





## **THEME:**

# ETUDE DE RECONNAISSANCE HYDROGEOLOGIQUE DES NAPPES DU TARAT ET DU TELOUA

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU	
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEME	NT
OPTION: Infrastructures et réseaux hydrauliques	

-----

Présenté et soutenu publiquement le ... Juin 2013 par

#### SEIDOU ADAMOU MAZOU ABDOUL RAZAK

Travaux dirigés par : SOULEY MAHAMANE

Géologue Chef du Groupe Géologie

#### **BOUKARI MANI**

Chef de section hydrogéologie/environnement

	 Promotion 2012/2013
Membres et correcteurs :	
Président :	
<u>Jury d'évaluation du stage :</u>	

«Les mines sont la source du trésor ; le trésor permet la création de l'armée. Le trésor et l'armée permettent de conquérir la terre entière, avec le trésor pour ornement»

Kautilya, Arthasastra : traité politique de l'Inde ancienne, IV siècle avant Jésus-Christ

#### Table des matières

REMERCIEMENTS	iv
RESUME	V
LISTE DES ABREVIATIONS	vi
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES	viii
Avant-propos	ix
PREMIERE PARTIE : Présentation de l'étude	1
1. Cadre de l'étude	1
2. Problématique	1
3. Objectifs	1
4. Méthodologie du travail	1
DEUXIEME PARTIE : Généralités	3
I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	3
Agglomération d'Arlit et ville d'Akokan	3
2. Température	4
3. Végétation	4
4. Population	4
II. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	5
1. Cadre géologique général	5
2. Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques des formations étudie	ées 6
2.1. Lithologie du TELOUA	6
2.2. Lithologie du TARAT	7
TROISIEME PARTIE : Etude hydrogéologique des nappes	9
I. Matériels et méthode	9
II. Nappe du Tarat	9
1. Réseau de piézomètres et de captage en Février 2013	9
2. Historique de la consommation en eau potable et évolution des débits in	
ouvrages	
3. Piézométrie et nature des écoulements	
4. Caractéristiques hydrodynamiques du Tarat	
5. Paramètres physique et chimique de la nappe du Tarat	
6. Proposition de sites d'implantation futurs de forages	
Conclusion partielle et explication de la baisse de la productivité	
III. Nappe du Teloua	29

1.	Réseau de piézomètre et de captage du Teloua	29
2.	Chronique piézométrique du Teloua	29
3.	Piézométrie et nature des écoulements	31
4.	Caractéristiques hydrodynamiques du Teloua	32
5.	Paramètres physique et chimique de la nappe du Teloua	37
Conc	lusion partielle	38
QUA	TRIEME PARTIE : Gestion raisonnée de l'eau	39
CON	CLUSION ET RECOMMANDATIONS	41
REFE	ERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	43
Anne	xes	44

#### REMERCIEMENTS

Enfin...

Deux années incroyablement mouvementées, parfois belles, parfois moins, énormément de découvertes, d'échanges, d'aides et d'amitié.

Un grand merci à tous ceux ont rendu ce travail possible! Du côté administratif, comme du côté technique, sur le terrain, au bureau mais aussi dans la vie de tous les jours.

Merci à tous pour vos encouragements, votre bonne humeur, votre patience, vos sourires et vos critiques (bien que je préfère les sourires...).

Merci à Mr Souley Mahamane et à Elh Boukari Mani qui ont initié et encadré cette étude. Merci à Aboubacar Abdoulaye et à Mariama Sacko.

Merci à Abdoulaye Hamit, à Biga, à Boureyma, Vieux hassane, vieux Abba, j'en oublie d'autres...

Je garde le bon souvenir du programme 3N (viande et/ou massa) dans le bureau de Bouki...

Du coté AMAN, merci à Farook Assalack, Mabibou Mafaki, Seyni Soumana et à Abdoulaye.

Merci à Mr Abdou Bachir et à Mr Souley Ibrahim.

## Dédicace spéciale à :

- > Mes parents, père et mère
- > Mes frères et sœurs,
- A tous mes camarades!

#### RESUME

L'alimentation en eau potable de la ville d'Akokan se fait à partir d'une nappe dite fossile, la nappe du Tarat. Cette aquifère a vu son exploitation croître depuis la mise en service des sociétés minières (COMINAK et SOMAIR). Cependant les captages destinés à l'approvisionnement en eau potable et en eau industrielle présentent une baisse de productivité. La connaissance de la cause de cette baisse est très utile pour une gestion rationnelle de cet aquifère. C'est dans l'optique d'améliorer le réseau de captage que ce thème a été proposé. L'étude a consisté dans un premier temps à l'analyse de la piézométrie et de la variation des débits d'exploitation des forages de la zone. Cette phase a été renforcée par une interprétation des essais de pompage et des analyses physico-chimique. Les essais par pompage ont permis de déterminer d'une part la transmissivité de la nappe et d'autre part les caractéristiques aquifère/ouvrages de captage. Les résultats obtenus montrent que les ouvrages de la COMINAK ne sont pas colmatés. Il ressort de l'analyse de ces résultats que la baisse de la productivité est due à une surexploitation de la ressource. Pour parer à ce phénomène un système de gestion raisonnée de l'eau a été proposé qui est essentiellement basé sur les débits d'exploitation.

Mots Clés: Akokan, Tarat, Teloua, Pompage, Rabattement

#### **ABSTRACT**

The drinking water supply of the town of Akokan is done starting from a tablecloth known as fossil, the tablecloth of Tarat. This aquifer saw its exploitation growing since the startup of the mining companies (COMINAK and SOMAIR). However the collecting intended for the supply of drinking water and industrial water present a fall of productivity. The knowledge of the cause of this fall is very useful for a rational management of this aquifer. It is in optics to improve the network of collecting that this topic was proposed. The study consisted initially with the analysis of the piezometer and the variation of the flows of exploitation of drillings of the zone. This phase was reinforced by an interpretation of the tests of pumping and analyses physicochemical. The tests by pumping made it possible to determine on the one hand the transmissivity of the tablecloth and on the other hand the characteristics aquifer/well. The results obtained show that the works of the COMINAK are not clogged. It arises from the analysis of these results that the fall of the productivity is due to an overexploitation of the resource. To counter this phenomenon a system of management reasoned of the water was proposed which is primarily based on the flow of exploitation.

Keywords: Akokan, Tarat, Teloua, pomping, folding back

#### LISTE DES ABREVIATIONS

2IE : Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement.

AEP: Adduction d'eau potable

AEI: Adduction en eau industrielle

COMINAK : Compagnie minière d'Akouta

COMI: puits et piézomètres

EIER-ETSHER : Groupe des Ecoles Inter-états d'Ingénieurs de l'Equipement Rural et des

Techniciens Supérieurs de l'Hydraulique et l'Équipement Rural.

GT: forage à grand trou

NPi : Niveau piézométrique initial

NPf : Niveau piézométrique final

Rabat: Rabattement

SOMAIR : Société des Mines de l'Aïr

ZI: Zone industrielle

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Réseau de captage de la COMINAK	10
Tableau II : Piézomètres encore en service	10
Tableau III : Caractéristiques des puits de pompage COMINAK, Février 2013	12
Tableau IV : Niveau piézométrique initial et rabattement du COMI 44	18
Tableau V: Rabattement spécifique, débit spécifique et rabattement résiduel	20
Tableau VI : Comparaison entre les rabattements observés et calculés	21
Tableau VII : Valeurs de transmissivité et de perméabilité	23
Tableau VIII : Tableau de diffusivité	24
Tableau IX : Résumé des paramètres hydrodynamiques de tous les ouvrages de la CC	)MINAK
captant le Tarat	26
Tableau X : Série de piézomètre du Teloua	29
Tableau XI : Niveau piézométrique initial et rabattement du TELO 01	33
Tableau XII : Rabattement spécifique, débit spécifique et rabattement résiduel	35
Tableau XIII: Comparaison entre les rabattements observés et calculés	36
Tableau XIV : Paramètres hydrodynamiques du TELO 01	37
Tableau XV : Estimation de la durée d'exploitation des ouvrages	39

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Géologie du Niger	6
Figure 4: Historique de la production en eau potable de la COMINAK	11
Figure 5: Piézométrie de la nappe du Tarat en dynamique avec Mapinfo, Février 2013	14
Figure 6: Piézométrie de la nappe du Tarat en dynamique avec Surfer, Février 2013	15
Figure 7: Toit du Tarat	16
Figure 9: Epaisseur du Tarat	17
Figure 10: Développement du COMI 44.	18
Figure 11: Evaluation du rabattement par palier du COMI 44	19
Figure 12: Courbe caractéristique du COMI 44	19
Figure 13 : Caractéristique à partir du rabattement spécifique du COMI 44	20
Figure 14 : Evaluation du débit spécifique relatif du COMI 44	22
Figure 15: Essai de nappe, descente	22
Figure 16 : Essai de nappe, remontée	23
Figure 17: Carte de transmissivité du Tarat	27
Figure 18: Fluctuation du COMI 46 en 2011	30
Figure 19 : Baisse du niveau de l'eau au COMI 46	30
Figure 20: Carte piézométrique du Teloua, 2010	31
Figure 21: Carte de l'épaisseur du Teloua	32
Figure 22 : développement du TELO 01	33
Figure 23 : Evaluation du rabattement par palier du TELO 01	34
Figure 24 : Courbe caractéristique du TELO 01	34
Figure 25 : Rabattement spécifique du TELO 01	35
Figure 26 : Essai de nappe, descente	36
Figure 27 : Essai de nappe, remontée	37

## **Avant-propos**

Ce présent mémoire est élaboré dans le cadre de la formation en Master d'ingénierie en eau et environnement, option Eau. Il constitue l'aboutissement de cinq (05) années d'intenses activités pédagogiques pendant lesquelles nous avons allié la théorie et la pratique. L'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) a été pendant toute cette période, notre établissement d'accueil, loin de notre chaleur sociale.

Ce thème qui est une « Etude de reconnaissance hydrogéologique des nappes du Tarat et du Teloua », a été proposé par la Compagnie Minière d'Akouta – COMINAK qui est une société exerçant dans l'extraction d'uranium et son traitement, basée à Akokan au Niger. La compagnie minière d'AKOUTA, COMINAK est une société de droit nigérien, au capital de 3.500.000.000F. CFA. Elle a été créée le 12 Juin 1974. Selon les statuts de la société, la présidence du Conseil d'Administration est assurée par le Niger et la Direction Générale par AREVA NC (France).

Ainsi, le présent mémoire qui traite de la reconnaissance, de la production d'eau potable et de la gestion raisonnée de cette dernière est un très bon exercice d'identification des difficultés et contraintes éventuelles que peut rencontrer un agent durant son insertion dans la vie professionnelle.

Certes, la responsabilité et la sanction du présent travail incombent à notre seule et unique personne, il serait ingrat de notre part de dire qu'il est le fruit de nos seuls efforts, nos seules recherches, de notre imagination. Bien au contraire, il est la synthèse des contributions diverses de toutes les personnes qui nous ont livré des informations, qui nous ont prodigué des conseils, qui nous ont orienté, etc.

Ainsi, avons-nous l'immense plaisir d'exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui, de près ou de loin, à un stade ou à un autre, ont eu à contribuer tant soit peu à la réalisation du présent travail en particulier et à notre formation « d'homme » en général.

#### PREMIERE PARTIE : Présentation de l'étude

#### 1. Cadre de l'étude

La présente étude entre dans le cadre de mémoire de fin d'études de Master en ingénierie de l'Eau et de l'Environnement du 2iE (Groupe EIER-ETSHER). Le 2iE est un Institut International qui forme des ingénieurs dans le domaine de l'Eau, de l'Environnement, de l'Energie et du Génie Civil basé à Ouagadougou au Burkina Faso.

Ce stage s'inscrit dans le cadre d'une étude de reconnaissance de nappes pour l'amélioration du réseau de captage des eaux potable et industrielle

#### 2. Problématique

La situation actuelle des ressources en eau au Nord du Niger présente des enjeux qui sont commun à de nombreuses régions du bassin du Tîm Mersoi. En effet les populations vivant dans le Nord du Niger sont confrontées à des problèmes d'eau potable, les ressources sont limitées et parfois largement exploitées pour répondre à la croissance des besoins, de plus des conditions climatiques contraignantes qui viennent renforcer les tensions autour de l'eau.

C'est dans ce sens que cette étude a été proposée par la Compagnie Minière d'Akouta – COMINAK.

#### 3. Objectifs

Cette étude a pour objectif principal de déterminer les causes éventuelles de baisse de productivité des ouvrages de captage de la COMINAK et de faire en parallèle une étude de la nappe du Teloua en vue d'une exploitation future.

De cet objectif général découlent des objectifs spécifiques :

- Caractériser l'évolution des nappes par des pompages,
- Faire un diagnostic du réseau de production,
- Caractériser l'état chimique des nappes étudiées,
- Proposer un mode de gestion de la nappe du Tarat et du Teloua.

#### 4. Méthodologie du travail

La méthodologie envisagée pour atteindre les objectifs fixés se résume en quatre (4) parties :

- *Une phase préliminaire* : C'est en fait une phase de recherche documentaire. La compréhension du sujet et l'analyse des termes de références sont des points clés dans

la conduite de cette étude. Cette recherche documentaire a été effectuée afin d'approfondir les connaissances du sujet. Elle a permis de faire un inventaire des données et informations existantes. Nous avons ainsi rassemblé et exploité l'ensemble des études qui ont trait à la mobilisation des eaux souterraines ayant été menées à la COMINAK.

- Une phase de terrain: Elle a permis de recueillir les dernières données nécessaires pour mener à bien l'étude. Durant cette phase ont été effectués: la conception d'un nouveau puits au Tarat, des travaux hydrauliques (pompage) et des mesures de niveau dynamique. Ces données permettront de déterminer les paramètres hydrodynamiques des nappes concernées par l'étude (transmissivité, emmagasinement et diffusivité), de déterminer les caractéristiques du complexe ouvrage/aquifère (débit spécifique, rabattement spécifique, débit d'exploitation...) et le traçage des cartes piézométriques.
- *Une phase de traitement de données et d'analyse*: Elle est la plus importante de l'étude. Elle regroupe la synthèse, le traitement, l'élaboration de cartes piézométriques à l'aide des logiciels Surfer et/ou Mapinfo, l'analyse et les interprétations des données issues de la recherche documentaire et des travaux de terrain, la mise en place d'un mode de gestion de la ressource après avoir identifier les causes éventuelles de perte de productivité des ouvrages.

#### **DEUXIEME PARTIE : Généralités**

#### I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

#### 1. Agglomération d'Arlit et ville d'Akokan

L'agglomération d'Arlit se trouve dans la région d'Agadez en république du Niger, en zone désertique saharienne. Elle est située à environ 1220km au nord de Niamey, 250km d'Agadez et environ 250km de la frontière algérienne.

La découverte des gisements d'uranium à la fin des années 60 a donné lieu à la création de deux sociétés d'exploitation minières, la COMINAK (Compagnie Minière d'Akouta), créée en 1974 et la SOMAIR (Société Minière de l'Aïr), créée en 1968. L'exploitation de ces gisements a engendré l'installation du personnel des deux sociétés dans deux cités minières (cité COMINAK et cité SOMAIR) et a favorisé la venue de populations riveraines au sein des villes induites d'Arlit et d'Akokan.

#### L'agglomération d'Arlit est ainsi composée :

- De la ville induite d'Arlit,
- De la ville induite d'Akokan,
- De la cité minière COMINAK (jouxtant la ville d'Akokan),
- De la cité minière SOMAIR (jouxtant la ville d'Arlit),
- De quelques hameaux situés à proximité des ensembles cités précédemment.

Les sociétés minières sont en charge de la production en eau potable pour l'intégralité de l'agglomération. Pour l'alimentation des villes induites, un contrat liant la SEEN (Société d'Exploitation des Eaux du Niger) à ces deux sociétés pour l'achat d'eau en gros, à la sortie des réservoirs a été signé. (VEOLIA, 2010)

Le présent rapport concerne les puits d'eau potable gérés par la COMINAK sur toute sa zone. Cette dernière située au sud-ouest de la ville d'Arlit, peut être divisée en trois (3) grandes parties :

- La cité urbaine, où est logé le personnel de la COMINAK,
- La ville induite d'Akokan, jouxtant la partie Ouest de la cité minière accueillant une population dont les sources de revenus sont liées directement ou indirectement à la COMINAK

• Les villages périphériques, à l'urbanisation souvent spontanée.

L'étude est basée sur le réseau d'adduction d'eau potable (AEP) et eau industrielle (AEI) de la COMINAK captant le Tarat et le Teloua.

Les activités industrielles de la COMINAK s'exercent à AKOUTA, zone située à 6km de la cité urbaine d'AKOKAN qui abrite les travailleurs ainsi que leurs familles et à 12km de la ville d'ARLIT.

#### 2. Température

Le climat est celui d'un désert aride chaud caractérisé par une forte température moyenne annuelle (28,7°C), des températures diurnes élevées et une amplitude thermique pouvant atteindre 30°C en milieu exposé. (**Farook ASSALACK**, 2009)

#### 3. Végétation

La zone saharienne qui représente 60% du territoire est un domaine presque purement minéral où seuls subsistent quelques épineux, des touffes de graminées dans le lit des oueds et quelques oasis, notamment dans les vallées et les bordures de l'Aïr. La région est désertique avec des épisodes pluvieux violents et subits, Les précipitations sont en moyenne de 49 mm par an répartis sur 1 à 14 jours de pluie, il n'existe de ce fait aucun cours d'eau permanent local. (Farook ASSALACK, 2009)

#### 4. Population

Le Nord-Niger faisait ultérieurement partie intégrante de l'espace naturel sahélo-saharien dans lequel cohabitaient selon des règles traditionnelles ancestrales plusieurs groupes autochtones nomades, sédentarisés ou non : Arabe, Chawi, Kounta, Maure, Peulh woodaabé, Touareg, Toubou, etc.

Aujourd'hui, le Nord-Niger constitue un pôle d'attraction de plusieurs ethnies aussi bien nigériennes qu'étrangères dû à l'exploitation des différentes ressources du sous-sol.

La zone d'étude jadis inhabitée, compte une population estimée en 2007 à 99 000 habitants dont 28 000 habitants dans les cités minières et 71 000 dans les villes induites. (**Farook ASSALACK**, 2009)

## II. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

#### 1. Cadre géologique général

A la latitude d'Arlit, le socle est modelé par des morphologies glaciaires comblées par des faciès tillitiques, auxquels succèdent plusieurs séquences fluviatiles se terminant souvent par des argilites bariolées, (VALSARDIEU, 1971)

Ainsi, le log stratigraphique de la région d'Arlit laisse apparaître les séries suivantes :

- **le Précambrien** : Roches cristallines et cristallophylliennes
- le Permo-carbonifère, qui se divise en trois séries, de bas en haut :
  - ✓ la série de Térada,
  - ✓ le Tagora inférieur,
  - ✓ le Tagora supérieur.

Chacune de ces séries débute par une formation gréseuse fluvio-glaciaire au Téragh dans le Térada, fluvio-estuarien au Guezouman dans le Tagora inférieur (avec à la base le conglomérat radioactif de Téléflak) et fluvio-deltaïque au Tarat, dans le Tagora supérieur. Chaque série se poursuit par un épisode marin à épicontinental : argilite du Talak dans le Térada, du Tchinezogue dans le Tagora inférieur et du Madaouela dans le Tagora supérieur.

Elles peuvent se terminer par un niveau gréseux fin et silteux : unité d'Akokan dans le Térada et unité d'Arlit dans le Tagora supérieur.

- le Permien, qui correspond à deux cycles, comprenant successivement un épisode fluviatile (sédiments gréseux des séries de l'Izegouande et de Tamamaït) et un épisode lacustre (argilite des séries de Téjia et de Moradi);
- le Trias est représenté par les grès fins ruiniformes du Teloua 1 (série d'Aguelal). La série de Goufat, représentée par les formations fluviatiles et lacustres du Teloua 1 et 2 est triassique ou jurassique ;
- le Jurassique est représenté par le Tchirezrine 1 et le Tchirezrine 2, avec des intercalaires lacustres (Abinky). Ces formations contiennent, localement, des niveaux à analcime;
- le Crétacé inférieur, constitué par la formation argileuse lacustre de l'Irhazer avec, à sa base, les niveaux silteux et gréseux fins de l'Assaouas. Au sommet, il y a la

formation fluviatile de Tegama formée des grès fin à grossier avec présence des os des dinosaures et bois silicifiés.

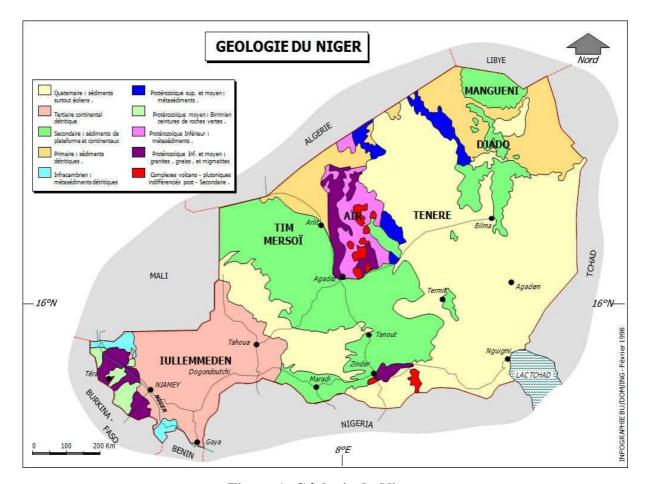


Figure 1: Géologie du Niger

#### 2. Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques des formations étudiées

#### 2.1. Lithologie du TELOUA

Les grès du TELOUA affleurent dans les limites dans la zone COMINAK, à l'ouest de la flexure faille d'Arlit In Azaoua et au sud du périmètre industriel.

Ces grès reposent sur la série d'Izegouande au niveau du parallèle 18°45. Le sommet de cette série est constitué par des bancs à stratifications entrecroisés de couleur rouge-violacée, grèso-arkosique, silteux et argileux à grandes plages calciteuses.

Au-dessus de cette formation très peu perméable, le TELOUA (Teloua 1) débute par un horizon conglomératique (conglomérat d'ANOU MELLE) en lentille de 0 à 50cm d'épaisseur, comprenant des petits galets à stratification entrecroisées, le plus souvent éolienne.

Au-dessus alternent des couches gréseuses en petits bancs parallèles blancs, rosés et rouges à stratification entrecroisées ou planes de type fluviatile, à feuillet grano-classés soulignés par

des lits de grossiers (Teloua 2-3). Ensuite on observe une succession de bancs massifs de 4 à 5m de grés blancs mochetés et graveleux d'aspect ruiniforme et cérébroïde, à stratification entrecroisée éolienne.

Le toit du Teloua est marqué par une couche indurée de 50cm à 1m formant la surface-temps du plateau de N'Tarhalge et dont le faciès est micro-conglomératique et analcimeux. Cette couche coiffe des analcimolites gréseuses et micro-conglomératique rouges en plaquettes, qui pourraient représenter le Mousseden (épaisseur 6 à 7m).

Au total le Teloua aurait une épaisseur en affleurement de l'ordre de 55m, faciès Mousseden non compris.

#### ✓ Caractéristiques hydrogéologiques de la formation du TELOUA

La série de l'Izegouande peut être, au moins dans ces termes supérieurs considérée comme imperméable. Elle constitue donc le mur étanche de la nappe du Teloua. Les grès du Teloua, souvent grossier, quelquefois micro-conglomératiques, peuvent être considérés comme ayant une bonne perméabilité, et également une porosité importante.

Le Mousseden lorsqu'il existe sépare cette formation des grès de Tchirezrine 1. En fait il s'agit plus d'un faciès localement analcimeux que d'une formation géologiquement bien définie et continue. Cela explique la difficulté qu'il y a à séparer en de nombreux sondage le Teloua du Tchirezrine 1.

Au point de vue hydrogéologique ceci doit avoir pour conséquence une mise en communication fréquente des nappes de Teloua et du Tchirezrine 1.

Au-dessus de cette formation gréseuse, perméable, on trouve les analcimolites de l'Abinky, vraisemblablement très imperméable qui constituent le toit étanche des nappes du Teloua et du Tchirezrine 1, permettant leur mise en charge.

#### 2.2. Lithologie du TARAT

Ces grès reposent sur la série inférieure de TAGORA plus précisément sur la formation du Tchinezogue en grande partie d'argilites et de silts se découpant en 4 Unités dont l'Unité terminale est constitué de grès très fins à moyens, gris verdâtre, à ciment argileux ou carbonaté. Unité d'épaisseur très variable pas toujours présente.

La formation du Tarat est constituée essentiellement par des grès moyens à grossiers localement micro-conglomératiques en base de séquences (granules de quartz), avec des intercalations de niveaux argileux.

L'ensemble de cette formation, très riche en matière organique (végétaux) s'est déposé dans un environnement estuarien.

Le Tarat se décompose en trois grandes séquences grano-décroissantes débutant par une base érosive et évoluant vers un terme argileux. Il s'agit de :

- L'Unité 3 : séquence de grès moyens à grossiers. Présence de stratifications obliques.
- L'Unité 2 : alternance de niveau argileux et grès fins, avec présence de rides de courant. Riche en matière organique.
- L'Unité 1 : séquence de grès grossiers à très grossiers, micro-conglomératique en base de séquence. Présence de sulfures et de matière organique.

Enfin le Tarat aurait une épaisseur de l'ordre de 10 à 60m.

#### ✓ Caractéristiques hydrogéologiques de la formation de Tarat

La partie inférieure de la Série de Tagora peut être considérée comme le mur étanche du Tarat. De part son épaisseur importante la formation du Tchinezogue est considérée comme isolant le Tarat de l'aquifère sous-jacent, le Guezouman.

Le toit du Tarat est constitué des formations du Madaouela et de l'Arlit.

Le Madaouela est une succession d'argilites, silts et grès fins carbonatés, localement recoupés par des niveaux gréseux (faciès du Tarat), raison pour laquelle il est difficile de le distinguer du Tarat d'où l'appellation « Madaouela-Tarat » lors du levé après foration. C'est la résistivité déterminée lors de la diagraphie qui permet de faire la distinction avec certitude.

Les grès du Tarat possèdent une granulométrie qui varie de grès moyens à des grès très grossiers, on en déduit qu'ils possèdent aussi une bonne perméabilité.

## TROISIEME PARTIE : Etude hydrogéologique des nappes

### I. Matériels et méthode

Trois (3) types de pompage ont été réalisés sur chaque ouvrage : Le développement, le pompage par paliers qui permet d'obtenir une relation débit-rabattement (ou niveau dynamique) et une estimation des pertes de charge dans le forage. Ce pompage aide aussi à fixer la cote de l'installation du moyen d'exhaure retenu. Le pompage, dit "longue durée", permet de connaître les paramètres hydrodynamiques des formations aquifères (transmissivité, coefficient d'emmagasinement...) et déceler d'éventuelles limites de la formation (limite étanche, alimentation...).

## II. Nappe du Tarat

#### 1. Réseau de piézomètres et de captage en Février 2013

Le réseau de captage de la COMINAK est subdivisé en deux, un premier réseau pour l'alimentation en eau de boisson formé de quatorze (14) puits et un second pour l'alimentation en eau industrielle formé de trois (3) puits comme résumé dans le tableau suivant :

Tableau I : Réseau de captage de la COMINAK

Type de réseau	Ouvrages	Coord	Coordonnées			
		X	Y			
Eau de boisson	COMI 12	325170,28	2067038,2	Actif		
Eau de boisson	COMI 15	324031,43	2067566,3	Actif		
Eau de boisson	COMI 16	326655,83	2066262,8	Actif		
Eau de boisson	COMI 17	325834,15	2070174,1	Actif		
Eau de boisson	COMI 20	327651,5	2066355,7	Actif		
Eau de boisson	COMI 22	325533,68	2071173,8	Actif		
Eau de boisson	COMI 23	326340,84	2069126,3	Actif		
Eau de boisson	COMI 24	324380,31	2066192,3	Arrêt		
Eau de boisson	SMTT	322917,44	2069753,2	Actif		
Eau de boisson	COMI 39	328237,18	2065966,5	Actif		
Eau de boisson	TARAT 01	329669	2062080	Actif		
Eau de boisson	COMI 40	321635,32	2061194,8	Attente		
Eau de boisson	COMI 41 bis	328161,73	2065472,4	Actif		
Eau de boisson	COMI 44	329146,93	2062847,9	Arrêt		
Eau industrielle	COMI 8	323072,94	2067787,6	Actif		
Eau industrielle	COMI 31	321572,47	2061482,1	Arrêt		
Eau industrielle	COMI 38	321838,7	2060318,6	Arrêt		

Des piézomètres ont été mis en place dans le cadre de la surveillance du niveau piézométrique du Tarat. Actuellement cinq (5) sont encore en service les autres sont colmatés :

Tableau II : Piézomètres encore en service

1 ableau 11 . 1 lezometi es encore en service								
Piézomètres	Coordonnées							
	X	Y						
COMI 30	329217,32	2068110,19						
COMI 36	321823,05	2060325,6						
AMTA 02	320527,3	2062382,4						
<b>AFAW 442</b>	323100	2060225						
<b>AMTA 06</b>	319881,92	2068817,3						

## 2. Historique de la consommation en eau potable et évolution des débits instantanés des ouvrages

L'alimentation en eau potable a été marquée par une consommation croissante depuis la mise en service de la mine souterraine de la COMINAK. Cette consommation croissante est la conséquence de l'augmentation du personnel de la société et l'afflux de la population autour de la cité COMINAK. Depuis lors on assiste à une réduction progressive de la consommation en eau due à la mise en place d'un programme de gestion raisonnée de l'eau.

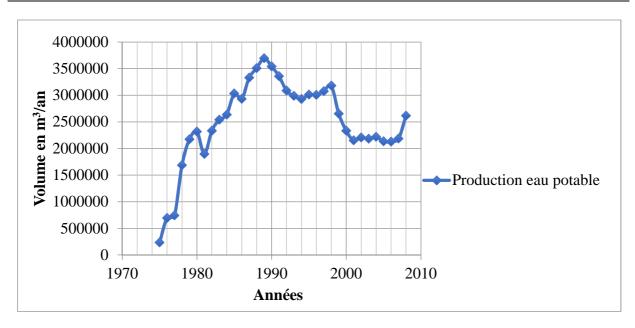


Figure 2: Historique de la production en eau potable de la COMINAK

La figure ci-dessus illustre l'évolution de la production d'eau potable jusqu'en 2008. Certaines valeurs n'ont pas été retrouvées notamment les valeurs de la période de 2008 à 2012. On remarque que le pic de la production a lieu en 1989 avec une valeur de 3695125m<sup>3</sup> et un total de 5022710m<sup>3</sup>. Nous avons également pu faire un état des lieux complet de tous les ouvrages de captage de la COMINAK en 2013. Cet état des lieux est composé d'un bilan des caractéristiques de chaque ouvrage de captage et d'une évaluation de la réduction de la production.

Tableau III : Caractéristiques des puits de pompage COMINAK, Février 2013

Ouvrages	Prof	Altitu	Toit	Mur	Epais	Mise en	NS	_	ND		face		Débit (m³/	h)	Pompe	Pompag
	( )	de	( )	( )		service	T '.' 1	A , 1	( )	T ',' 1	A , 1	T '.' 1	A , 1	0 1 1/	( )	e
~~~~	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		Initial	Actuel	(m)	Initial	Actuel	Initial	Actuel	Souhaité	(m)	(h/j)
COMI 8	162,5	414,04	124,00	161,00	37,00	1977	34,03	-	128,43	Captive	Libre	?	HS	30,00	160,00	24
COMI 12	184	416,79	149,00	183,00	34,00	1980	24,50	-	155,42	Captive	Libre	33,50	22,25	30,00	175,00	24
COMI 15	171,3	419,60	137,50	169,00	31,50	?	112,01	-	152,16	Captive	Libre	?	17,84	20,00	164,75	24
COMI 16	205	419,15	151,00	203,20	52,20	1984	95,73	-	148,23	Captive	Captive	48,30	Arrêt	45,00	190,00	24
COMI 17	188	414,59	121,20	179,20	58,00	1983	89,13	-	145,97	Captive	Libre	43,40	22,95	25,00	163,18	24
COMI 20	217	419,16	151,00	212,00	61,00	1986	?	-	169,50	Captive	Libre	?	46,80	45,00	193,00	24
COMI 22	140	413,74	75,80	134,50	58,70	1987	69,90	-	111,50	Captive	Libre	?	22,95	40,00	132,00	24
COMI 23	191	417,08	132,00	187,00	55,00	1989	?	-	150,72	Captive	Libre	?	26,20	30,00	184,65	24
COMI 24	200	417,30	153,00	199,60	46,60	1991	130,70	142,25	-	Captive	Captive	?	Arrêt	25,00	192,80	24
SMTT	146	416,30	96,30	140,70	44,40	1980	?	-	129,40	Captive	Libre	?	17,75	20,00	137,20	24
COMI 31	167	414,48	142,20	162,50	20,30	2004	?	144,40	-	Captive	Libre	?	Perdu	6,00	158,00	24
COMI 38	186	413,10	151,00	185,00	34,00	2006	113,72	151,15		Captive	Libre	?	Arrêt	25,00	180,00	24
COMI 39	222,4	418,32	151,00	216,00	65,00	2006	134,64	-	174,20	Captive	Libre	?	40,10	43,00	178,00	24
TARAT 01	257	416,70	196,17	249,50	53,33	2008	107,62	-	154,70	Captive	Captive	29,65	29,10	45,00	227,50	24
COMI 40	177,9	414,38	144,45	175,25	30,80	Attente	105	142,14	-	Captive	Captive	?	Attente	Attente	Attente	24
COMI 41 b		417,63	158,10	218,80	60,70	2009		-	147,76	Captive	Captive	36,9	33,94	40,00	208,00	24
COMI 44		417,73	192,60	251,80	59,20	2011	131,17	138,90	-	Captive	Captive	28,08	30	32,00	220,00	24

#### 3. Piézométrie et nature des écoulements

Les cartes de la surface piézométrique représentent à une date donnée, la distribution spatiale des charges hydrauliques.

Les cartes piézométriques sont les documents de base de l'analyse et de la schématisation des fonctions capacitive et conductrice du réservoir et du comportement hydrodynamique de l'aquifère. C'est la synthèse la plus importante d'une étude hydrogéologique.

La réalisation des puits et leur mise en service ne sont pas déroulées à la même période il est de ce fait difficile d'établir une carte piézométrique initiale fiable de la nappe du Tarat. Cependant, dans le souci d'avoir une idée de la piézométrie du niveau statique dans les années antérieures, nous nous sommes référés à la carte piézométrique établie en décembre 2008 sur la base des relevés effectués par la COMINAK et la SOMAIR (cf. Annexe 1).

Cette carte ne se limite pas qu'à la zone d'étude, elle concerne toute la région mais permet d'avoir une idée générale de la piézométrie et du sens d'écoulement de la nappe. On remarque un écoulement de la nappe vers le centre de la zone étudiée et vers les installations industrielles de la COMINAK. Les points hauts se situent dans le secteur de la SOMAIR et au Sud-est de la ville d'Arlit.

De façon générale la piézométrie du Tarat en statique montre un grand cône de rabattement dont les points bas se situent au niveau de la mine d'Akouta (mine Cominak).

#### ✓ Analyse de la surface piézométrique de la zone COMINAK en dynamique

Le fichier utilisé pour établir cette carte est composé de tous les ouvrages de captage et piézomètres intéressant le Tarat. Notons que durant les mesures sur le terrain, quatre (4) puits étaient en arrêt, les autres sont restés en pompage pour alimenter la ville et l'usine.

L'analyse est basée sur l'orientation et l'espacement des courbes hydro-isohypses.

Ainsi, la première remarque significative qu'on peut faire sur cette carte est le resserrement des courbes et leur espacement constant entre le COMI 31 et l'AMTA 02, le SMTT (ARLI 2721) et l'AMTA 06. Ce resserrement s'explique par la présence de la faille d'Arlit qui constitue une limite étanche entre la zone Ouest et la zone Est flexure.

On remarque aussi des formes coniques largement déprimées (surfaces concaves) sur une bonne partie de la surface piézométrique notamment au niveau du COMI 20 et du COMI 39, puis au niveau du COMI 36 et du COMI 38. Il en résulte que les lignes de courant sont convergentes en ces lieux, d'où un écoulement général de la nappe du Tarat à l'Est des

installations industrielles et au Sud d'Akokan formant le champ captant de la COMINAK avec un point bas présentant une charge de 244,12m et un niveau piézométrique de 174,20m. La mine est également un lieu de rabattement intense de la nappe du Tarat le long de la faille d'Arlit (dénoyage complet jusqu'au mur de l'aquifère). La cartographie de la nappe du Tarat devient très difficile à réaliser avec précision lorsque l'on se rapproche de la mine en raison du nombre important de grands trous ou GT (274 GT) présents le long de la mine qui assurent l'aération. Ces GT en raison de leur gros diamètre ne sont pas équipés et traversent toutes les formations jusqu'à la mine située dans le GUEZOUMAN drainant ainsi toutes les nappes situées au-dessus dans la mine.

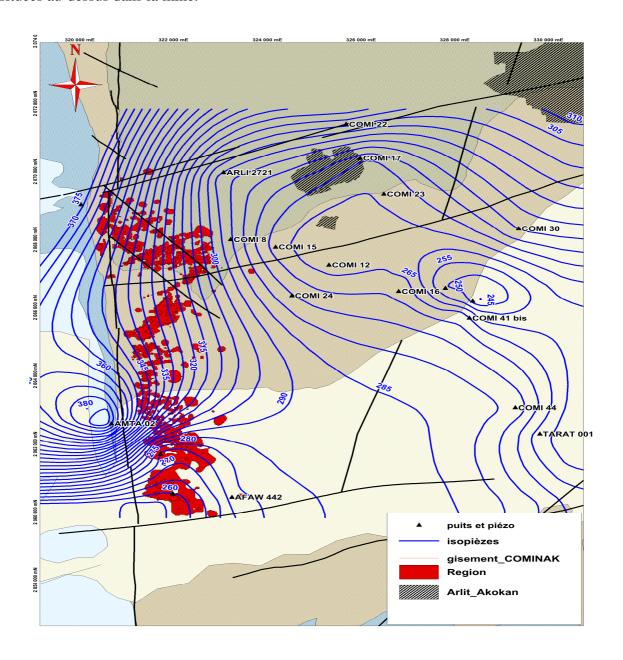


Figure 3: Piézométrie de la nappe du Tarat en dynamique avec Mapinfo, Février 2013

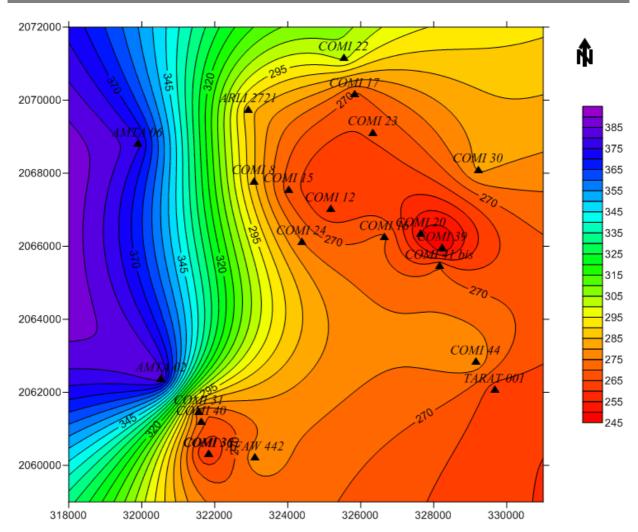


Figure 4: Piézométrie de la nappe du Tarat en dynamique avec Surfer, Février 2013

On peut ainsi considérer que la mine de la COMINAK constitue un point bas de la nappe et est séparée du champ captant cité plus haut par un dôme piézométrique.

Le gradient hydraulique est de 1,6% au Sud-est entre le COMI 44 et le TARAT 01 et de 0,46% à l'Est dans le champ captant de la COMINAK entre le COMI 15 et le COMI 12 ce qui induit une grande vitesse d'écoulement. Le gradient est beaucoup plus fort à l'Ouest en raison de la présence de la Faille d'Arlit.

Du fait de sa surface piézométrique très déprimée, la nappe du Tarat initialement captive peut être rétrogradée à **une nappe libre** sur une majeure partie de la zone COMINAK, les rares endroits où elle est encore captive sont les zones où les pompages ont été interrompus.

#### ✓ Analyse du toit du Tarat

La carte du toit du Tarat indique que la formation est nettement plus profonde en Ouest flexure (300 à 400m). Elle est moins profonde dans la zone industrielle et au Nord près de la ville d'Akokan mais devient de plus en plus profonde en allant vers le Sud-est ainsi les puits

les moins profonds sont le COMI 22 à 75,8m et le SMTT (ARLY 2721) à 96,3m et les plus profonds sont le TARAT 001 à 196,17m et COMI 44 à 192,6m.

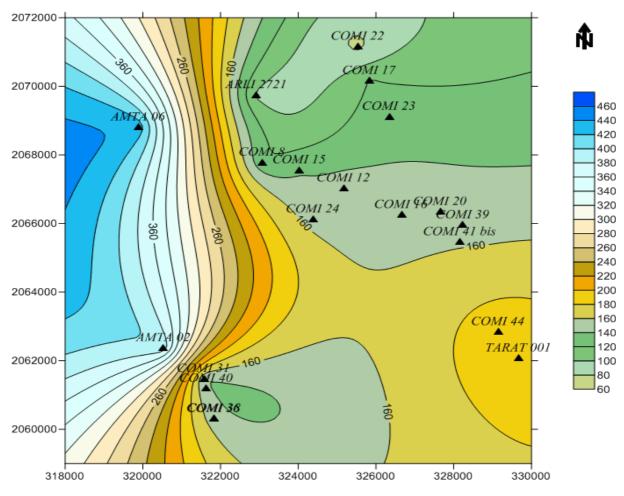


Figure 5: Toit du Tarat

#### ✓ Analyse de l'épaisseur du Tarat

La carte de l'épaisseur comme son nom l'indique permet de distinguer les zones ou l'épaisseur est plus importante et qui sont susceptibles d'être les zones privilégiées pour les futurs ouvrages. Ainsi les zones à forte épaisseur sont surtout localisées en Ouest flexure et à l'Est au-delà du COMI 16. Cependant avant de proposer des zones pour les futurs forages il est préférable d'établir une carte de transmissivité, nous permettant ainsi d'avoir plus de chance de tomber sur des zones de bonne productivité.

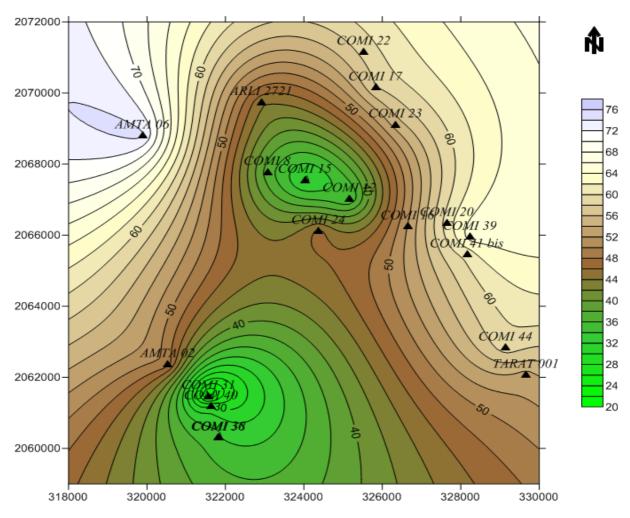


Figure 6: Epaisseur du Tarat

#### 4. Caractéristiques hydrodynamiques du Tarat

Les interprétations sont effectuées par résolution graphique des expressions hydrodynamiques souterraines en régime transitoire. La méthode de Jacob a été utilisée pour l'interprétation des résultats de pompage. **Tous les calculs et figures ont été faits avec le logiciel Excel.** 

#### ✓ Résultats du COMI 44

Le COMI 44 est l'un des puits les plus profonds. Il a une profondeur totale de **256m**, il fait partie du réseau d'adduction d'eau potable d'Akokan (Arlit). Plusieurs travaux ont été effectués sur le COMI 44 tels que : un développement ; un essai de pompage et un essai de nappe.

#### Développement

Le développement a consisté en deux (2) paliers d'une heure (1h) chacun. On ne peut pas tirer beaucoup d'informations lors d'un développement car en réalité un développement nous permet en général d'avoir une idée du débit minimal et du débit maximal. Ensuite en fonction

de ces valeurs nous pouvons fixer des débits pour les différents paliers (3 à 4 paliers) de l'essai de pompage.

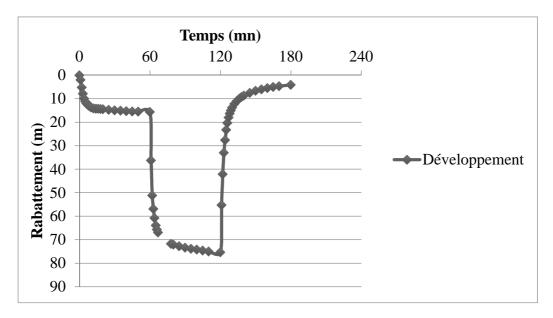


Figure 7: Développement du COMI 44

Les deux paliers enchainés ont pour débit respectif **10,31** et **44,29m³/h**, ce qui nous permet de fixer des débits appropriés pour l'essai de pompage. On remarque que les mesures ont été interrompues durant environ 9mn, ceci est due à un problème survenu durant les travaux (changement de sonde).

#### Essai par paliers ou essai de pompage

Les essais de pompage sur le COMI 44 ont été effectués sur trois (3) paliers avec des débits respectifs de 14,26; 28,29 et 41,88m<sup>3</sup>/h. la cote d'aspiration de la pompe a été placée à la profondeur de **220m**. Les données enregistrées au cours de l'essai sont résumées dans le Tableau qui suit :

Tableau IV : Niveau p	oiézométriqu	e initial et rabattement	du COMI 44

Paliers	Débit (m³/h)	NPi (m)	NPf (m)	Rabat. s(m)	Heure début	Heure fin
Palier 1	14,26		154,99	21,46	8h40	9h40
Palier 2	28,29	133,53	180,17	46.64	10h40	11h40
Palier 3	41,88		207,83	74,3	12h40	13h40

#### **Lesson** Evaluation du rabattement par palier

A partir de ces données on peut établir un graphique qui permet une vue d'ensemble de l'évolution du niveau dynamique de la nappe au droit du forage pendant toute la durée de l'essai.

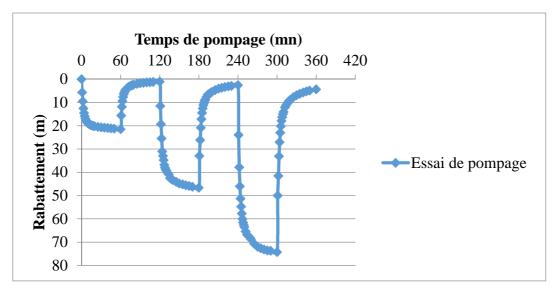


Figure 8: Evaluation du rabattement par palier du COMI 44

L'évolution du rabattement en fonction du temps indique que le niveau se stabilise en fin de palier ce qui tend à garantir la validité des mesures de rabattement des différents paliers, et qu'après 1h d'attente, la remontée n'est pas complète. On remarque au niveau des paliers 2 et 3 une remontée rapide du niveau de l'eau soit **13,68m** une minute (1mn) après arrêt du pompage pour le palier 2 et **24,27m** en une minute (1mn) pour le palier 3, ce qui laisse présager une bonne perméabilité.

#### ♣ Evolution du rabattement en fonction du débit

L'évolution du rabattement en fonction du débit encore appelée courbe caractéristique est construite en fonction du rabattement total mesuré sur chaque palier rapporté à son débit. (Tableau  $N^{\circ}4$ )

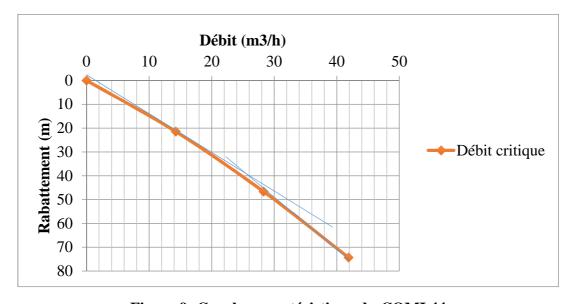


Figure 9: Courbe caractéristique du COMI 44

Les points sur la courbe ne sont pas parfaitement alignés, on en déduit que le débit critique est atteint. Avec un débit de 30m³/h, l'exploitation se fait en débit critique. Ainsi, afin de pérenniser la ressource dans cette zone, il est recommandé de réduire ce débit. La mise en service future du COMI 62 risque d'avoir une influence sur toute la partie comprise entre le COMI 44 et le COMI 41 bis.

#### **♣** Caractéristique à partir du rabattement spécifique

Cette dernière qui est le rabattement spécifique en fonction du débit permet de déterminer les valeurs des coefficients **B** et **C** de l'équation de Jacob pour la détermination des pertes de charge.

Paliers	Débit (m³/h)	Débit spécifique (m³/h.m)	Rabattement mesuré (m)	Rabattement résiduel (m)	Rabattement spécifique (m/m³.h)
Palier 1	14,26	0,66	21,46	1,03	1,51
Palier 2	28,29	0,61	46,64	2,56	1,61
Palier 3	41,88	0,56	74,3	4,32	1,71

Tableau V: Rabattement spécifique, débit spécifique et rabattement résiduel

Sur la Figure 13, on remarque que les points représentatifs des paliers sont alignés sur la même droite. Le coefficient de régression (R = 0,999) est satisfaisant. Cela traduit donc l'existence d'une corrélation appréciable entre le débit et le rabattement spécifique.

Dans notre cas les valeurs de B et C sont respectivement 1,398 et 0,007 (en  $m/(m^3/h)$  et  $m/(m^3/h)^2$ ).

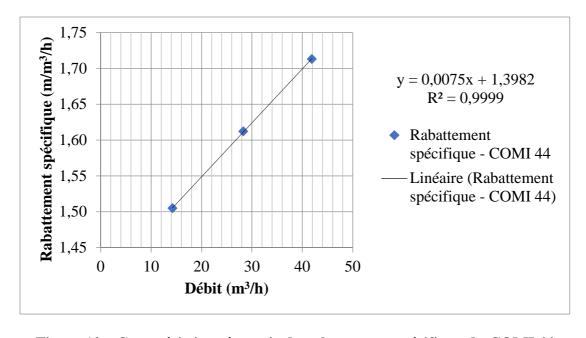


Figure 10 : Caractéristique à partir du rabattement spécifique du COMI 44

On peut établir une approche comparative entre les rabattements réellement observés dans l'ouvrage au cours du pompage et les rabattements calculés à partir de l'équation de Jacob.

Le tableau suivant traduit cette comparaison :

Tableau VI: Comparaison entre les rabattements observés et calculés

Paliers	B (m/(m <sup>3</sup> /h))	$\frac{C}{(m/(m^3/h)^2)}$	Rabattement observé (m)	Pertes de charge linéaire (m)	Pertes de charge totale (m)	Rendement (%)
Palier 1			21,46	19,93	21,36	93
Palier 2	1,398	0,007	46,64	39,55	45,15	88
Palier 3			74,3	58,55	70,83	83

En analysant ce tableau, on constate que pour le premier et le deuxième palier les rabattements calculés concordent avec ceux réellement observés dans le puits de pompage. Cela signifie que l'essai par palier de débit a été réalisé en régime laminaire.

Le troisième palier montre une distinction remarquable entre le rabattement calculé par l'équation de Jacob et le rabattement observé dans le puits, le débit critique est atteint.

Le puits donne un bon rendement sur les trois (3) paliers, 93%, puis 88% et enfin 83%. Si on faisait un autre palier avec peut-être un débit de 50m³/h, on aura toujours un bon rendement (>70%). Ceci est dû au fait que les pertes de charge quadratiques sont très faibles.

La courbe caractéristique du rabattement mesuré et la courbe du rabattement calculé devraient être plus ou moins superposées (cf. Annexe 2).

#### ♣ Débit spécifique relatif

Le débit spécifique d'un puits noté  $\mathbf{q}_s$  est le débit pompé Q rapporté au rabattement s, dans un puits. La relation débit spécifique/rabattement est représentée par une droite inclinée, représentative de la fonction  $s=f(q_s)$ . Cette droite permet de déterminer le débit spécifique relatif, ou débit constant pompé déterminant un rabattement unitaire (1m) à la fin d'un palier de débit.

Sur la Figure N°6 l'abscisse correspondant à l'ordonnée 1m donne la valeur du débit spécifique relatif, il est dans ce cas sensiblement égal à **0,65m³/h**.

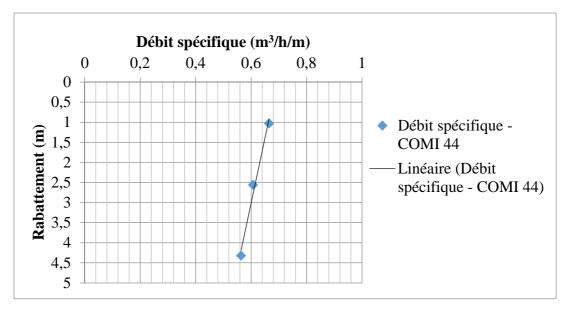


Figure 11 : Evaluation du débit spécifique relatif du COMI 44

#### Essai de nappe

L'essai de longue durée permet la détermination de la perméabilité K, de la transmissivité T de la nappe au droit du forage et du coefficient d'emmagasinement S. Il a été réalisé sur 48 heures de pompage à un débit moyen de 33,88m³/h suivi de 8 heures d'observation de la remontée. Les Figures N°7 et N°8 présentent l'évolution du rabattement durant l'opération. On peut ainsi déterminer la transmissivité au cours de la descente et de la remontée et déduire la valeur de la perméabilité.

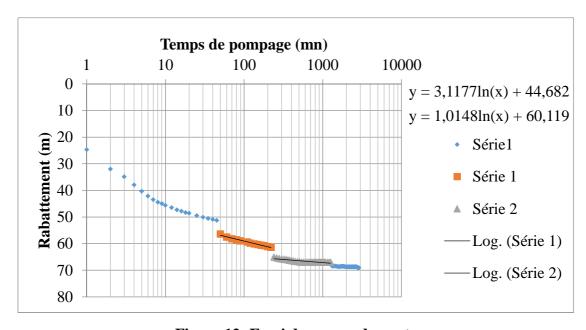


Figure 12: Essai de nappe, descente

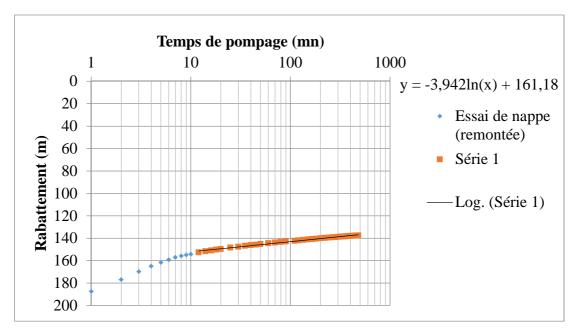


Figure 13 : Essai de nappe, remontée

Sur la Figure 8 on observe une remontée brutale de 15m durant la minute qui a suivi l'arrêt du pompage, correspondant à l'annulation des pertes de charge quadratique liées au pompage. En considérant ce débit et la courbe caractéristique (Figure 5) déduite de l'essai de pompage présenté précédemment, les pertes de charge quadratique représentent 15% des pertes de charge totale.

On remarque une irrégularité au cours de la descente, ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'il y a eu des variations de débit au cours du pompage. Le débit est passé de 31,2m³/h à 34,9m³/h après 50mn de pompage puis de 33,4m³/h à 35,6m³/h après 22h de pompage. De plus on remarque aussi que le niveau dynamique se stabilise après 9h de pompage signe d'une d'alimentation de la nappe.

- La première valeur **5,52.10<sup>-4</sup>m²/s** correspond à la transmissivité réelle à proximité du captage. Nous retiendrons cette valeur.
- La seconde valeur **1,70.10**-3**m**<sup>2</sup>/**s**, reflète l'influence d'une zone à transmissivité plus forte lorsqu'on s'éloigne du puits qui est la zone d'alimentation.

Tableau VII : Valeurs de transmissivité et de perméabilité

Opérations	C	Transmissivité T (m²/s)	Perméabilité K (m/s)
Descente	3,117	5,52.10 <sup>-4</sup>	9,33.10 <sup>-6</sup>
	1,014	$1,70.10^{-3}$	2,87.10 <sup>-5</sup>
Remontée	3,94	$4,37.10^{-4}$	$7,38.10^{-6}$

Aucune valeur de coefficient d'emmagasinement S ne peut être calculée au Tarat avec les données de pompage existant parce qu'il aurait fallu mesurer l'influence des pompages

(rabattement) dans des piézomètres d'observation situés non loin des lieux de pompage, 50 à 100m par exemple.

Cependant des valeurs de coefficient d'emmagasinement ont été déterminées dans les années antérieures qui montrent très peu de variations :  $10^{-5} < S < 9.10^{-4}$ . Les valeurs les plus fréquentes étant comprises entre  $5.10^{-5}$  et  $5.10^{-4}$ , *SCET AGRI*, *1985*.

En supposant une valeur moyenne d'emmagasinement de **5.10**-4 il est possible de calculer une valeur de diffusivité hydraulique D. La diffusivité hydraulique caractérise la vitesse de réaction de l'aquifère lors d'une perturbation.

Tableau VIII: Tableau de diffusivité

Opérations	Transmissivité T (m²/s)	<b>Emmagasinement S</b>	Diffusivité D (m²/s)	
Descente	5,52.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>	1,1	
Remontée	$4,37.10^{-4}$	3.10	0,87	

Le tableau 11 récapitule les valeurs des paramètres hydrodynamiques de tous les ouvrages de la zone d'étude captant le Tarat, les débits d'exploitations et débits maximums ont été estimés en fonction des calculs et interprétations des données existantes pour chaque ouvrage. L'annexe N°3 donne les caractéristiques aquifère/ouvrages de tous les puits.

#### 5. Paramètres physique et chimique de la nappe du Tarat

Les analyses sont réalisées par les laboratoires de la COMINAK et de la SOMAÏR.

Il découle de ces analyses que les eaux sont toutes de types alcalin très marqué : alcalin bicarbonaté sodique dont le pH varie entre 7 et 9,2, *SCET AGRI*, *1985*.

L'analyse chimique faite au laboratoire de SOMAÏR sur trois échantillons d'eau prélevés sur le forage du Tarat 001 a donné les résultats reportés dans l'annexe 4.

Les résultats de l'analyse chimique montrent qu'il s'agit d'une eau moyennement minéralisée (extrait sec 275 mg/l). Le faciès hydro-chimique est celui d'une **eau carbonatée sodique** (diagramme triangulaire de Piper). Dans le diagramme de potabilité des eaux (d'après la classification de H. SCHOELLER) l'eau du Tarat 001 figure dans la classe des **eaux de première qualité** (bonne).

Les paramètres physico-chimiques de l'eau du Tarat 001 mesurés sur le terrain sont :

- **♣** la température dont la moyenne reste autour de 36°C,
- ♣ la conductivité qui varie entre 499 μS/cm au début du pompage et 521 μS/cm à la fin du pompage.

- ♣ le pH dont la valeur varie entre 7,8 au début du pompage et 7,9 à la fin du pompage.
- ♣ le TDS (Total Dissolved Species = Total des espèces dissoutes) avec une moyenne de 250 mg/l.
- ♣ l'oxygène dissout avec une valeur de 13,50% en moyenne.

#### Résumé forage Tarat 001 (2006).

#### ✓ Caractéristiques radiologiques du Tarat 001

Les analyses radiologiques sur les échantillons d'eau du Tarat 001 ont été faites par le laboratoire du SEPA (France). Les résultats n'indiquent pas de marquage de radioactivité. L'annexe 5 donne les méthodes et les résultats de ces analyses.

Tableau IX : Résumé des paramètres hydrodynamiques de tous les ouvrages de la COMINAK captant le Tarat

Ouvrages	Débit actuel Q (m³/h)	Transmissivité T (m²/s)			Emmagasinement	Perméabilité	Diffusivité	Débit	Débit
		Descente	Remontée	Valeurs antérieures	S (valeur fictive)	K (m/s)	$D (m^2/s)$	recommandés Q (m³/h)	maximum Q (m³/h)
COMI 8	HS		9,06.10 <sup>-3</sup>			$2,45.10^{-4}$	18,1	25	28
COMI 12	22,25		6,76.10 <sup>-4</sup>	6,3.10 <sup>-4</sup>		1,99.10 <sup>-5</sup>	1,35	22	26
COMI 15	17,84		6,78.10 <sup>-4</sup>	$4,9.10^{-4}$		$2,15.10^{-5}$	1,36	15	18
COMI 16	43,7			9,3.10 <sup>-4</sup>				40	45
COMI 17	22,95		6,14.10 <sup>-4</sup>		-	1,06.10 <sup>-5</sup>	1,23	20	20
COMI 20	46,8		9,99.10 <sup>-4</sup>	9.10 <sup>-4</sup>		1,64.10 <sup>-5</sup>	2,00	40	40
COMI 22	22,95		2,67.10 <sup>-3</sup>	$7.10^{-4}$	-	4,55.10 <sup>-5</sup>	5,35	28	30
COMI 23	26,2		2,34.10 <sup>-3</sup>	$1,0.10^{-3}$		4,25.10 <sup>-5</sup>	4,67	30	30
COMI 24	Arrêt		9,23.10 <sup>-4</sup>	$1,5.10^{-4}$	5.10 <sup>-4</sup>	1,98.10 <sup>-5</sup>	1,85	18	20
SMTT	17,75		1,90.10 <sup>-4</sup>	1,2.10 <sup>-4</sup>	3.10	4,28.10 <sup>-6</sup>	0,38	18	20
COMI 31	Puits sec								
COMI 38	Arrêt								
COMI 39	40,1		8,31.10 <sup>-4</sup>	$7,3.10^{-4}$		1,28.10 <sup>-5</sup>	1,66		
TARAT 01	29,1	5,95.10 <sup>-4</sup>	5,26.10 <sup>-4</sup>	5,4.10 <sup>-4</sup>		1,10.10 <sup>-5</sup>	1,19	30	35
COMI 40	Attente				_				
COMI 41 b	33,94	1,34.10 <sup>-3</sup>	7,38.10 <sup>-4</sup>	1.10 <sup>-3</sup>		2,20.10 <sup>-5</sup>	2,67	38	40
COMI 44	30	5,52.10 <sup>-4</sup>	4,47.10 <sup>-4</sup>			9,33.10 <sup>-6</sup>	1,1	30	30

#### 6. Proposition de sites d'implantation futurs de forages

Les propositions de sites seront basées sur l'étude des transmissivités des puits déjà existants associée à la carte de l'épaisseur du Tarat afin d'identifier des zones de valeur homogènes et ainsi déterminer les meilleures zones de captage.

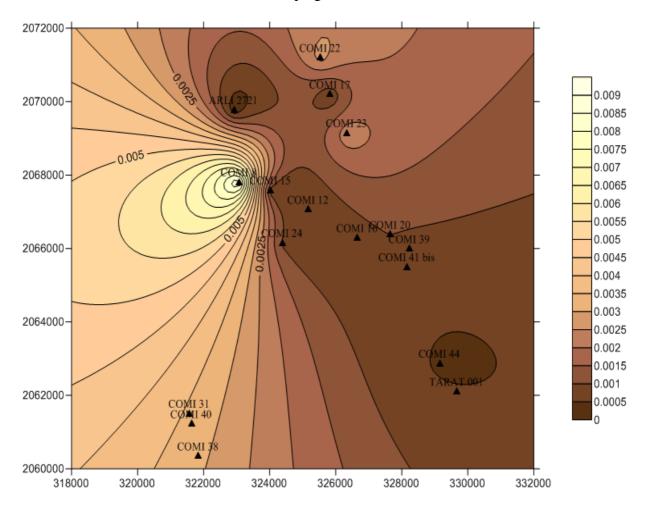


Figure 14: Carte de transmissivité du Tarat

L'analyse de cette carte montre que la transmissivité est homogène dans le champ captant de la COMINAK et au Sud-est de la zone d'étude. Les valeurs changent au Nord en direction de la ville et au Sud. Nous ne disposons pas d'assez de données pour avoir des valeurs de transmissivité fiables en Ouest flexure mais tout semble indiquer des valeurs hétérogènes. On peut observer localement des transmissivités forte au niveau du COMI 8 et du COMI 22 et du COMI 23, mais elle devient de plus en plus faible à l'Est de la faille du MOURON (de 10<sup>-3</sup> à 10<sup>-4</sup>) en restant tout de même une bonne valeur de transmissivité. En associant cette carte à celle de l'épaisseur du Tarat il est possible de proposer des zones de meilleur captage et identifier les zones médiocres. Ces propositions ne doivent pas être prises pour argent comptant, elles doivent être confirmées par des études complémentaires.

Ainsi, les zones susceptibles d'être des zones de meilleur captage sont situées :

- ♣ En Ouest flexure de la faille d'Arlit, la nappe est certes profonde mais le Tarat y est très épais. De plus la ressource est inexploitée dans cette zone, les puits qui y seront implantés sont susceptibles d'avoir une grande productivité.
- ♣ Au Nord-est en direction de la ville d'Arlit
- ▲ A l'Est de la faille du MOURON.

# Conclusion partielle et explication de la baisse de la productivité

Au bout de cette étude du Tarat, il est clair que les ouvrages de captage sont tous en bon état. Le problème de baisse de productivité de ces derniers n'est donc pas lié à leur état de fonctionnement. Mais trouve son explication dans la lithologie de la formation dans laquelle ils sont implantés. Nous avons décrit précédemment que le Tarat est un aquifère très hétérogène et subdivisé en trois grandes séquences grano-décroissantes avec au sommet l'Unité 3 formée de grès « moyens à grossiers » et donc très productifs, permettant une bonne circulation de l'eau, suivi de l'Unité 2 formée de niveau argileux et grès fins très peu perméables et de ce fait moins productifs. A la base se trouve l'Unité 1 constituée de grès grossiers à très grossiers qui par sa structure est l'unité la plus productrice. On peut ainsi formuler une hypothèse selon laquelle :

- La baisse de la production observée peut s'expliquer par le dénoyage de la partie supérieure de Tarat (Unité 3)
- La stabilisation qui a suivi est peut-être due à un équilibre du niveau de l'eau dans l'Unité 2
- L'augmentation observée récemment est peut-être due au fait que la nappe est rabattue dans le dernier niveau du Tarat (Unité 1) qui est favorable à un bon écoulement de la nappe.

Dans tous les cas, il est évident que le problème ne vient pas des ouvrages mais il est dû à un rabais de la ressource.

## ш. Nappe du Teloua

#### 1. Réseau de piézomètre et de captage du Teloua

La nappe du Teloua est une nappe libre, elle est l'objet d'une surveillance dans le cadre du confinement des nappes dans la zone industrielle. La formation du Teloua affleure au Nord et au Sud du périmètre industriel, elle reste inexistante sur le reste de la zone COMINAK, sauf en Ouest flexure. Une série de piézomètres a été implantée pour le suivi du niveau statique et pour les prélèvements afin d'analyser les eaux du Teloua.

Tableau X : Série de piézomètre du Teloua

Ouvrages	Coordonnées				
ouviuges .	X	Y			
<b>COMI 37</b>	320155	2065524			
COMI 35	320033,49	2066272,8			
COMI 55	320003,61	2067655,9			
COMI 59	320610	2063575			
COMI 46	319895,07	2066152,3			
COMI 49	320069,17	2064800,07			
AMTE 01	320431,5	2062272,5			
AMTE 02	320188,92	2059214,2			
COMI 54	319918,98	2066105,6			
ARLI 3082	318702,78	2064753,3			
ARLI 3083	316676,43	2064693,9			
TELO 01	317583	2062159			

La surveillance du Teloua est très importante à la COMINAK parce que des installations susceptibles de polluer sont conçues dans des zones où la formation existent (bassin eaux chaudes) de plus le stockage de la roche minéralisée en surface constitue un risque, en effet si un dépôt se faisait directement sur le Teloua il y aurait une pollution directe de la nappe par les eaux d'infiltrations.

#### 2. Chronique piézométrique du Teloua

La nappe du Teloua est une nappe libre sur le périmètre industriel, durant l'année 2011 et dans les années antérieures, on note une stabilisation du niveau piézométrique de la nappe avec de légère fluctuation entre 0,01m et 0,10m comme le montre la Figure 9. Il n'y a pas eu de mesure en Mai 2011 d'où la discontinuité de la courbe.

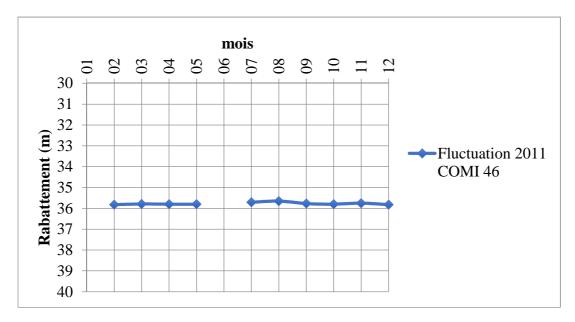


Figure 15: Fluctuation du COMI 46 en 2011

En 2012 la mise en service de certains ouvrages notamment le COMI 52 et le COMI 53 a entrainé une baisse continue du niveau piézométrique dans plusieurs ouvrages captant le Teloua. L'exemple du COMI 46 est très frappant, on distingue une baisse nette et progressive du niveau de l'eau due au pompage du COMI 52 captant le Moradi puis une remontée du niveau qui tend à se stabiliser à son état initial à l'arrêt du pompage. Cette remontée est peut-être due à l'arrêt du pompage du COMI 52. Une seconde baisse du niveau se fait ressentir au démarrage du pompage du COMI 53 (captant aussi le Moradi). En tout entre décembre 2011 et juin 2012 on enregistre une baisse de 1,48m du niveau piézométrique au COMI 46, on peut en déduire une communication probable entre la nappe du Teloua et celle du Moradi.

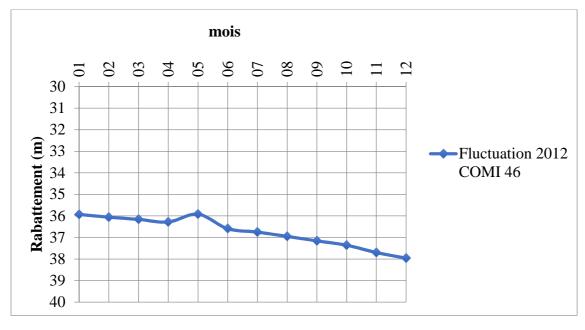


Figure 16 : Baisse du niveau de l'eau au COMI 46

#### 3. Piézométrie et nature des écoulements

La carte piézométrique du Teloua de décembre 2011 a été réalisée avec 11 piézomètres. Deux piézomètres n'ont pas été mesurés à cette date, cependant les fluctuations du niveau piézométrique sont très faibles dans la zone, nous avons alors décidé de maintenir les dernières valeurs connues de ces piézomètres. Il s'agit de l'ARLI 3082 et l'ARLI 3083. C'est une carte pessimiste du fait du nombre d'ouvrages mais permet tout de même d'avoir une idée de l'état initial de la nappe et d'apprécier les variations survenues au cours des années qui ont suivies.

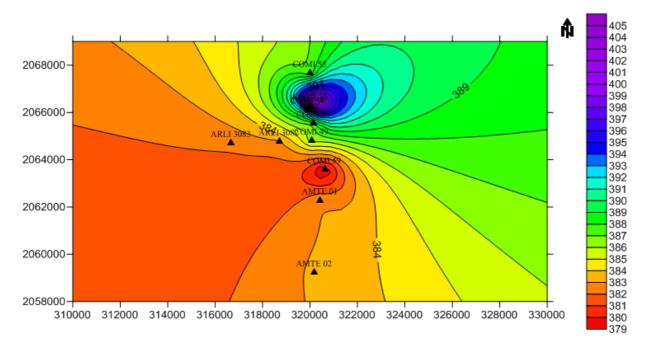


Figure 17: Carte piézométrique du Teloua, 2010

Nous rappelons que cette carte ne concerne que la partie Ouest flexure de la faille d'Arlit, on remarque immédiatement au Nord près du COMI 35 et du COMI 54 une zone caractérisée par des courbes fermées et des lignes de courants divergentes qui correspondent à une protubérance (dôme piézométrique). Cette caractéristique correspond en général à une aire d'alimentation importante.

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du dôme piézométrique le module d'espacement augmente jusqu'à devenir constant, le gradient hydraulique chute alors et la vitesse d'écoulement augmente. L'allure des courbes changent entre le COMI 49 et le COMI 59, elles se resserrent et forment une fois de plus des courbes fermées signe cette fois non pas d'une protubérance mais d'une dépression.

Les directions d'écoulement sont différentes selon les points du domaine aquifère, et tout semble indiquer un profil piézométrique hyperbolique. On est en présence d'un aquifère à nappe radiale convergente à profil hyperbolique.

La figure en 3D de la carte piézométrique (cf. Annexe 6) montre l'existence d'une **zone de dépression** près du COMI 59. En absence de pompage, cette anomalie peut s'expliquer par **un drainage des eaux du Teloua vers le Moradi** situé en dessous, ce qui tend à confirmer l'hypothèse faite plus haut selon laquelle il pourrait y avoir une communication entre ces deux formations géologiques.

#### ✓ Analyse de la structure du Teloua

L'analyse de la carte du toit et celle du substratum (cf. Annexes 7 et 8) indique que la formation affleure au Nord d'où la présence d'une aire d'alimentation dans cette zone, c'est aussi la zone ou le risque de pollution est très grand. La formation devient plus profonde au Sud avec parfois une profondeur de 145,28m (AMTE 2). En associant ces deux cartes à celle de l'épaisseur, on peut identifier des zones privilégiées pour un captage important de la nappe. Ainsi, La zone avec un fort captage est située au Sud plus précisément au Sud-ouest de la zone industrielle.

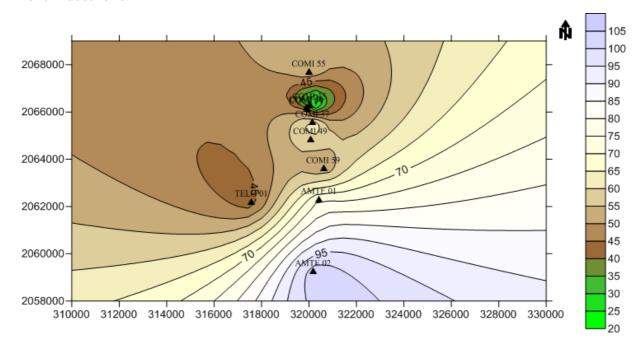


Figure 18: Carte de l'épaisseur du Teloua

#### 4. Caractéristiques hydrodynamiques du Teloua

Nous prendrons l'exemple du TELO 01 situé en Ouest flexure, les travaux effectués sur cet ouvrage permettent de calculer tous les paramètres hydrodynamiques.

#### ✓ Résultats du TELO 01

Le TELO 01 est situé dans une zone éloignée de la zone industrielle de la COMINAK, des travaux tels qu'un développement, un essai de pompage et un essai de nappe ont été effectué sur ce puits. Notons que durant l'essai de nappe l'influence du pompage a été observée dans un piézomètre (AMTE 003) situé à 50 m du puits.

#### Développement

Le développement du TELO 01 a consisté en deux (2) paliers deux heures chacun (2h). Les mesures du premier palier ont été interrompues après une heure (1h) de pompage ce qui explique l'irrégularité observée sur la courbe (Figure 11). Les paliers enchainés ont pour débit respectif 14,5 et 53,27m<sup>3</sup>/h.

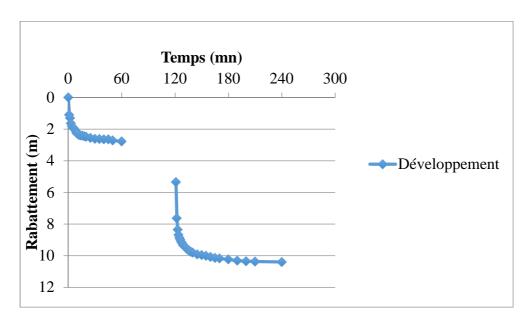


Figure 19 : développement du TELO 01

#### Essai par palier ou essai de pompage

Les essais ont consisté en 4 paliers non enchainés de deux heures (2h) de descente et de deux heures (2h) de remontée. Ces paliers ont pour débit respectifs 13,18; 29,92; 39,73 et 53,08m<sup>3</sup>/h. la cote d'aspiration était de 114m. Les données sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau XI: Niveau piézométrique initial et rabattement du TELO 01 Débit NPi NPf Rabat. Heure Heure **Paliers**  $(m^3/h)$ (m) (m) s(m) début fin Palier 1 13,18 49,15 9h47 2,37 7h47 Palier 2 29,92 51,63 4,85 11h47 13h47 46,78 Palier 3 54 7,22 39,73 15h47 17h47 Palier 4 53,08 56,5 9,72 19h47 21h47

#### **★** Evaluation du rabattement par palier

Après chaque palier, on remarque une remontée rapide du niveau de l'eau après seulement une minute (1mn) d'arrêt de pompage. Cette caractéristique est signe de bonne perméabilité. L'évolution du rabattement en fonction du temps indique que le niveau ne se stabilise pas en fin de palier, et qu'après 1 h d'attente, la remontée n'est pas complète.

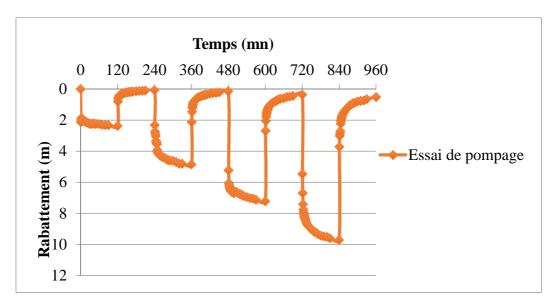


Figure 20: Evaluation du rabattement par palier du TELO 01

#### ₩ Evolution du rabattement en fonction du débit

On remarque une irrégularité de la courbe due au décalage du point correspondant au palier 2, ce décalage s'explique par un développement du puits au cours du palier 1. L'alignement des points nous permet d'affirmer que le débit critique n'est pas atteint. Un dernier palier nous aurait sûrement mieux informé.

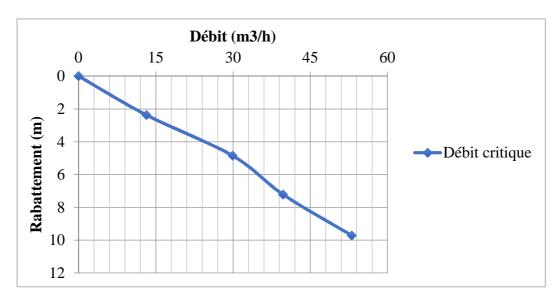


Figure 21 : Courbe caractéristique du TELO 01

#### **≰** Caractéristique à partir du rabattement spécifique

Dans le tableau ci-dessous (Tableau 12), on remarque que durant les quatre (4) paliers et malgré la durée de ces paliers (2h) aucun n'a permis de rabattre la nappe du Teloua d'un mètre (1m) le rabattement résiduel le plus important est de seulement 51cm. De plus tous les rabattements spécifique sont de 0,18m/m³.h malgré le débit croissant sauf celui du palier 2 (0,16m/m³.h) qui est sûrement du au développement du puits lors du premier palier.

Paliers	Débit (m³/h)	Débit spécifique (m³/h.m)	Rabattement mesuré (m)	Rabattement résiduel (m)	Rabattement spécifique (m/m³.h)
Palier 1	13,18	5,56	2,37	0,07	0,18
Palier 2	29,92	6,17	4,85	0,14	0,16
Palier 3	39,73	5,50	7,22	0,36	0,18
Palier 4	53.08	5 46	9.72	0.51	0.18

Tableau XII: Rabattement spécifique, débit spécifique et rabattement résiduel

Le rabattement spécifique est plus ou moins constant au cours des différents paliers ce qui permet de dire que les pertes de charges quadratiques seront faibles dans l'ouvrages.

Sur la Figure 25, on remarque que le 2<sup>nd</sup> palier s'écarte de la droite formée par les paliers 1, 3 et 4, et cela se traduit par un coefficient de régression insatisfaisant (R = 0,293). Cet écart s'explique soit par le fait que le niveau d'eau n'était pas stable à la fin des paliers (cela peut induire une erreur de mesure) soit par un développement du puits indiqué précédemment. Le débit a aussi été relevé régulièrement.

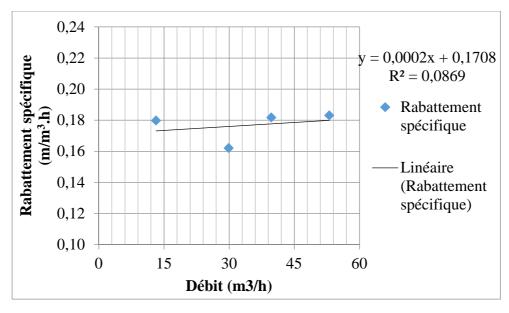


Figure 22 : Rabattement spécifique du TELO 01

Dans le cas du TELO 01 la valeur du coefficient B est de 0,170, celle de C est nulle.

Une approche comparative entre les rabattements réellement observés dans l'ouvrage au cours du pompage et les rabattements calculés à partir de l'équation de Jacob est traduite dans le tableau suivant :

Tableau XIII: Comparaison entre les rabattements observés et calculés

Paliers	B (m/(m <sup>3</sup> /h))	$\frac{C}{(m/(m^3/h)^2)}$	Rabattement observé (m)	Pertes de charge linéaire (m)	Pertes de charge totale (m)	Rendement (%)
Palier 1		70 0	2,37	2,24	2,24	100
Palier 2	0.170		4,85	5,09	5,09	100
Palier 3	0,170 0		7,22	6,75	6,75	100
Palier 4		9,72	9,02	9,02	100	

L'analyse du tableau indique un rendement de 100% pour tous les paliers ceci s'explique par le fait que les pertes de charges quadratiques sont nulles.

La courbe caractéristique du rabattement mesuré et la courbe du rabattement calculé devraient être plus ou moins superposées (cf. Annexe 9).

#### Essai de nappe

L'opération s'est déroulée sur 72h avec un débit moyen de 52,72m³/h, les mesures ont été faites au cours de la descente et de la remontée pour permettre le calcul de transmissivité durant ces phases. La première figure (Figure 26) illustre l'évolution du rabattement au cours du pompage.

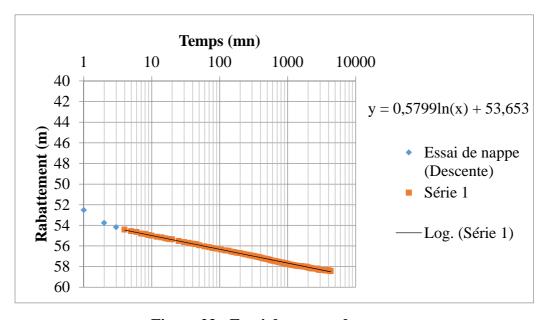


Figure 23 : Essai de nappe, descente

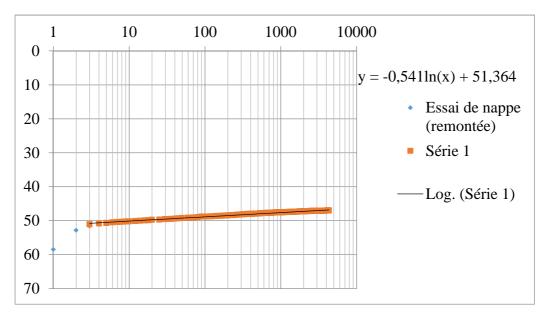


Figure 24 : Essai de nappe, remontée

Sur les deux figures les points s'alignent comme sur une droite, il n'y a aucune irrégularité. Il semble qu'on est en présence d'un aquifère illimité.

Le tableau ci-dessous (Tableau 14) résume les valeurs des paramètres hydrodynamiques après analyse des données de pompage. La valeur de t<sub>0</sub> a été déterminée sur l'annexe 9.

Tableau XIV : Paramètres hydrodynamiques du TELO 01

	C	Transmissivité T (m²/s)	Perméabilité K (m/s)	Emmagasinement S	Diffusivité D (m²/s)
Descente	0,579	$4,63.10^{-3}$	6,61.10 <sup>-5</sup>	3,75.10 <sup>-4</sup>	12.25
Remontée	0,54	$4,96.10^{-3}$	$7,09.10^{-5}$	3,73.10	12,35

Les valeurs des paramètres hydrodynamiques à la remontée tout comme à la descente nous permettent d'affirmer que le système aquifère « Teloua » fait partie des formations de bonne perméabilité et de bon potentiel aquifère.

### Nous pouvons donc espérer obtenir un débit d'exploitation d'au moins 50 m³/h.

La plupart des puits captant le Teloua sont situés près de la faille d'Arlit et ces derniers sont très peu productifs, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas beaucoup d'eau. Lors des essais de pompage, on est obligé d'arrêter l'opération au second palier (sinon même au premier) au risque de dénoyer la pompe.

#### 5. Paramètres physique et chimique de la nappe du Teloua

L'analyse chimique sur deux échantillons d'eau prélevés sur le TELO 01 a été faite par le laboratoire de SOMAÏR. (cf. Annexe 11)

Les résultats de l'analyse chimique montrent qu'il s'agit d'une eau très faiblement minéralisée (extrait sec 178 mg/l) avec notamment des très faibles teneurs en nitrates et en sulfates.

Le faciès hydro-chimique est celui d'une **eau carbonatée sodique** (diagramme triangulaire de Piper).

Dans le diagramme de potabilité des eaux (d'après la classification de H. SCHOELLER), cette eau figure dans la classe des eaux à potabilité permanente.

Les paramètres physico-chimiques de l'eau du TELO 01 mesurés sur le terrain sont :

- La température dont la moyenne est de 32°C
- La conductivité qui varie entre 240 μS/cm au début et 204 μS/cm à la 30ème heure de pompage.
- Le pH qui reste stable autour de 7.
- L'oxygène dissout qui varie entre 8% au début et 12% à la 30ème heure de pompage.
- Le TDS (Total Dissolved Species = Elément totaux dissous) qui est en moyenne de 104 mg/l.

(**Projet Aman** (2005), Campagne de forage, Reconnaissance hydrogéologique des aquifères en Ouest accident d'Arlit).

#### ✓ Caractéristique radiologique

Les analyses radiologiques sur les deux échantillons d'eau du TELO 01 ont été faites également par le laboratoire du SEPA (France). Les résultats n'indiquent pas de marquage de radioactivité (cf. Annexe 12).

## **Conclusion partielle**

La nappe du Teloua est une nappe encore inconnue. Elle est libre en zone industrielle mais captive lorsqu'on s'éloigne à l'Ouest de la zone d'étude. Elle est très peu productive autour et dans la zone industrielle (1m³/h) qui sont des zones de recharge de la nappe, les analyses physico-chimiques ont montré une forte teneur en nitrate et en souffre. Tout semble indiquer une bonne capacité de production dans les zones où elle est captive et où la formation est épaisse, c'est-à-dire plus à l'Ouest lorsqu'on s'éloigne des installations de la COMINAK et au Sud-ouest de la ZI, toutes ces zones étant comprises en Ouest flexure.

## QUATRIEME PARTIE : Gestion raisonnée de l'eau

Dans cette partie nous allons essayer de mettre en place un mode de gestion des ouvrages afin de pérenniser la ressource sur toute la zone COMINAK, en effet le captage d'eau souterraine est un élément essentiel de l'alimentation en eau potable des populations de la région. Il joue un rôle socio-économique et environnemental très important.

A la COMINAK deux types de prélèvements sont effectués dans la nappe :

- Pompages dans les forages pour l'alimentation en eau potable (AEP)
- Drainage de la nappe par l'intermédiaire des puits d'aérage de la mine COMINAK.

Ainsi, cette gestion raisonnée s'articule principalement autour des débits d'exploitation.

Le choix de débit raisonné pour l'exploitation d'un captage est sans doute l'un des éléments les plus importants dans la gestion des ouvrages. La surexploitation de l'ouvrage peut facilement conduire à sa détérioration et endommager l'aquifère. Ainsi, en ce qui concerne les puits du Tarat il est important de respecter les valeurs des débits recommandés précédemment (Tableau 11).

Tableau XV : Estimation de la durée d'exploitation des ouvrages

	Mur Profondeur Piézométrie Colonne Dénoyage					
	(m)	pompe (m)	Déc.2012 (m)	d'eau (m)	(ans)	Observations
COMI 8	161	160,00	128,35	31,65	34	
COMI 12	183	175,00	156,19	18,81	20	
COMI 15	169	164,75	148,42	16,33	22	
COMI 16	203,2	190,00	147,98	42,02	29	
<b>COMI 17</b>	179,2	163,18	145,65	17,53	34	
COMI 20	212	193,00	167,17	25,83	6	
COMI 22	134,5	132,00	116,30	15,7	12	
COMI 23	187	184,65	148,26	36,39	33	
COMI 24	199,6	192,80	142,68	50,12	31	
SMTT 2721	140,7	137,20	129,50	7,7	11	Seuil d'alerte
COMI 31	162,5					Puits asséché
COMI 31	185	Inconnue		_	_	Placer la
COMII 30	103	mconnuc	-	-	-	pompe à 170m
COMI 39	216	178,00	171,00	7	12	Descendre la pompe de 10m
TARAT 01	249,5	227,50	155,50	72	24	-
COMI 40	175,25	-	140,87	34,38	20	Assèchement du puits
COMI 41bis	218,8	208,00	170,00	38	12	
COMI 44	251,8	220,00	191,25	28,75	15	

Le Tableau 16 permet d'avoir une estimation de la durée d'exploitation des ouvrages, ces valeurs ont été estimées en fonction du niveau dynamique de la nappe au cours du temps, c'est-à-dire qu'elles représentent le temps de dénoyage des pompes. Les valeurs indiquent une durée de vie comprise entre 6 et 34 ans.

#### Il existe donc des zones surexploitées sur le réseau où il faudra revoir les prélèvements.

Ces résultats montrent également la nécessité de diversifier la ressource en se retournant vers la nappe du Teloua par exemple qui semble présenter une forte capacité de production comme l'indique le TELO 01. En effet ce puits a une grande capacité de production (plus de 50m³/h), la connexion d'un tel puits au réseau d'eau potable de COMINAK permettrait de comblé les déficits. Il faudrait toutefois prévoir quelques travaux de reconnaissance complémentaires, pour mieux évaluer sa capacité.

Au bout de cette étude, nous avons pu mettre en évidence que les captages étaient tous dans un bon état. La diminution importante et progressive de la production des ouvrages de la COMINAK est principalement due à la diminution de la ressource dans la zone au cours du temps (40 ans de pompage). De ce fait il est aussi très important de ne pas forer de futurs puits sur toute la zone COMINAK qui est aujourd'hui saturée (excepté en Ouest flexure), afin d'éviter un assèchement accéléré des captages déjà existants. Cette remarque concerne particulièrement le COMI 62 foré en avril dernier et qui est situé entre le COMI 41 bis et le COMI 44.

La durée de vie de certains ouvrages pourrait être prolongée en augmentant la profondeur de la pompe dans le puits, il s'agit du COMI 17, COMI 20, COMI 38, COMI 39, TARAT 001, COMI 44 et du COMI 41 bis cela augmenterait la colonne d'eau au-dessus de la pompe.

Il est aussi important de colmater les multiples fuites existant sur le réseau comme au niveau du COMI 44 et dans la distribution au sein de la cité COMINAK. Ces fuites pourraient augmenter le risque de contamination de l'eau par des bactéries.

Le niveau de l'eau continue de baisser au COMI 40 du fait de l'arrivée de la mine dans la zone. Toute l'eau se trouvant dans ce périmètre risque de se retrouver dans la mine, l'équipement du puits pourrait éviter son inondation, de plus il peut être connecté au réseau d'eau potable.

Les besoins en eau s'élèvent à environ  $425\text{m}^3/\text{h}$  le cumul des débits recommandés fournira un total de  $355\text{m}^3/\text{h}$  avec un écart de  $70\text{m}^3/\text{h}$ . le branchement du TELO 01 et du COMI 40 devrait à priori combler cet écart.

#### CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

#### Conclusion

L'objectif de la présente était de détecter les causes éventuelles de la baisse de la productivité des ouvrages de production de la COMINAK et de proposer des solutions d'amélioration du réseau de captage en s'appuyant sur des données hydrogéologiques et des analyses de paramètres physico-chimiques. Vu l'augmentation de la demande en eau liée à l'accroissement de la population et à l'évolution des activités minières dans la région, la connaissance des causes probables de ce phénomène est d'une importance capitale. Sur toute la zone COMINAK, le Tarat est l'aquifère qui présentait les meilleurs paramètres physico-chimiques pour une alimentation en eau potable, cependant la surexploitation de la nappe se fait ressentir, d'où l'étude de reconnaissance de la nappe du Teloua pour combler les déficits de production voir même remplacer la nappe du Tarat à long terme.

Au cours de cette étude nous avons calculé et interprété les paramètres hydrodynamiques de tous les ouvrages de captage de la COMINAK, effectué des analyses physico-chimiques des eaux du Teloua.

Tous ces travaux ont montré que le problème ne vient pas des ouvrages, bien que certains présentent des signes de vieillissement mais présentent tout de même de bon rendement. Il ressort donc que la baisse de productivité est liée en grande partie à une diminution de la ressource en eau. Il est bien évident que tout captage supplémentaire implanté dans une zone déjà exploitée réduira par son influence la durée de vie des ouvrages environnants. C'est pourquoi il sera nécessaire d'éviter la réalisation de tout nouveau forage captant le Tarat en Est flexure. A long terme, le Teloua peut être convoité comme nouvelle source d'alimentation compte tenu de sa qualité, de sa situation géographique et de profondeur (moins profond que le Tarat). Mais pour mieux apprécier la qualité de cet aquifère il serait préférable de réaliser de nouveaux forages de reconnaissance.

Des difficultés telles que le manque de données sur les ouvrages avant leur mise en service, le manque de données de pompage sur certains ouvrages ont été un handicap pour une étude plus approfondie.

#### Recommandations

Dans le cadre de l'amélioration de la distribution d'eau potable, nous recommandons de changer le système de distribution d'eau qui consiste à interrompre la distribution tous les jours de 9h à 12h et de 15h à 18h, ce système s'avère pas très efficace et pénalise la population. Au lieu d'interrompre la distribution il serait préférable de réduire le débit de distribution à des heures précises permettant ainsi d'avoir de l'eau à tout temps en cas de besoin. Couper l'accès à l'eau n'est pas la bonne solution, il faut mettre en place une campagne de sensibilisation pour attirer l'attention de la population sur l'importance de la bonne gestion et les risques de pénurie d'eau pour les futures générations.

Nous recommandons également de mettre un accent particulier sur la maintenance du réseau de distribution qui est criblé de fuites depuis plusieurs années et dont se plaignent les habitants. Ces fuites entrainent une perte importante de la production et augmentent le taux de prolifération des bactéries.

Nous proposons aussi de rajouter des piézomètres au Tarat et au Teloua afin d'assurer une meilleure surveillance des nappes et en même temps une étude hydrogéologique beaucoup plus précise.

Il faudrait aussi prendre des mesures pour respecter les consignes d'exploitation des ouvrages établies par les différentes études hydrpgéologiques. Il est aussi important d'utiliser une modélisation afin de simuler l'impact du nouveau puits réalisé durant cette étude (COMI 62) avant sa mise en service.

Nous recommandons par ailleurs d'éviter au mieux des pompages des pompages continus de 24h. en lieu et place, l'on pourrait alterner arrêt et pompage ce qui permettrait à la nappe de retrouver son niveau statique durant un moment évitant ainsi un assèchement de toute la partie se trouvant au-dessus du cône de rabattement, cet assèchement pouvant déclencher un phénomène d'oxydation ou d'entartage.

Il faudrait également interdire la construction d'ouvrage à risque (bassins eaux chaudes) sur toutes les zones où le Teloua affleure, la nappe du Teloua est une nappe d'avenir il serait dommage de la perdre suite à une pollution.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CASTANY, G. (1982), Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Dunod, Paris, 238p
- **SCET AGRI** (1985), Nappes aquifères de la Région d'Arlit. République du Niger. Synthèse hydrogéologique - Nappe de Teloua
- **SCET AGRI** (1985), Nappes aquifères de la Région d'Arlit. République du Niger. Synthèse hydrogéologique - Nappe du Tarat.
- **SCET AGRI** (1985), Nappes aquifères de la Région d'Arlit. République du Niger. Synthèse hydrogéologique - Nappe du Guezouman
- **C.I.E.H** (1988), Essais de débit simplifiés sur forages d'hydraulique villageoise, Ouagadougou, BF.
- **Equipe AMAN** (2010), Campagne d'arrêt des puits Décembre 2009 Janvier 2010, Rapport de synthèse.
- G. de Marsily (2004), Cours d'Hydrogéologie, Université Paris 6.
- COLLIN J.J. (2004), Les eaux souterraines, connaissance et gestion. BRGM EDITIONS
- **ZUNINO C.** (1980), Consignes pour la rédaction des rapports rendant compte des pompages d'essai. Doc. Direction de l'Hydraulique, Niamey, Niger Prof.
- **PORTET F.** (2003), Aide-mémoire Interprétation d'essais de pompage, ENTE Aix en Provence.
- **Projet Aman** (2005), Campagne de forage 2005, Reconnaissance hydrogéologique des aquifères en Ouest accident d'Arlit.
- **VEOLIA** (2010), Diagnostique des réseaux d'eau potable de la COMINAK Akokan, Mai 2010.
- **Farook A.** (2009), Etat du réseau de production d'eau potable de la zone d'arlit-Akokan, études des essais de pompage et géochimiques, mémoire d'ingénieur.
- MARSILY G. (1981), Hydrogéologie quantitative. Masson, Paris.
- **THIERRY S**. (1981), Le contexte sédimentaire du gisement d'uranium d'Arlit. République du Niger. Thèse. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- **CHERNICOFF, S** (1995): Geology

## **Annexes**