

**LA CONTRIBUTION DES MODÈLES MATHÉMATIQUES À LA
QUANTIFICATION DE L'INFLUENCE DU BARRAGE SOUTERRAIN SUR
L'HYDRODYNAMIQUE DE LA NAPPE ALLUVIALE D'OUED IN AMGUEL.
(HOGGAR CENTRAL - SUD ALGÉRIEN).**

**THE CONTRIBUTION OF MATHEMATICAL MODELS TO QUANTIFY OF
UNDERGROUND DAM INFLUENCE ON AQUIFER WATER TABLE
HYDRODYNAMIC OF IN AMGUEL WADI.
(CENTRAL HOGGAR - SOUTHERN ALGERIA).**

Abdelhadi DRIBAT¹, Kamila BABA-HAMED², Abderrazak BOUANANI^{2}, Karima AMROUS³.*

¹ Université de Selcuk, Faculté d'Ingénierie, Département d'Ingénierie Géologique, Konya, Turquie.

^{2, 2} Université de Tlemcen, Faculté de Technologie, Département d'Hydraulique, Tlemcen, Algérie.*

³ Direction des Ressources en Eau de la wilaya de Tamanrasset, Algérie.

¹ hydroelhadi@gmail.com, ² kambabahamed@yahoo.fr, ^{2} a_bouananidz@yahoo.fr,*

³ karimamrous@yahoo.fr

Résumé

Dans ces dernières années la gestion intégrée des nappes aquifère par l'utilisation de l'outil d'informatique est devenue plus que nécessaire avant d'être un choix. Des modèles mathématiques (code de calcul) on était élaboré, de plus en plus performants pour simuler le fonctionnement des aquifères, de comprendre ce fonctionnement dans les conditions naturelles, de quantifier l'influence de la variabilité climatique et de l'intervention anthropique sur la quantité et la qualité de réserve souterraine.

Un code de calcul (ASMWIN) a été appliqué sur la nappe inféroflux d'oued In Amguel pour comprendre l'hydrodynamique de la nappe, quantifier l'influence du barrage inféroflux sur l'état initiale et sur les des scénarii d'exploitation qu'ont été réalisé en absence et présence du barrage ; Ainsi de conclure notre étude par des recommandations a fin une gestion intégré de ce ressource en eau.

Mots clé : In Amguel, nappe inféroflux, modèles mathématiques, gestion intégré.

1. INTRODUCTION

L'eau présente la ressource naturelle la plus précieuse. Elle est indispensable à tous les besoins humains fondamentaux notamment, l'alimentation en eau potable, l'industrie et l'irrigation. L'eau souterraine joue un rôle majeur pour l'homme et les milieux surtout dans les zones arides.

La région d'In Amguel tire ces besoins en eau d'une seule ressource souterraine connue généralement dans le Hoggar définie par : « la nappe inféroflux ».

Les nappes inféroflux d'Hoggar au sud algérien sont captées par la technique des barrages souterrains ou barrage inféroflux. Dans notre secteur d'étude, un barrage souterrain a été mis en service en 2000 au niveau de la cuvette d'In Amguel, d'un intérêt indéniable. Cependant, l'exploitation continue ainsi que le pompage intensif des eaux du barrage au moment de la production de la pastèque influe sur le niveau de la nappe.

Pour pallier à toute pénurie en eaux dans la région d'In Amguel. L'élaboration de modèles mathématiques de plus en plus performants pour simuler le fonctionnement des aquifères, de comprendre ce fonctionnement dans les conditions naturelles et prévoir l'influence de l'intervention anthropique sur la quantité et la qualité de cette réserve souterraine.

2. OUTILS ET MÉTHODES

Pendant ce travail, l'ensemble des outils utilisés s'appuie sur des travaux fait l'objet des projets de fin d'étude, les travaux de la direction en ressources en eau de la wilaya de Tamanrasset et celle de l'entreprise nationale des réalisations hydrauliques (EHNYD) et les travaux qu'on a faits sur terrain lors d'élaboration de ce travail.

Notre méthode est d'applique un modèle mathématique ASM sous Windows (version 6.0) qui nous permet de comprendre le fonctionnement d'aquifère les conditions naturelles et de réalisation scénarii d'exploitation pour tester la réaction de la nappe à des sollicitations provoquées soit par des actions anthropiques ou naturelles.

Enfin, une conclusion fera l'objet d'une synthèse des résultats trouvés et quelques recommandations a fin de une gestion intégrée de la nappe aquifère d'oued In Amguel.

3. RÉSULTS ET DISCUSSION

3.1. situation géographique d'In Amguel

In Amguel est une petite ville (Fig.01), située dans la daïra et la wilaya de Tamanrasset. La wilaya de Tamanrasset s'étend sur une superficie est de 619360 km² (ANDI, 2013), à 969 mètres d'altitude et a pour coordonnées géographiques:

Latitude: 23° 41' 37'' Nord et Longitude: 5° 9' 53'' Est.

In Amguel se trouve à proximité du village In Amguel, à environ 120 Km de la ville de Tamanrasset. L'oued traverse des champs de végétation et coupe la route nationale N°1.

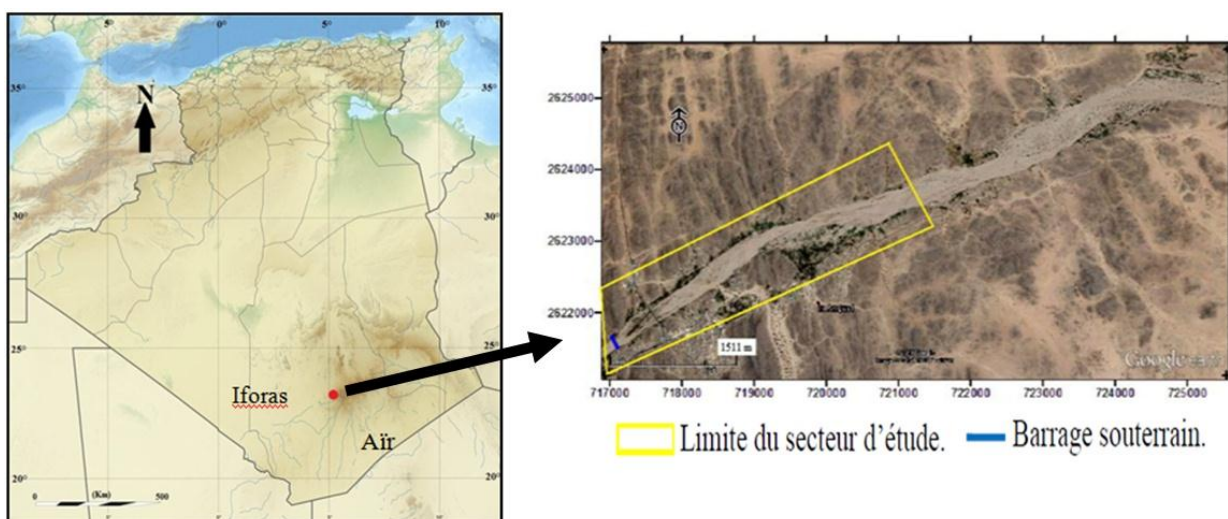


Fig. 1: Situation géographique d'oued In Amguel.

3.2. Hydrogéologie du secteur d'In Amguel

L'aquifère de l'inféoflux de l'oued In Amguel est constitué d'une série de formations sédimentaires de granulométrie hétérogène du Quaternaire et un socle granitique altéré et fissuré, avec un substratum formé de granite sain. Ce système se compose de :

3.2.1. Nappe du socle cristallin fissuré

Cette nappe est formée par les écoulements dans le socle altéré et fissuré du granite d'une épaisseur variant entre 0,5 et 5m selon les données des sondages effectués dans l'oued In Amguel par l'ENHYD en 1990. Elle est limitée par un substratum imperméable de socle sain (granites sains). Cette nappe est alimentée par les infiltrations à partir de la nappe alluviale.

3.2.2. Aquifère de l'Inféoflux d'In Amguel

Une nappe libre dans les alluvions quaternaires et le socle altéré et fissuré forme le principal aquifère qui assure le sous écoulement de l'oued, limité latéralement par les gneiss fissurées du Suggarien (socle métamorphique) et repose sur un substratum granitique sain.

3.3. Modélisation

Dans notre essai de modélisation de la nappe inféoflux d'oued In Amguel on a basé sur le code de calcul ASMWIN 6.0 (Aquifer Simulation Model sous Windows) basé sur la méthode des différences finies. L'un des intérêts de cet outil est de permettre à l'hydrogéologue de simuler l'écoulement des eaux souterraines (bidimensionnel) en milieu continu.

3.3.1. Discrétisation du domaine à modéliser

Notre secteur de 13,57 km² a été discrétisé en 5428 mailles carrées uniformes de 50m de côté, donnant 92 colonnes et 59 lignes, dont 1187 mailles actives couvrant une superficie à modéliser de 3 km², (Fig. 03).

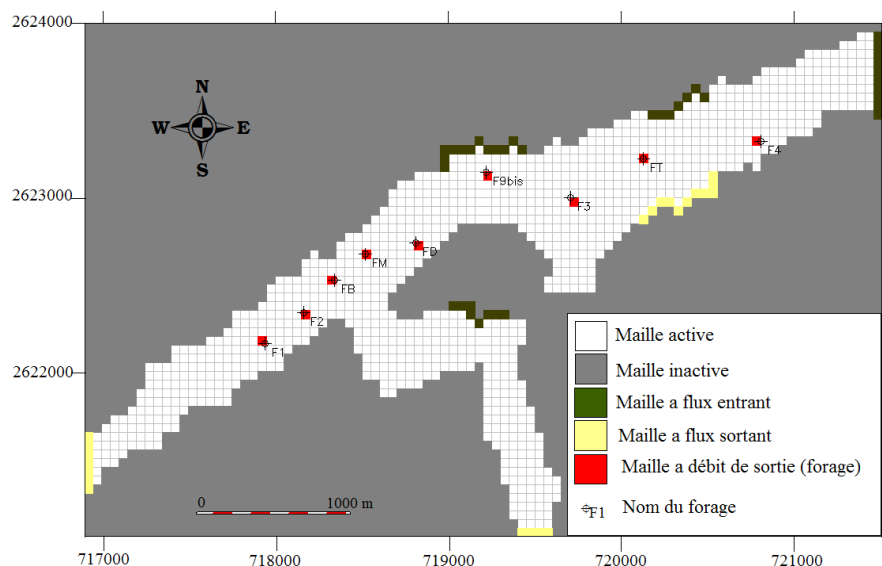


Fig.03: Maillage et les conditions aux limites du domaine à modéliser.

3.3.2. Calage en régime permanent

Le but de cette étape est de simuler la charge d'une situation piézométrique de la nappe prise comme état de référence. La modélisation tâchera de reproduire le niveau piézométrique, Pour cela,

les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère sont calés et réutilisés pour le calage en régime transitoire. Dès le départ, des zones sont définies selon des caractéristiques géologiques distinctes, à partir de ces zones sont calées les piézométries via le changement des perméabilités assignées.

L'état de référence retenu pour caler le modèle en régime permanent est la piézométrie de Février 1985. Les résultats sont montrés dans les figures 04 ; 05 et le tableau 01

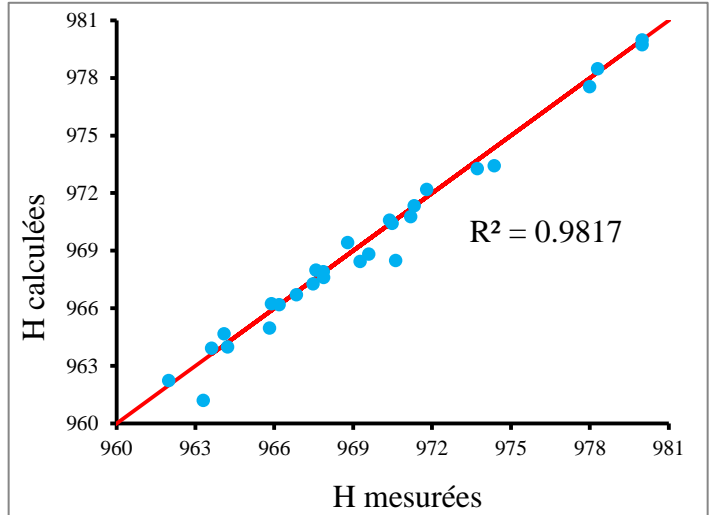
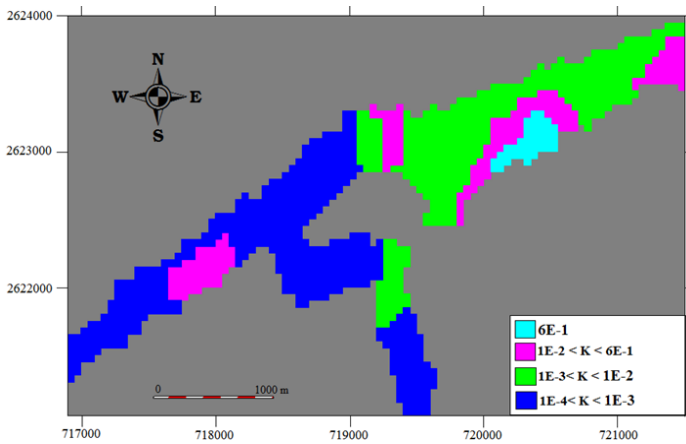


Fig. 04 : Carte de la perméabilité (m/s) adoptée pour le calage en régime permanent

Fig. 05: Comparaison entre les potentiels mesurés et calculés après calage du modèle en régime permanent.

Tableau 01: Bilan de la nappe calculé par le modèle.

Flow term	In	Out	In-out
Constant head	1.827700E+00	1.788872E+00	3.882837E-02
Well	0	3.876000E-02	-3.876000E-02
Leakage	0	0	0
Boundary flow	0	0	0
Recharge	0	0	0
Sum	1.827700E+00	1.827632E+00	6.842613E-05

Nous pouvons voir tableau 01, que le bilan est équilibré entre les entrées et les sorties du système. Par ailleurs, nous constatons que l'alimentation se fait essentiellement par l'alimentation latérale naturelle et l'infiltration efficace des eaux d'irrigation.

3.3.3. Calage en régime transitoire

La capacité d'un aquifère à régir le transfert de l'eau par stockage ou par vidange est une caractéristique essentielle, qui spécifie si un système est dans un état transitoire ou s'il a atteint l'état d'équilibre, la calibration des paramètres de stockage est donc cruciale en régime transitoire. Durant le processus de calibration, les conductivités hydrauliques du régime permanent restent inchangés, mais les paramètres de stockage sont modifiés manuellement et testés jusqu'à ce que le modèle reproduise au mieux chacune des observations mesurées lors des campagnes effectuées. Aussi, différentes recharges sont testées en considérant que la recharge représente une fraction des

précipitations (ce pourcentage varie généralement de 5% à 20% en fonction de nombreux facteurs tels que la prédominance du sol et le type de végétation, la pente de la surface topographique et les matériaux de couverture du sol), (THIBAUT et al, 2012).

Les résultats du calage du modèle sont représentés dans les figures 06 ; 07 et le tableau 02.

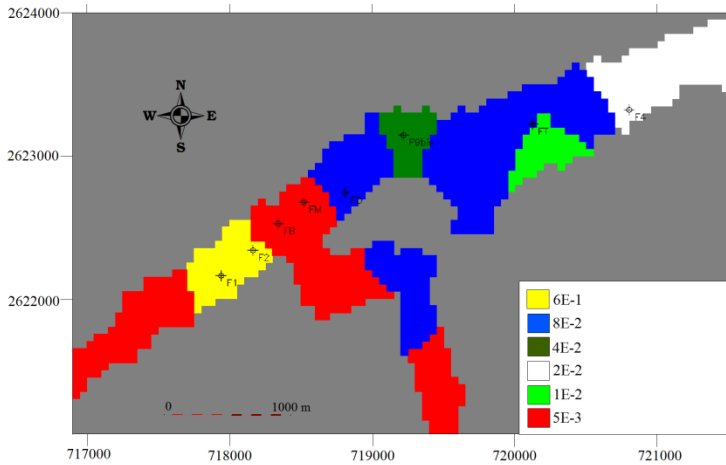


Fig. 06 : Distribution des valeurs de coefficient d’emmagasinement adoptée pour le calage en régime transitoire.

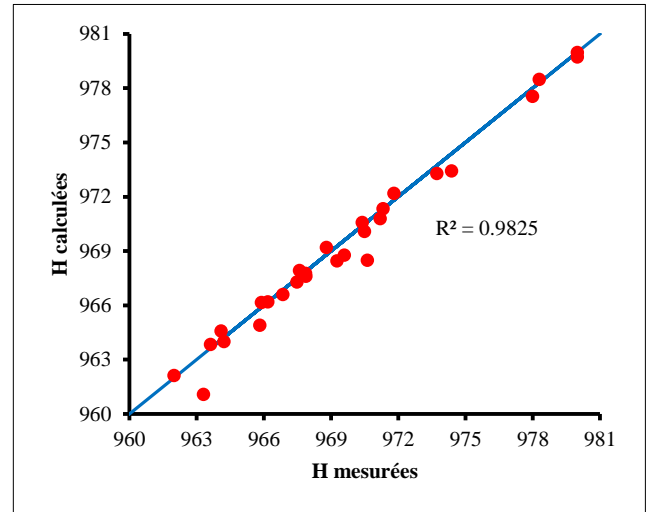


Fig. 07: Comparaison entre les potentiels mesurés et calculés après calage du modèle en régime permanent.

Tableau 02: Bilan de la nappe calculé par le modèle en régime transitoire pour le mois de Février 1986.

Flow term	In	Out	In-out
Storage	3.731031E-03	2.299167E-03	1.431864E-03
Constant head	1.827158E+00	1.789802E+00	3.735590E-02
Well	0	3.876000E-02	-3.876000E-02
Leakage	0	0	0
Boundary flow	0	0	0
Recharge	0	0	0
Sum	1.830889E+00	1.830861E+00	2.777576E-05

La distribution spatiale du coefficient d’emmagasinement de l’aquifère après le calage du modèle en régime transitoire (Fig. 06) est concordante avec la géométrie de l’aquifère et l’hétérogénéité de la granulométrie des formations aquifères. Le coefficient d’emmagasinement varie de 5.10^{-3} à 6.10^{-1} . Le tableau 02, indiquent que le bilan reste équilibré.

4. Données des simulations :

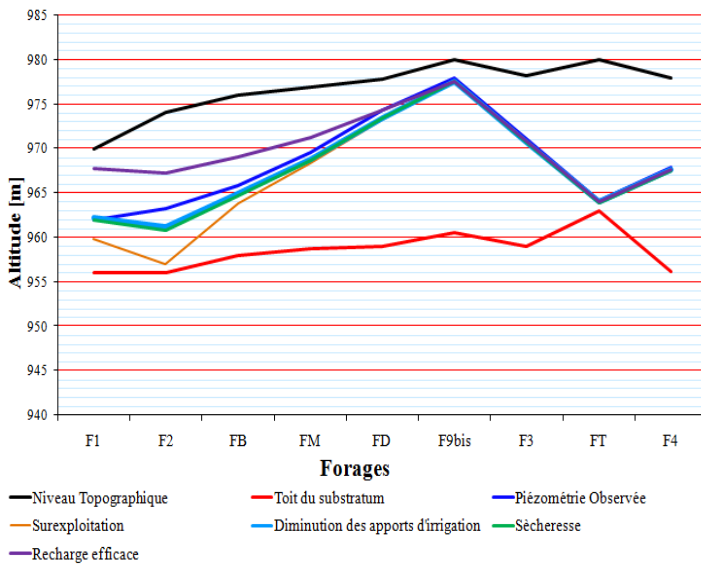
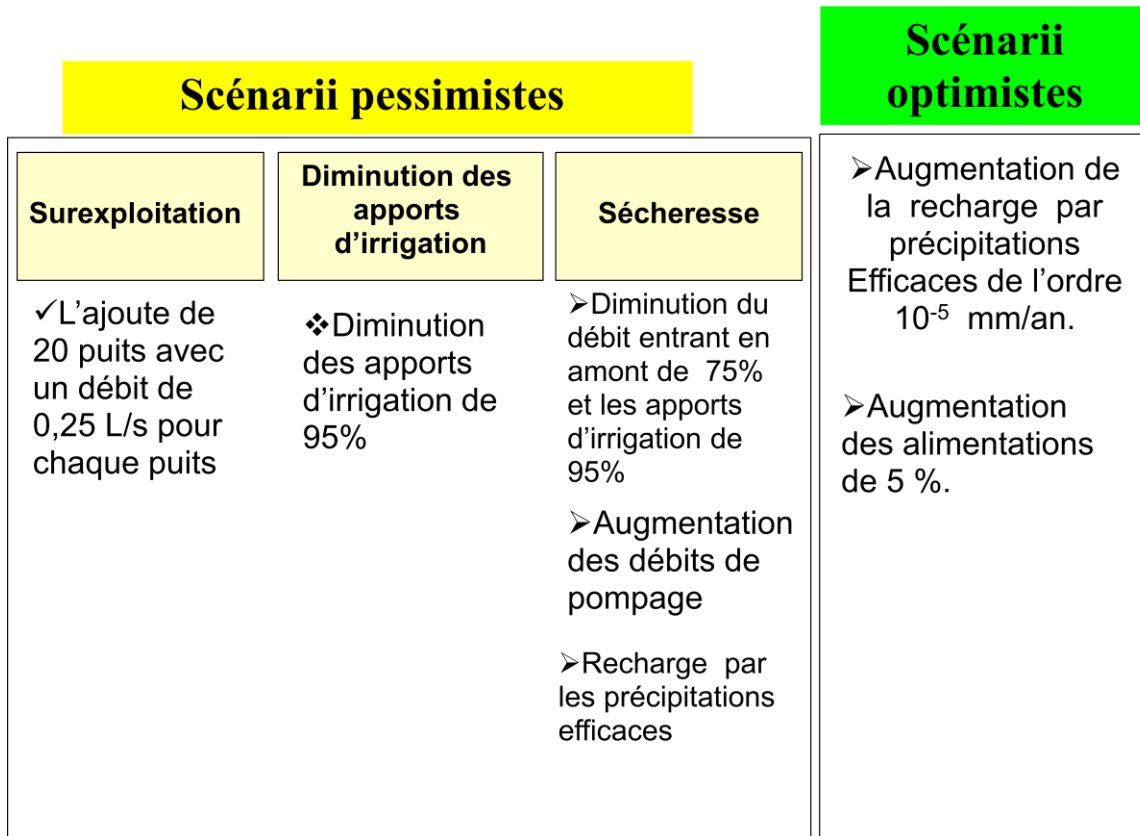


Fig. 08: Résultats de la simulation sans barrage inféroflux

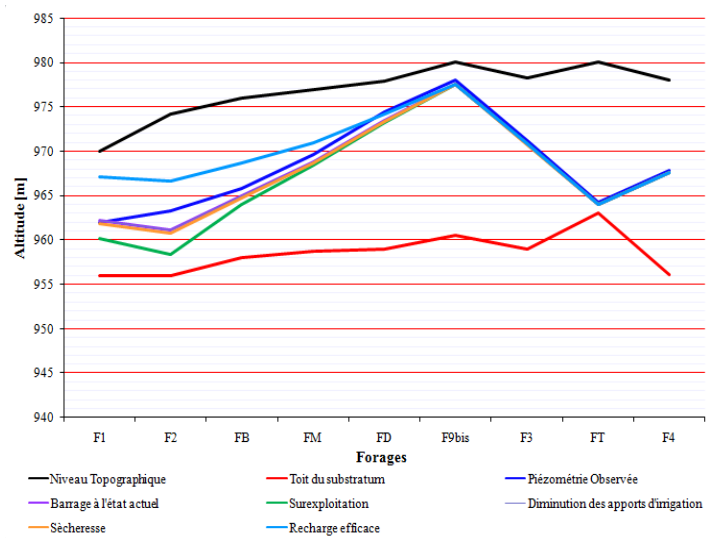


Fig. 09: Résultats de la simulation avec barrage inféroflux

La figure 08, résultant d'une série de simulations sur la nappe inféroflux sans barrage, nous permet de déduire que l'aval du barrage inféroflux est plus influencé que l'amont. Dans les simulations pessimistes, les courbes présentent un rabattement du niveau piézométrique très remarquable à l'aval du barrage où il peut atteindre 5m contrairement à l'amont où l'écart ne dépasse pas 1m.

Le bilan de la nappe est bénéficiaire dans la simulation de la recharge efficace et celle de la diminution des apports d'irrigation et déficitaire dans les cas de surexploitation et sécheresse. La

simulation optimiste donne la même allure de la piézométrie que celle pessimiste mais avec un relèvement du niveau piézométrique et un bilan hydrogéologique bénéficiaire.

Les résultants des séries de simulations sur la nappe inféroflux avec barrage (Fig. 09) montre que les courbes d'évolution du niveau piézométrique au niveau des forages sont analogues à celles du cas sans barrage mais avec des rabattements plus faibles pour les simulations pessimistes et qui sont d'environ 1 à 3m. Ceci traduit la contribution du barrage à stabiliser le niveau piézométrique.

5. CONCLUSION

L'objectif principal de ce travail est l'élaboration d'un outil de travail pour la gestion des ressources en eaux souterraines dans la région d'In Amguel.

La modélisation de la nappe inféroflux d'oued In Amguel par l'utilisation de code de calcul ASMWIN, nous permet de Comprendre le fonctionnement hydrodynamique ainsi d'affiner la représentation spatiale des paramètres qui agissent sur l'écoulement en régime permanent (perméabilité) et en régime transitoire (coefficient d'emmagasinement / porosité efficace), et aussi de calculer le bilan de la nappe. Les simulations hydrodynamiques permettent de quantifier l'influence des interventions Anthropiques (pompage intensif) et des variabilités climatiques (recharge Efficace ou sécheresse) sur l'évolution du niveau de la nappe. La modélisation numérique de l'écoulement proposé dans la région d'In Amguel est une première approche qui a nécessité bon nombre d'hypothèses simplificatrices quant à la propriété physique des différentes couches de l'aquifère. Cette modélisation mérite donc d'être approfondie en tenant compte de paramètres et de variables plus détaillées :

-Intégration de différents paramètres hydrauliques sur la base des domaines de perméabilité définis dans le bassin d'In Amguel.

- Variation spatiale et temporelle de l'infiltration qui conditionne la recharge de l'aquifère.

-Évaluation précise des débits d'alimentation.

6. RÉFÉRENCE

- AGUERRE M. (2013): Étude hydrogéologique et hydrochimique de la nappe inféroflux de l'oued In Amguel (W. Tamanrasset), Mém. Master. Univ Ouargla. 69p.
- AZIZ H. et MEGUENNI TANI M. (2013) : Essai de Modélisation Hydrodynamique d'une nappe. Application à la nappe alluviale de la plaine de Maghnia. (NW Algérie). Mémoire. Ing d'État en Hydrogéologie. Univ. Tlemcen.111p.
- BABA HAMED K. (2007): Hydrodynamique et modélisation d'une nappe alluviale. Validation par l'approche géostatistique. Application à la nappe alluviale de la plaine de Maghnia (NW algérien), Thèse Doctorat, Univ Tlemcen.231p.
- DERDOUR A. (2010): Modélisation hydrodynamique de la nappe des grès crétacés du synclinal de Remtha-Monts des Ksour- Algérie, Mem. Magistère. Univ. Tlemcen. 101p.
- ENHYD (1990): étude d'avant projet détaillé d'un barrage souterrain sur oued In Amguel, mission III, rapport A. Étude géophysique détaillée, (Rapport inédit).
- ENHYD (1990): Étude d'avant projet détaillé d'un barrage souterrain sur oued In Amguel, mission II, Rapport B. Étude hydrogéologique, (Rapport inédit).

- ENHYD (1990): Étude d'avant projet détaillé d'un barrage souterrain sur oued In Amguel, mission II, Rapport C. Étude géologique, (Rapport inédit).
- ENHYD (1990): Étude d'avant projet détaillé d'un barrage souterrain sur oued In Amguel, mission II, Rapport D. Étude hydrogéologique, (Rapport inédit).
 - ENHYD (1990): Étude de faisabilité d'un barrage sur l'oued In Amguel, wilaya de Tamanrasset, étude géophysique par sondage électrique, rapport partiel, (Rapport inédit).