins perturbée sur le secteur de la mine TAMGAK. Ceci pourrait s'expliquer par l'exhaure au niveau de la mine TAMGAK. Au Nord-Ouest, les courbes isopièzes ont un espacement irrégulier et elles sont fortement déformées. Ceci est vraisemblablement provoqué par l'exploitation de la mine de TAZA Nord. Au Nord, sur les secteurs Ariège (AI), Artois (AT), les courbes isopièzes sont distantes et dispersées indiquant la présence des poches d'eau. Ce qui peut se traduire par l'asséchement de la nappe sur ces secteurs du fait des fortes activités minières. Au Sud, sur le secteur Tamari (TMRI), les isopièzes sont déformées et irrégulièrement espacées. L'état piézométrique de la nappe du Tarat en juillet 2013 reflète les mêmes caractéristiques que celles issues des études précédentes [28, 29].

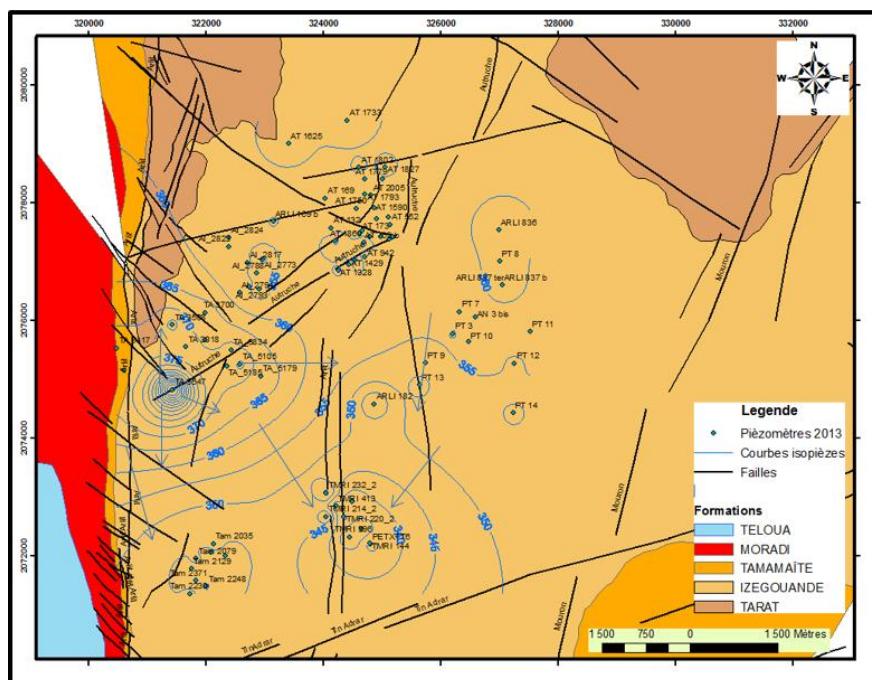


Figure 5 : Carte piézométrique actuelle de la nappe du Tarat (2013)

3-1-5. Évolution temporelle de la piézométrie

Il a été examiné l'évolution temporelle du niveau piézométrique pour un certain nombre de piézomètres dont entre autres : Arli_167, Arli_186 (*Figure 6 et 7*), à la date du 31 décembre pour les années correspondantes sur les différents graphes. Sur le graphe (*Figure 6*), l'évolution du niveau piézométrique d'Arli_167 situé au Nord de la mine d'Ariège et d'Arlette montre une tendance à la baisse. Cette baisse a commencé à partir de 1980, début de la mise en exploitation de la mine Ariège du fait des importants pompages de dénoyage du minerai. A partir de 2000, la baisse du niveau piézométrique s'est accentuée avec l'utilisation de la mine Ariège comme en fosse de production d'eau industrielle. La plus importante baisse observée en 2006, traduit une augmentation des prélèvements d'eau industrielle du fait de la flambée de prix de l'uranium. Le piézomètre Arli_167, reflète la tendance générale de la nappe dans ce secteur [28].

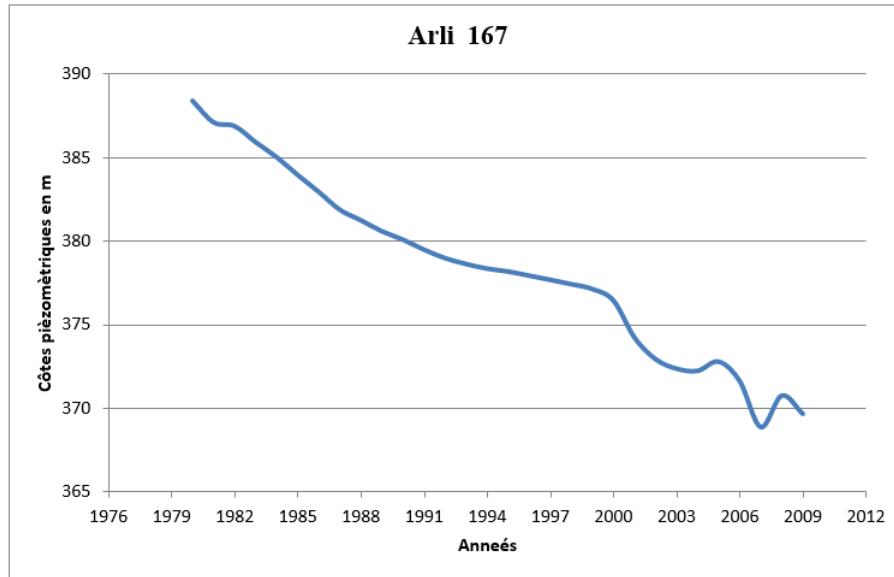


Figure 6 : Évolution des niveaux piézométriques dans le piézomètre Arli_167

L'évolution du piézomètre Arli_182 situé au Sud de la mine Ariège (**Figure 7**), montre une baisse continue et généralisée du niveau de la nappe. La baisse a débuté de 1980 et s'est poursuivie jusqu'en 2009. Ainsi, le niveau d'Arli_182, réagit fortement aux sollicitations de la nappe. Sur ce même piézomètre, la nappe a été rabattue de 30 m de 1980 à 2006 (26 ans) soit un rabattement de 0.86 /an.

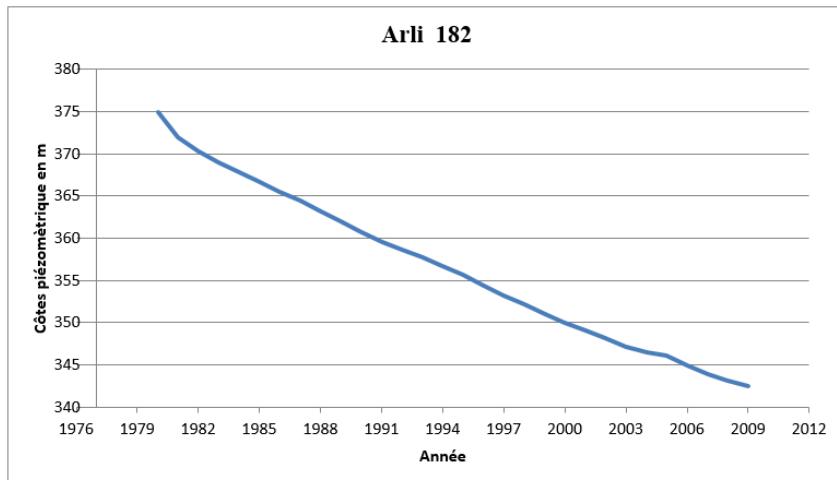


Figure 7 : Évolution des niveaux piézométriques dans le piézomètre Arli 182

3-2. Influence de la flexure faille d'Arlit sur les écoulements des eaux

3-2-1. Évolution des niveaux piézométriques dans les piézomètres Arni 3044_2 et Arni911_2

Le graphe (**Figure 8**) fait ressortir l'évolution du niveau piézométrique d'Arni 3044_2 et Arni 911_2 situés à l'Ouest de la faille d'Arlit et de la mine Taza. S'agissant du piézomètre Arni 911_2 l'évolution du niveau piézométrique de celui-ci est plus ou moins stable de 1990 à 2008. Cela pourrait s'expliquer par l'exhaure effectué au niveau de la mine Taza dont l'influence des pompages est relativement faible sur le niveau du piézomètre Arni 911_2. Toutefois, à partir de 2008, le niveau piézométrique chute brutalement. Cette dernière, correspond aux travaux de dénoyage, et de la mise en exploitation de la mine Tamgak. A partir de

2011, le piézomètre Arni 911_2 enregistre une légère remontée liée probablement à l'arrêt du pompage des ouvrages de dénoyage de la mine Tamgak. Ces observations indiquent que les travaux effectués dans les deux fosses (Tamgak et Taza) ont une influence sur le niveau du piézomètre Arni 911_2. Par contre, le niveau piézométrique d'Arni3044_2 baisse régulièrement de 1989 à 2008. Cependant, en 2008 le niveau de celui-ci baisse brutalement. Ainsi, cette baisse régulière du niveau piézométrique d'Arni_3044_2 observée de 1989 à 2008 est due aux travaux d'exploitation de la mine Taza. La baisse brutale du niveau piézométrique observée en 2008 s'explique par la mise en exploitation de la mine Tamgak. Ceci indique que les travaux effectués dans les fosses Tamgak et Taza (Est flexure) ont une influence sur le niveau piézométrique d'Arni911_2 et 3044_2 (Ouest flexure). Ce qui confirme que la faille d'Arlit n'est pas une limite imperméable pour les écoulements, mais aussi et surtout peut assurer la mise en communication entre les aquifères. Ce résultat montre que la faille d'Arlit ne constitue pas une limite étanche en certains endroits [4, 18]. Les niveaux piézométriques à l'Est de la flexure semblent être en équilibre dynamique avec les niveaux mesurés à l'Ouest de la flexure [4, 27]. La faille d'Arlit permettrait donc des échanges hydrauliques entre les deux compartiments de la nappe.

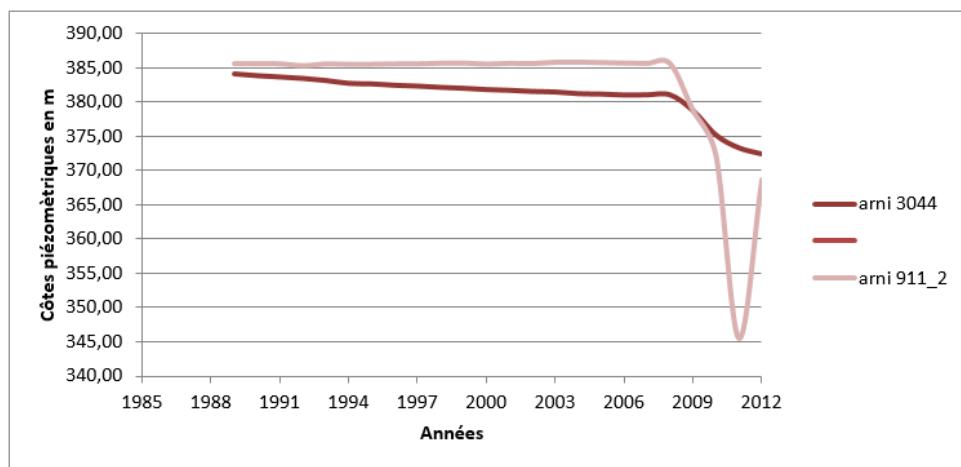


Figure 8 : Évolution des niveaux piézométriques dans les piézomètres Arni 3044_2 et Arni 911_2

3-3. Variabilité spatiale des paramètres hydrodynamiques

3-3-1. Débits spécifiques (Q_s) de la nappe

Le débit spécifique exprime le débit que peut fournir un aquifère par mètre de rabattement et représente de ce fait, un des paramètres d'évaluation de la productivité des nappes. Les valeurs des débits spécifiques déterminés sur les 24 forages de la SOMAÏR varient de $0.3 \text{ m}^3/\text{h/m}$ à $26.6 \text{ m}^3/\text{h/m}$ avec une moyenne de $3.64 \text{ m}^3/\text{h/m}$. La carte de répartition spatiale des valeurs des débits spécifiques (**Figure 9**) montre que à l'extrême Nord-Ouest, les débits spécifiques varient de $6 \text{ m}^3/\text{h/m}$ à $26 \text{ m}^3/\text{h/m}$ indiquant que la nappe est beaucoup plus productrice. Cette partie est largement affectée par la tectonique caractérisée par un réseau des failles plus ou moins dense. Au Sud et à l'Est, les débits spécifiques oscillent de $2 \text{ m}^3/\text{h/m}$ à $4 \text{ m}^3/\text{h/m}$. La nappe est moins productrice dans cette zone. Toutefois, la productivité de la nappe est bonne [30].

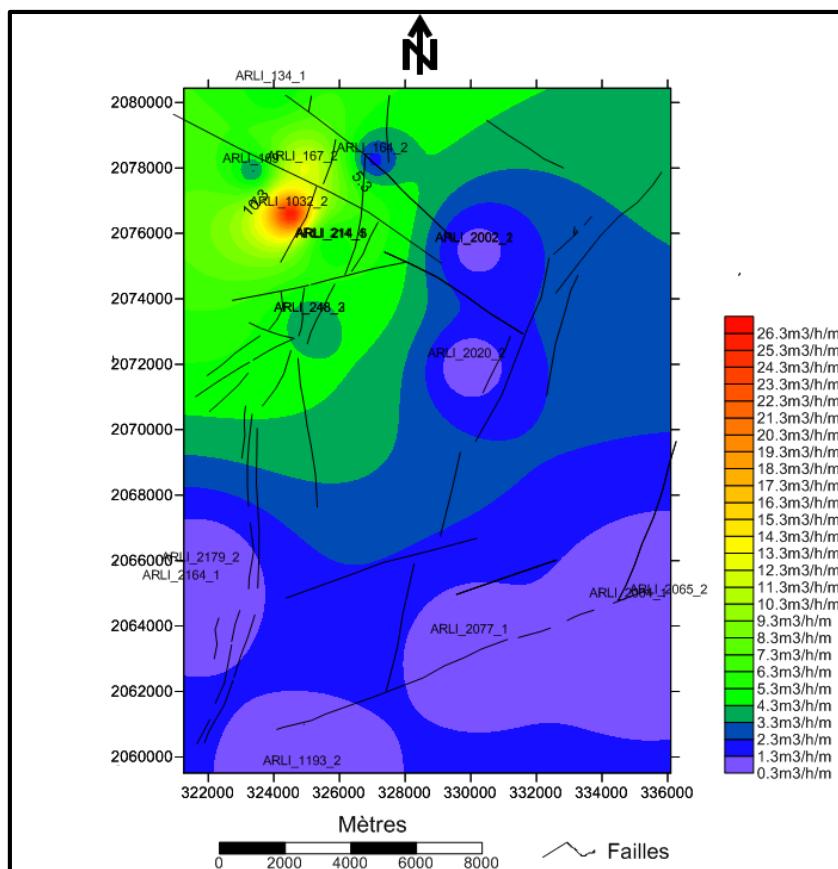


Figure 9 : Carte de répartition spatiale des débits spécifiques

3-3-2. Transmissivité (T) de la nappe

Les valeurs de transmissivité pour les 33 forages varient dans la gamme de $1.710^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ à $810^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ pour une moyenne de $6.910^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. La carte de la distribution spatiale de la transmissivité (Figure 10) à l'échelle de la zone d'étude montre que : A l'extrême Nord-Ouest, les valeurs de transmissivités varient de $6.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ à $16.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Ces dernières sont les plus élevées, et en relation avec la densité de la fracturation. Au Sud et à l'Est, les transmissivités oscillent de $8.10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ à $5.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ et ces valeurs correspondent aux transmissivités les plus faibles. Sur cette partie, le réseau de fracturation est relativement faible. Ce qui explique les faibles valeurs de transmissivités sur ce secteur.

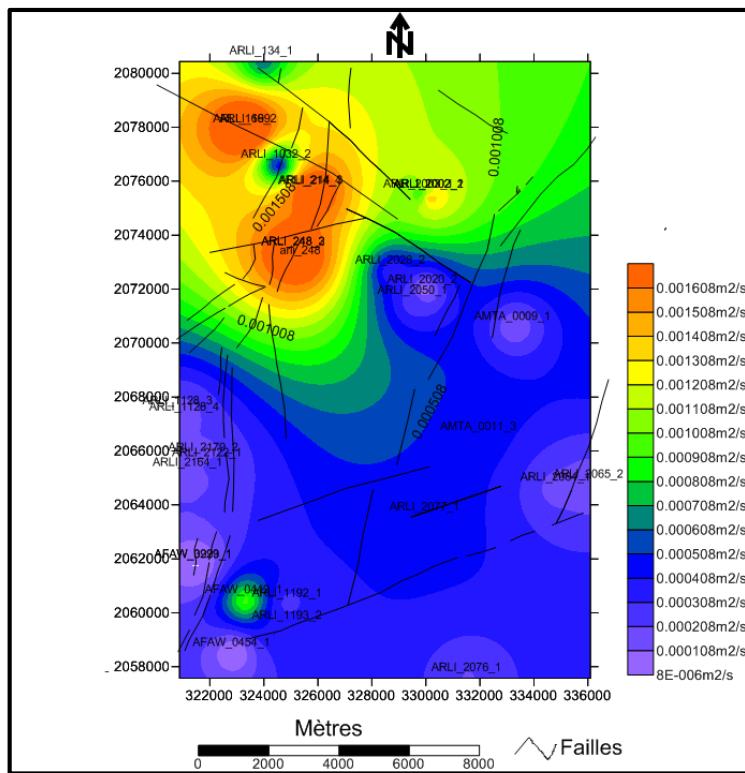


Figure 10 : Carte de répartition spatiale de Transmissivité de la nappe du Tarat

3-3-3. Coefficient de conductivité hydraulique (k)

Les valeurs de perméabilités ainsi déterminées varient dans la fourchette de $2.5 \cdot 10^{-3}$ à $9.9 \cdot 10^{-6}$ m/s pour une moyenne de $1.58 \cdot 10^{-4}$ m/s. L'analyse de la carte de distributions des perméabilités (**Figure 11**) montre que : A l'extrême Nord-Est, la perméabilité est importante avec des valeurs qui varient de $1.5 \cdot 10^{-5}$ à $4.5 \cdot 10^{-5}$ m/s. Au Sud, les valeurs des perméabilités sont faibles et varient de $2.07 \cdot 10^{-5}$ à $5.7 \cdot 10^{-6}$ m/s. Les faibles valeurs des perméabilités rencontrées sur cette partie se justifient du fait que la formation aquifère est composée essentiellement des sables argileux fins à très fins et par la faible intensité de la fracturation [31]. Aussi, les perméabilités sont assez hétérogènes démontrant les variations latérales des facies, la présence des couches argileuses discontinues et les accidents tectoniques mineurs affectant la formation du Tarat. Elles confirment aussi les subdivisions en sous séquences du Tarat en ses différentes sous unités (U1, U2 et U3). Les Zones blanches correspondent aux faibles valeurs que le logiciel n'a pas interpolées.

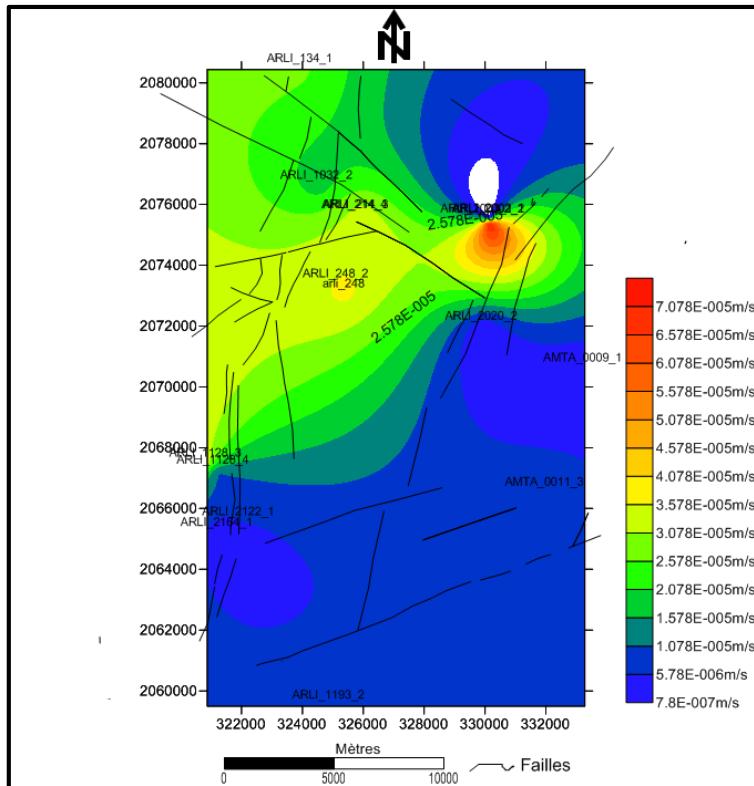


Figure 11 : Carte de répartition spatiale de valeurs de perméabilités

3-3-4. Coefficients d'emmagasinement (*S*)

Les valeurs des coefficients d'emmagasinements varient de $1.96 \cdot 10^{-3}$ à 2.10^{-3} avec une moyenne de $1.96 \cdot 10^{-4}$. L'analyse de la carte de répartition des coefficients d'emmagasinements (**Figure 12**) montre que : Au Nord, les valeurs des coefficients d'emmagasinement sont élevées variant de 9.10^{-4} à 19.10^{-3} . Ces valeurs élevées s'expliqueraient probablement par la forte densité de fractures affectant cette partie. Les valeurs de 10^{-4} sont caractéristiques d'une nappe captive [32] et confirment que la nappe du Tarat est en charge. Au Sud, les valeurs des coefficients d'emmagasinements sont très faibles et varient de $1.9 \cdot 10^{-7}$ à 2.10^{-3} . Ce qui s'explique par la faible densité des fractures et à la présence des lentilles d'argiles sur cette partie de l'aquifère.

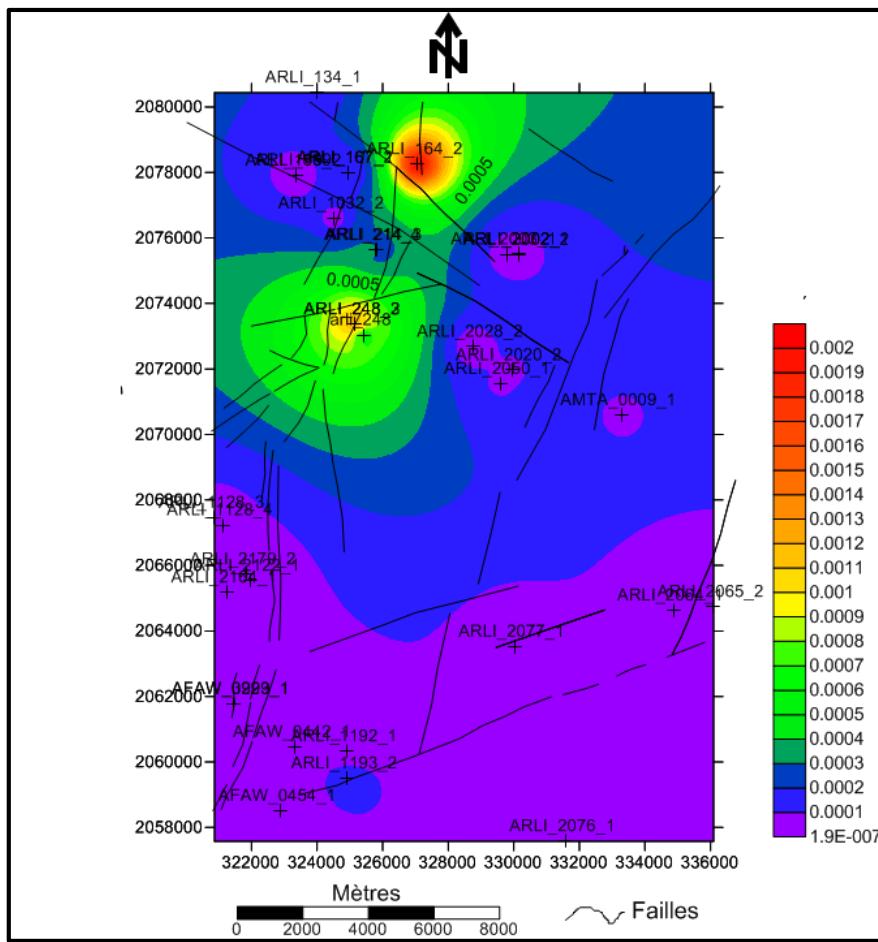


Figure 12 : Carte de répartition spatiale de coefficient d'emmagasinement S

4. Conclusion

L'étude de la piézométrie montre qu'avant l'exploitation minière (1968), le sens d'écoulement des eaux de la nappe du Tarat se fait du SS-E vers le NN-W. Par contre, la nappe s'écoule actuellement du NW vers le SE. Au droit de la flexure faille d'Arlit, les échanges se font entre les deux compartiments de la nappe du Tarat. De plus, le faisceau de Tin Adrar et la flexure d'Autriche assurent la communication entre la nappe du Tarat et celle d'Izegouande. L'étude des paramètres hydrodynamiques (Q_s, T, K et S) montre que ces paramètres sont assez élevés dans la partie Nord en relation avec l'intensité de la fracturation.

Références

- [1] - C. VALSARDIEU, Etude géologique et Paléogéographique du Bassin de Tim Mersoï : Région d'Agadès (République du Niger). Thèse Université de Nice, (1971) 514 p.
- [2] - R. ADAMOU, A. ABDOU MOUMOUNI, K. IKHIRI, B. OUSMANE, A. ABDOU LAYE & M. KONATE, Etat des lieux sur les aquifères de la zone minière d'Arlit pour la période allant de 1968 à 2013 : hydrogéologie et hydrochimie. *Expertise collégiale FAST-SOPAMIN, Collection Etudes Nigériennes*, (2015) 156 p.
- [3] - A. DODO et G. M. ZUPPI, Variabilité climatique durant le quaternaire dans la nappe du Tarat (Arlit, Niger). *C. R. Acad. Sci. Paris. Sciences de la Terre et des Planètes*, 328 (1999) 371 - 379 p.

- [4] - AMAN, Reconnaissance hydrogéologique- *Rapport de synthèse a*, (2012)
- [5] - L. I. WRIGHT, M. BRANCHET, I. ALISSO, "Notice explicative de la carte géologique du bassin houiller d'Anou Araren / Solomi". Ministère des Mines et de l'Énergie, Niger, (1993) 20 p.
- [6] - COGEMA, "Carte géologique au 1/200 000 d'Afasto et notice explicative". Direction Mines et Géologie, Niamey, (1977) 31 p.
- [7] - R. COQUEL, J. LANG, M. YAHAYA, Palynologie du Carbonifère du Nord Niger et de la plate-forme saharienne implications stratigraphiques et paléogéographiques. *Review of Palaeobotany and Palynology*, (1995) 319 - 334 p.
- [8] - F. JOULIA, "Les séries primaires au N et au NW de l'Aïr (Sahara central). Discordances observées. *Bulletin de la Société Géologique de France*, (1959) 192 - 196 p.
- [9] - T. SEMPERE, Le contexte sédimentaire du gisement d'uranium d'Arlit (République du Niger). Thèse de doctorat, ENSMP, Paris, (1981) 382 p.
- [10] - S. CAVELLEC, Evolution diagénétique du bassin de Tim Mersoï et conséquences pour la genèse des minéralisations uranifères dans les formations carbonifères du Guezouman et du Tarat (district Arlit-Akokan, Niger). Thèse de Doctorat, Université Paris XI, Orsay, (2006) 397 p.
- [11] - J. M. GAUTHIER, "Analyse tectonique du demi-degré carré (Nord) d'Afasto". CEA GAM, (1972) 46 p.
- [12] - G. HIRLEMANN & J.P. ROBERT, "Analyse structurale du secteur Arni". CEA-GAM, (1977) 53 p.
- [13] - M. YAHAYA et J. LANG, Évolution tectono-sédimentaire de l'Unité d'Akokan au cours du Viséen dans le bassin de Tim Mersoï (région d'Arlit, Niger). *Journal of African Earth Science*, Vol. 31, N° 2 (2000) 415 - 431 p.
- [14] - J. CLERMONT YAHAYA, M. LANG J. OUMAROU, Un bassin paléozoïque et mésozoïque en décrochement : le Tim Mersoï dans la région d'Arlit, à l'Ouest de l'Aïr (Niger). *Compte rendu de l'Académie des Sciences de Paris*, (1991) 1189 - 1195 p.
- [15] - H. FAURE, Reconnaissance géologique des formations post-paléozoïques du Niger oriental. *Mémoires du BRGM*, (1966) 630 p.
- [16] - R. GUIRAUD, O. BOURÉIMA et J. P. ROBERT, Mise en évidence de déformations traduisant un raccourcissement dans le Mésozoïque de la périphérie de l'Aïr (Niger). *Comptes Rendus Académie des Sciences, Paris*, (1981) 753 - 756 p.
- [17] - O. GERBEAUD, Evolution Structurale du Bassin de Tim Mersoï : Déformations de la couverture sédimentaire, Relations avec la Localisation des gisements uranifères du secteur d'Arlit. Thèse Université de Paris Sud, (2006) 261 p.
- [18] - TAUZIN, Ressources en eaux souterraines de la nappe du Tarat. *Etude préliminaire note complémentaire, DH, N074 bis, SH.3024bis*, (1969) 134 p.
- [19] - I. T. COSTE, Hydrogéologie. *CEA- GAM Mission d'Agadez*, (1972)
- [20] - SCET AGRI, Nappes aquifères de la région d'Arlit, *Synthèse hydrogéologie -Nappe du Tarat*, (1985a) 156 p.
- [21] - A. ILLIAS, Contribution à l'étude hydrogéologique de la nappe du Tarat Quantification et optimisation du dispositif de dénoyage : cas du prospect apophyse Ariège. *Mémoire de fin de cycle*, Master Hydrogéologie, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger), (2014) 68 p.
- [22] - A. ABDOU BOKO, Contribution du système de drainage à la recharge des aquifères du Bassin de Tim Mersoï (Nord Niger) : apports de la télédétection. *Mémoire de fin de cycle*, Master Hydrogéologie, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger), (2014) 64 p.
- [23] - SCET AGRI, Nappes aquifères de la région d'Arlit, *Synthèse hydrogéologie - Nappe du Guézouman*, (1985c)
- [24] - SCET AGRI, Nappes aquifères de la région d'Arlit, *Synthèse hydrogéologie – Nappe de l'Izégouande b*, (1985)
- [25] - G. CASTANY, Hydrogéologie : principes et méthodes. *Editions DUNOD*, Liège 130 pages, Chapitre 6, (2000) 147 - 153 p.

- [26] - AMMAN, Suivi de la nappe du Tarat et du réseau de production en eau potable et en eau industrielle d'Arlit-Akokan. *Rapport de synthèse b*, (2004)
- [27] - P. CROCHONS et S. BOTTERO, Modèle mathématique de la nappe du Tarat dans la région d'Arlit. *COGEMA-Niger, Ecole Supérieure des mines de paris*, (2004) 223 p.
- [28] - S. BOTTERO, Rapport de l'étude hydrogéologique régionale. *COGEMA Niger*, (2004)
- [29] - R. HINSA, Conceptualisation de l'écoulement des eaux de la nappe du Tarat sur le secteur de la SOMAÏR. *Mémoire de fin de cycle, Institut international des eaux et de l'environnement (IIE)*, (2013) 73 p.
- [30] - SCET AGRI, Nappes aquifères de la région d'Arlit, République du Niger. *Rapport hydrogéologique*, (1969)
- [31] - G. KREBS, Simulation prévisionnelle du comportement de la nappe du Tarat. *Rapport final n°FG/REHA/607,58/97,002*, (1997)
- [32] - H. MADIOUNE, Etude Hydrogéologique du système aquifère du horst de Diass en condition d'exploitation intensive (bassin sédimentaire sénégalais) : apport des techniques de télédétection, modélisation, géochimie et isotopie. Thèse de doctorat Université de Liège, (2012) 323 p.