

Popular Democratic Republic of Algeria
Ministry Of High Education and Scientific Research
Abbes Laghrour University Khenchela
Faculty of Natural and Life Sciences
Department Of Ecology and Environment



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عباس لغرور خنشلة
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيئة والمحيط

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Écologie et environnement

Spécialité : Écologie Fondamentale et Appliquée

Thème

Contribution à la gestion des ressources en eau ,
modélisation par logiciel WEAP21 , cas du bassin
versant Oued Abiod (W.Biskra)

Présenté par :

Mamen Hiba

Hassad Sara

Jury de sustenance:

Président :	Dr. Larbaa Rabeh	MCB	Univ. Abbés Laghrour Khenchela
Examineur:	Dr.Laouar Nadir	MCB	Univ. Abbés Laghrour -Khenchela
Encadreur :	Dr Dali Naouel	MCB	Univ. Abbés Laghrour -Khenchela

Promotion : Septembre 2020

REMERCIEMENTS

Tout d'abord Merci ALLAH de nous avoir

Donné la capacité d'écrire et de réfléchir la force

d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout de nos rêves.

nous tenons à remercier vivement notre encadreur Dr.Dali N

pour ces conseils , ces orientations et pour le soutien

scientifique tout au long de notre travail

Nous vouderons aussi remercier les membres de jury pour

nous avoir honoré de leur présence

- *DrRabeh Larbaa, qui nous a fait honneur d'etre président
de jury*
- *Dr Laouar Nadir, Qui nous a fait honneur d'etre parmi
les membres de jury*

*Nous aimerons remercier tout l'ensemble des professeurs
de la spécialité et à tous les enseignants du département
de Biologie qui nous enseignés pendant notre formation.*

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A celle qui m'a donnée la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour ma réussite, qui a été mon ombre durant mes années d'études, que dieu te garde toujours a mes cotés :

A Maman

A ma petite famille :

Mes chers frères et sœurs : Lotfi , Houda , Aya , Ines et Sami

Ma grand-mère maternel ma deuxième maman

A tout Mes cousins , mon oncle et mes tantes

A mon ange gardien

Sans oublier mes chères amies de toujours :

Sara , Ibtissem, Ahlem et Shada

En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passé ensemble

A tout ceux qui m'ont aidé de près ou de loin , qui m'encouragé et qui était la pour moi ! A vous tous Merci !

Hiba



*Je dédie ce modeste travail à :
L'esprit de ma grand-mère paternel*

A mes très chers parents

Aucune dédicace, aucun mot ne pourrait exprimer la gratitude et l'amour que je vous porte, votre soutien et votre encouragement m'ont toujours donné de la force pour persévérer et pour prospérer dans la vie.

A Mes chers sœurs : AMEL , DONA , katia

A Mon cher frere BASSISSOU

A mes petits anges MILEDE ET KHALED

A mon étincelle éternelle

A mes amies de toujours INSAF et IMEN

A mon binôme et ma chère amie HIBA

sans oublier SHADA ET AYA

tout ce que vous avez fait signifie Beaucoup pour moi

A tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail., merci.

Sara

Résumé

Notre pays est confronté à un double besoin crucial en eau, que ce soit pour l'eau potable ou l'eau d'irrigation, surtout dans les zones arides et semi arides, et c'est le cas du bassin versant de notre étude, en l'occurrence Oued Abiod, qui se situe dans le versant sud de l'atlas saharien.

Durant les dernières années le problème a été amplifié par deux contraintes majeures qui ne font qu'aggraver la situation, à savoir une augmentation de plus en plus importante des besoins en eau potable due à la croissance de la population, et les besoins importants en eau d'irrigation en l'absence ou la faiblesse de la pluviométrie.

S'ajoute les pertes d'eau importantes au niveau des réseaux de distribution.

Devant la précarité de la situation, la gestion des eaux devient une nécessité, d'où l'objet de notre étude qui consiste à faire une simulation par le logiciel WEAP, par une projection dans le temps, et allant jusqu'à 2050 pour voir les résultats de l'application sur la gestion de la demande en eau, et la diminution des pertes d'eau.

Le résultat de cette simulation, voir les deux scénarios est concluant, pour un éventuel équilibre entre l'offre et la demande en eau. Toutefois, il est impératif de veiller à la rénovation du réseau de distribution en eau potable, et surtout raisonner la consommation d'eau d'irrigation par l'introduction des nouvelles techniques d'irrigation.

Mots clés : Oued Abiod , weap, irrigation, gestion de la demande, eau potable .

ملخص

تجابه بلادنا احتياجهام للمياه، و ذلك لكل من المياه الشروب أو السقي الزراعي خاصة في المناطق الجافة أو النصف الجافة، و هو ما يميز مجمع المياه لموقعنا الواد الأبيض المتواجد في المصب الجنوبي للأطلس الصحراوي، خلال السنوات الأخيرة تضخم المشكل بسبب قيود هامة و التي تعمل على تازيم الوضعية و ذلك بارتفاع متزايد للطلب على الماء الصالح للشرب بفعل التزايد السكاني والاحتياجات الهامة لمياه السقي، في غياب أو ضعف تهاتل الأمطار، يضاف إليها الخسائر الهامة على مستوى شبكات التوزيع ، أمام هشاشة الوضعية، فان تسيير المياه أصبح ضرورة ملحة، وهو موضوع دراستنا و التي تتلخص في المحاكاة ببرمجية weap بتنبوء في الزمن حتى عام 2050 لرؤية نتائج التطبيق ، على تسيير طلب المياه و تقليص خسائرها ، إن نتائج هذه المحاكاة ، المنظورة من السيناريوهين مثمرة بالنسبة للتوازن بين عرض و طلب المياه ، ومع ذلك فانه يستلزم الحرص على تجديد شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب و خاصة عقلنة استهلاك مياه السقي الزراعي ، بإدخال تقنيات السقي الحديثة.

الكلمات المفتاحية الواد الأبيض-السقي-إدارة الطلب-الماء الشروب -WEAP

Abstract

Our country confronts a double crucial need for water , whether for drinking water or irrigation water , specially in arid and semi_arid areas , and this is the case of the watershed in our study , in this case of Oued Abiod , that is located in the southern estuary of the saharan atlas .In the last years the problem has increased due to the increasing demand for potable water because of the population increase and the needs for irrigation water in the lack of rain it is added to losses at the level of distribution networks en front of the precariousness of the situation , the water management became an urgent necessity , and it is the subject of our study which is summarized in the simulation of WEAP software , by predicting time to 2050 to see the application results on the management of water demand and reduce its losses .

The results of this simulation seeing both scenarios is conclusive for a possible balance between water supply and demand . However, it is necessary to ensure the renovation of the drinking water distribution network, and specially to not waste the irrigation water by adding the new irrigation techniques.

Keywords: Oued Abiod, WEAP, irrigation, demand management, drinking water.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	4
1. Situation géographique	5
2. Découpage administratif.....	5
3. Aperçu géologique	6
4. Contexte climatique.....	8
4.5. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls	11
5.Aperçu socio-économique	14
5.1 La démographie.....	14
5.2. L'agriculture	15
5.3. Industrie	15
CHAPITRE 2 : LES RESSOURCES EN EAU AU NIVEAU DU BASSIN VERSANT D'OUED ABIOD	16
1.Hydrogéologie et les eaux souterraines.....	17
1.1. Aquifères d'eau souterraines.....	17
1.2. Ressources exploitables.....	18
2. Les eaux superficielles.....	19
2.1. Les oueds	19
2.2 Les barrages.....	20
3. La demande en eau pour les différents secteurs consommateur d'eau	20
3.1 L'agriculture	21
3.2. Industrie	22
CHAPITRE 3 : PRESENTATION DU LOGICIEL WEAP21	23
1.Introction.....	24
2. Présentation du WEAP	24
2.1. Description du logiciel.....	24
2.2. Acquisition du logiciel.....	24
2.3 Les principaux objectifs du logiciel	25

2.4 Structure du logiciel WEAP	25
2.5. Fonctionnement du logiciel.....	29
3. Application du modèle « WEAP21 » sur le bassin versant Oued Abiod	30
3.1. Présentation des données	31
CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION	35
1. Création des scénarios.....	36
1.1. Scénario Référence	36
1.2 Scenario gestion de la demande	38
CONCLUSION GENERALE	42

Liste des tableaux

Tableau 1: Les caractéristiques des formations géologiques du B.V Oued Abiod.	8
Tableau 2 : Variation des précipitations moyennes mensuelles (2000 - 2016).....	8
Tableau 3 : Variation des précipitations moyennes annuelles (2000-2016).....	9
Tableau 4: Variation annuelle de la température de la région de Biskra (2000-20016).....	10
Tableau 5 : Variation mensuelle de la température de la région de Biskra (2000- 2016).....	11
Tableau 6: Variations mensuelles de vitesse des vents (2000-2016).....	12
Tableau 7 : Variation mensuelle de l'humidité relative et absolue en fonction de la température (2000-2016).....	13
Tableau 8 : répartition et densité de la population au niveau du bassin versant d'Oued Abiod.....	14
Tableau 9 : répartitions des cultures au niveau du bassin versant d'Oued Abiod.....	15
Tableau 10: La répartition des entreprises au niveau des 2 communes Arris et Ichnoul	15
Tableau 11 : les caractéristiques du barrage de Foug el Gherza	20
Tableau 12: les équipements hydrauliques de l'exploitation des ressources en eau souterraines au niveau du BV d'Oued Abiod.....	21
Tableau 13 : Répartition de la S.A.U par commune	21
Tableau 14 : sites de demandes avec les informations qu'on à utiliser dans le logiciel WEAP.....	32
Tableau 15: Oued Abiod et son débit annuel.	32
Tableau 16 : Débit et la capacité de stockage des barrages de Foug El Gherza.....	33

Liste des figures

Figure 1: Situation géographique du B.V Oued Abiod (Fartas, and al Marouf,2007).	5
Figure 2: Découpage administratif du bassin versant d'Oued Abiod (Hachemi,2007).....	6
Figure 3: Carte géologique des Aurès (J.tissot,1881).....	7
Figure 4: Précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra station de Biskra (2000-2016).....	9
Figure 5 : Variation des précipitations annuelles de la région de Biskra (2000-2016).	10
Figure 6: Diagramme Ombrothermique de la région de Biskra (Période 2000-2016).....	11
Figure 7 : Variation de la vitesse des vents moyennes mensuel, pour la période (2000-2016).....	12
Figure 8 : Variation de l'humidité relative en fonction de la température (2000-2016).	13
Figure 9 : Carte hydrogéologique du bassin versant Oued Abiod (http://www.anrh.dz ,2009)	18
Figure 10: les cinq affichages du WEAP (SERGMA , 2015).	26
Figure 11: fenêtre cartographie WEAP (Rakatondrabe, 2007).	26
Figure 12: Fenêtre de base de données(Rakatondrabe, 2007).....	28
Figure 13: Le bassin versant Oued Abiod avec les éléments de la modélisation par WEAP.....	31
Figure 14: Niveau d'activité annuelle de chaque site de demande sur WEAP.....	32
Figure 15: Débit en amont de Oued Abiod sur WEAP (capture d'écran).	33
Figure 16: Débits entrant du barrage Foum El Gherza sur WEAP (Capture d'écran).	34
Figure 17: Demande en eau pour l'ensemble des sites de demande au niveau du bassin versant Oued Abiod pour le scénario Référence.....	36
Figure 18: Exigence de distribution de l'ensemble des sites de demande au niveau du bassin versant Oued Abiod pour le scénario référence.....	37
Figure 19 : Exigence de distribution de chaque branche scénario Référence	37
Figure 20: demande non satisfaite du scénario référence au niveau du bassin versant Oued Abiod	38
Figure 21: demande en eau pour l'ensemble des sites (scénario de gestion de la demande).	39
Figure 22: Exigence de distribution de l'ensemble des sites (Scénario gestion de la demande).	40
Figure 23: Exigence de distribution de chaque branche scénario gestion de la demande.	40
Figure 24: Demande non satisfaite de l'ensemble des sites (scénario Gestion de la demande).	41

Liste des abréviations

AEP : Alimentation en Eau Potable

BV : Bassin versant

DSA : Direction de service agricole

IRR : Irrigation

ONM : Office National de la Météorologie

SAU : Surface agricole utilisé

SEI : Stockholm Environnement Institue

WEAP: water Evaluation And Planning System

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une ressource vitale pour le développement démographique et économique de la planète, bien qu'elle couvre 70% du globe terrestre. La répartition inégale de cette ressource sur l'ensemble des pays pose le problème de la gestion de sa rareté. L'impact de l'exploitation, des pertes et /ou la mal gestion de ces derniers s'ajout a cela et aggravent la situation, crient des tensions et en fait une source de conflits. Ces constats ont été la base des recherches et d'une préoccupation majeure internationalement en question de l'accès durable aux ressources en eau, sa disponibilité en qualité et la gestion de la demande de cette ressource rare en fonction des secteurs utilisateurs (agriculture, industrie ...) (Souak,2009).

L'Algérie est un des grands pays d'Afrique du Nord avec une superficie de 2.381.741 km². Le pays se limite au Nord par la mer méditerranéenne avec une surface littorale de 1200 km, il est caractérisé par un climat semi-aride a aride.

La potentialité en eau globale en Algérie est estimée 19,2 Milliard de m³/an. L'Algérie compte 17 bassins versants et les ressources en eau proviennent des eaux superficielles et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. Il est à noter que ces ressources sont très variables notamment celle qui proviennent des nappes tributaires des aléas climatiques. Le déséquilibre entre une demande croissante et une offre réduite pose un problème épineux due à l'augmentation de la demande en eau, la croissance urbaine et démographique attendus dans la région (Erhard Cassegrain &Margat, 1979).

De cela une bonne gestion de la demande en eau est basé fondamentalement sur la connaissance des ressources en eau disponibles et les conditions nécessaires pour préserver cette ressource , ce qui oblige les autorités responsables à de fixer comme objectifs d'assurer la disponibilité d'une eau de qualité toute en préservant l'environnement pour les générations présents et futures . Mais la gestion ne peut pas etre intégrée et durable si on ne tient pas compte à la fois de toutes les différents types de ressources en eau et ceci dans leur système de gestion ou leur bassin versant (Rakatondrabe, 2007).

La région d'étude « Bassin versant Oued Abiod » fait partie de Chott Melghir dans l'atlas Saharien. Elle s'étend de la commune d'Arris au Nord-est, appartenant administrativement à la wilaya de Batna jusqu' à la cuvette d'El Outaya dans la partie Sud-Ouest qui fait partie de la wilaya de Biskra. Soit une superficie de 1300 km². Cette vaste zone est caractérisé par un climat semi-aride au Nord , septique sur la zone médiane et hyperaride au Sud. La pluviométrie varie de 450mm/an au Nord et de 150mm/an au Sud (Hamel,2009).

Le développement de la population, des activités agricole et l'industrie se localisent principalement aux rives de la vallée d'Oued Abiod en exploitant les eaux de surface et les eaux souterraines.

On a choisi comme méthode d'approche le logiciel WEAP21 pour modéliser les ressources et les besoins en eau en vue de la gestion intégrée et durable des ressources en eau.

WEAP21 ou « Water Evaluation And Planning system » est un outil microinformatique pour la planification intégrée des ressources en eau qui fournit un cadre compréhensif, flexible et convivial pour la planification et l'analyse des politiques. Ce dernier est déjà utilisé dans divers pays (SEI, 2011).

Afin de maîtriser la demande d'en alléger la pression sur la ressource et aller vers une gestion durable des ressources en eau, l'économie d'eau reste une des actions à privilégier dans un système de gestion de la demande (Dali, 2009).

L'objectif de ce travail est de donner des prévisions sur les besoins en eau futur dans le bassin versant d'Oued Abiod, en traçant deux scénarios qui traitent la situation future de la gestion des ressources en eau dans deux cas de figures différents. Le premier scénario suppose que la situation de la gestion des ressources en eau restera la même jusqu'à 2050, et le second suppose une politique de gestion de la demande avec une réduction des pertes en eau dans le réseau de distribution des eaux potables et de l'irrigation.

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1. Situation géographique

Le bassin versant de l'oued l'Abiod est situé dans le versant sud de la partie orientale de l'Atlas Saharien, d'après le découpage hydrographique, en vigueur en Algérie ce bassin versant est annexé au bassin hydrologique de chott Melghir, l'Oued Abiod prend sa source dans le massif des Aurès (monts Chélia). Le bassin d'étude est situé à 60 Km au sud-est du chef-lieu de la wilaya de Batna (Hachemi 2017).

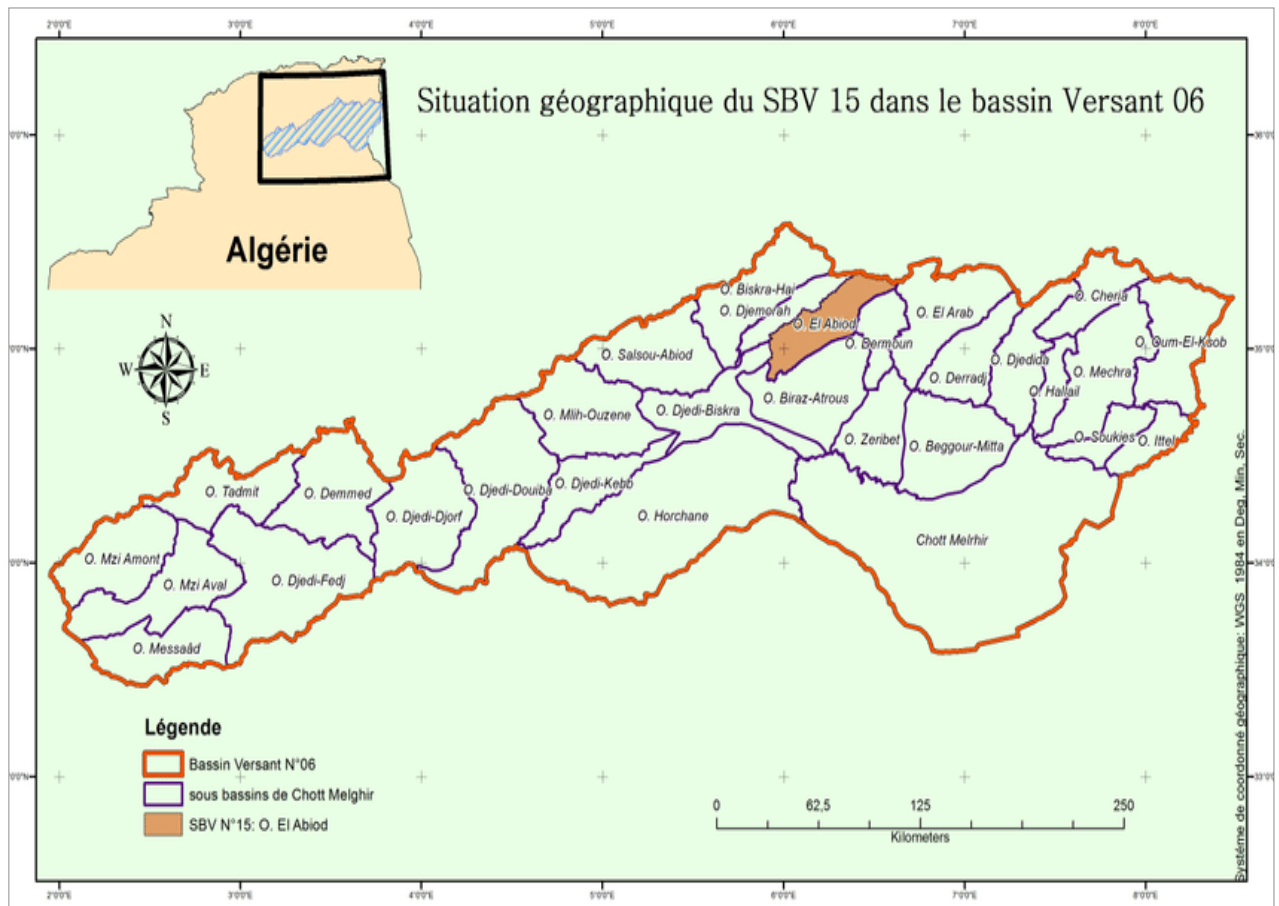


Figure 1: Situation géographique du B.V Oued Abiod (Fartas, and al Marouf,2007).

2. Découpage administratif

Oued Abiod englobe six communes et trois daïras. S'étendant de la wilaya de Khenchela (nord-est) jusqu'à la wilaya de Biskra (sud-ouest). La partie sud est formée par deux communes, T'Kout et Ghassira. La partie centrale : englobe les communes de Tighanimine et Arris. La partie Nord est également constituée de deux communes, Ichemoul et Inoughissene (Rezki 2013).

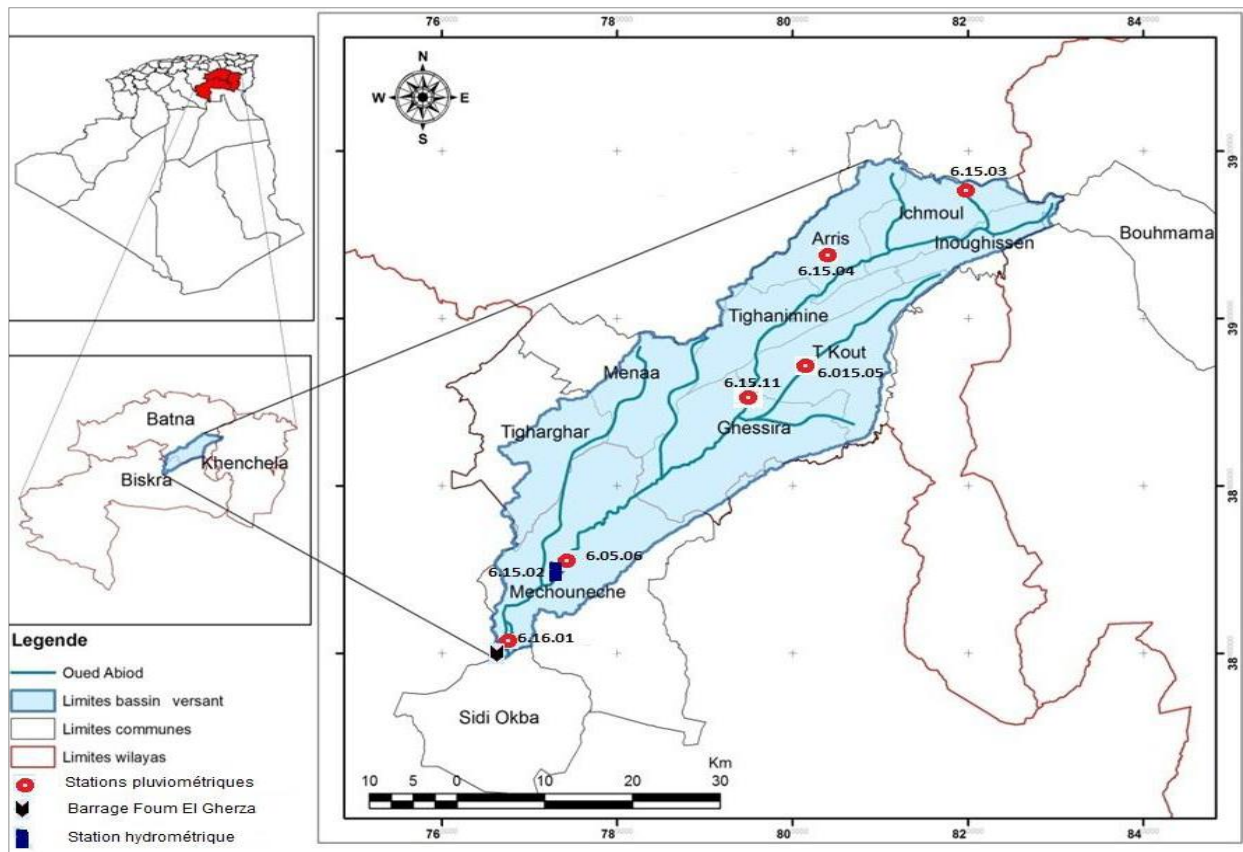


Figure 2: Découpage administratif du bassin versant d'Oued Abiod (Hachemi,2007).

3. Aperçu géologique

Le bassin versant Oued Abiod est caractérisé par des matériaux rocheux qui le constituent, ces formations appartiennent essentiellement au crétacé et l'écène. Il s'agit surtout d'une alternance de calcaire et marne, et parfois quelques grés sur une épaisseur de 8000 m environ. Ces formations sont fortement ployées en une série d'anticlinaux et synclinaux d'exposition générale Nord-est / Sud-ouest, cette première série lithologique est surmontée en disconcordance par des formations plus récentes, appartenant essentiellement au Miocène et au Pliocène caractérisées par des conglomérats, des argiles et des sables (Haoues, 2012).

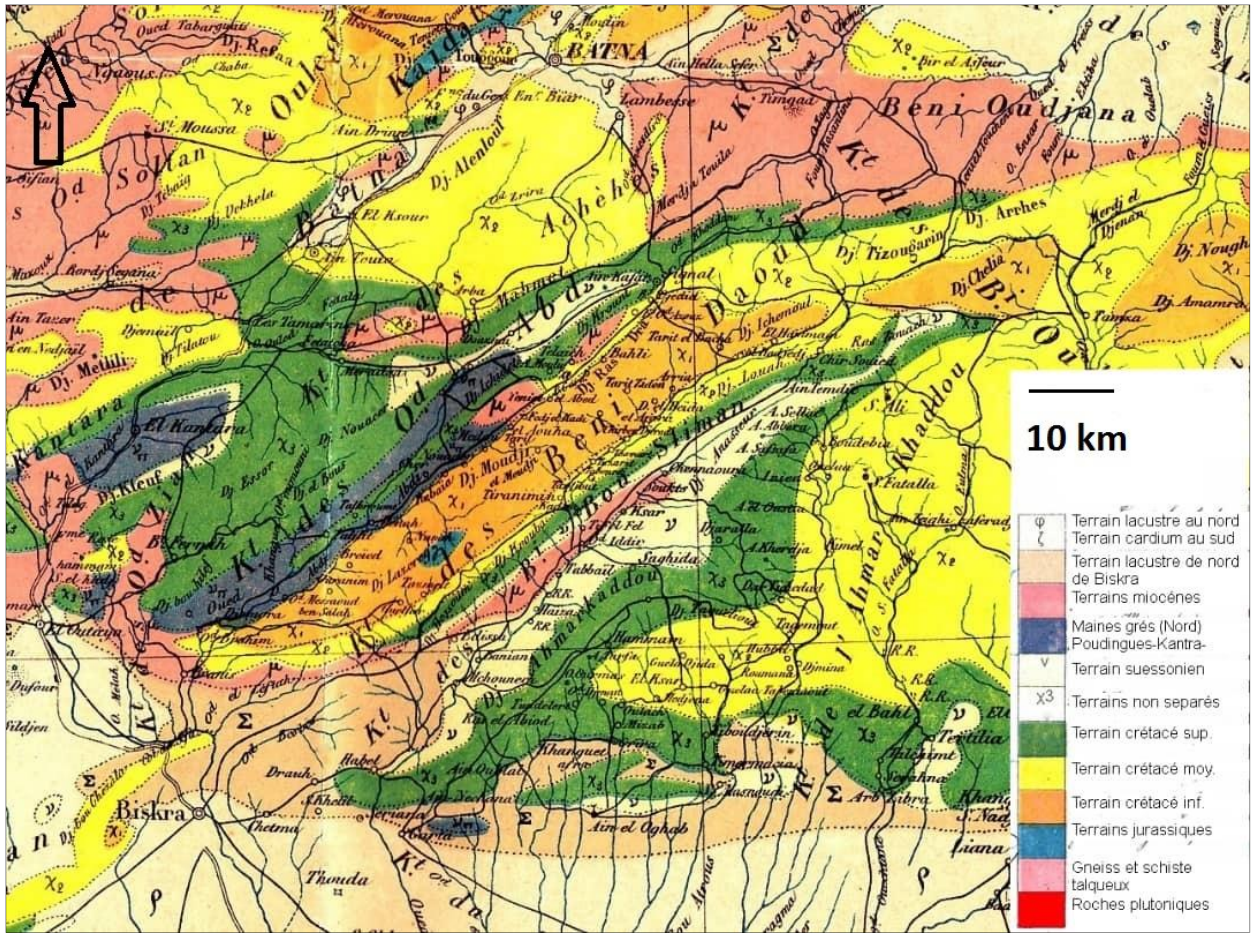


Figure 3: Carte géologique des Aurès (J. Tissot, 1881).

Tableau 1: Les caractéristiques des formations géologiques du B.V Oued Abiod.

Formations	Résistance à l'érosion	Perméabilité
Calcaire fissuré	Très résistant	Perméable
Dolomie	Très résistant	Imperméable
Grés	Très résistant	Semi-perméable
Calcaire gréseux	Résistant	Semi-perméable
Calcaire marneux	Résistant	Semi-perméable
Quaternaire	Résistance moyenne	Perméable
Marne	Non résistant	Perméabilité faible
Galets	Résistance moyenne	Perméable
Graviers	Résistance moyenne	Perméable
Éboulis	Résistance moyenne	Perméable

(Haous 2012)

4. Contexte climatique

La région d'étude est caractérisée par un climat semi-aride, elle se trouve dans une zone de transition entre deux milieux différents, un climat plus ou moins tempéré au nord et un climat désertique au sud, dont les caractéristiques se manifestent par un hiver froid à frais et un été très chaud et sec, les masses d'air doux et humides venant du nord se déversent sur la côte et les chaînes telliennes. Elles arrivent moins chargées en eau sur l'atlas saharien. Ainsi s'explique la diminution de la pluie vers le sud et l'allongement de la saison sèche (Rezki,2013). Les données utilisées dans cette étude concernent la station météorologique de Biskra (Latitude : 34.8 Longitude : 5.73 Altitude : 87m.

4.1 Etude des précipitations

4.1.1 Etude des précipitations moyennes mensuelles

L'étude des précipitations, de leur quantité et de leur répartition dans le temps et dans l'espace.

Tableau 2 : Variation des précipitations moyennes mensuelles (2000 - 2016)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P(mm)	2.67	5.99	19.66	16.00	9.20	6.63	<u>1.35</u>	2.97	16.00	<u>26.33</u>	14.24	9.59

Source (<https://fr.tutiempo.net/>, 2016)

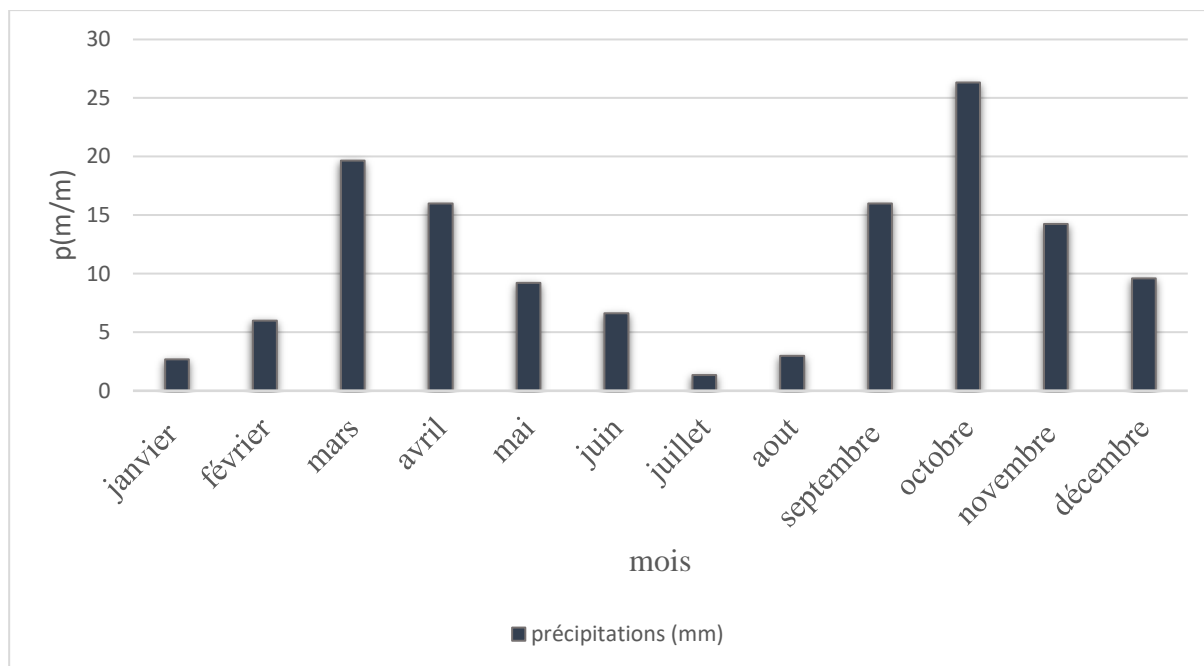


Figure 4: Précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra station de Biskra (2000-2016).

4.1.2. Précipitations moyennes annuelles

D'après l'analyse des données sur la précipitation moyenne annuelle durant 16 ans, de la période (2000-2020), la région a subi de fortes précipitations pendant l'année 2004, la valeur maximale annuelle des précipitations était de : 304,06 mm. L'année la plus sèche est celle de 2002, avec des précipitations de moins de 60 mm.

Tableau 3 : Variation des précipitations moyennes annuelles (2000-2016)

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
P(mm)	73.15	81.49	60.7	204.48	304.06	95.52	144.78	69.07	100.09
Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
P(mm)	133.61	198.88	252.72	125.98	204.49	63.76	109.72	140.97	

source(<https://fr.tutiempo.net/>, 2016)

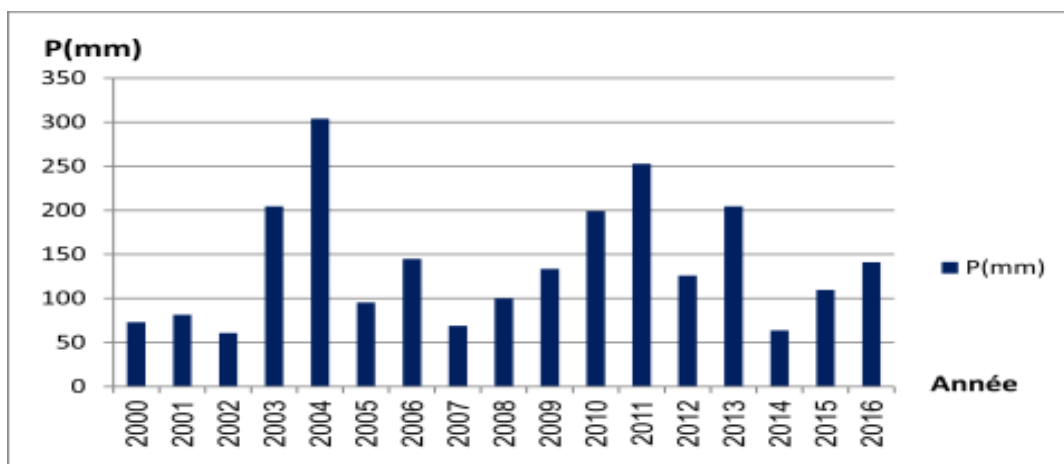


Figure 5 : Variation des précipitations annuelles de la région de Biskra (2000-2016).

4.2. Température

La température est le second facteur, après la précipitation qui conditionne le climat d'une région. Elle permet aussi d'estimer le déficit d'écoulement.

On note d'après le tableau 5 ci-dessous, que la température moyenne annuelle est de 22.96°C, avec une température moyenne maximale de 28.86°C et une température moyenne minimale de 16.96°C.

Tableau 4: Variation annuelle de la température de la région de Biskra (2000-2016)

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Tmax(°C)	28.6	29.3	28.89	28.6	28.1	29.05	28.8	28.6	28.5
Tmin (°C)	16.6	17.7	16.72	17.3	16.6	16.94	17.0	16.9	16.8
Tmoy(°C)	22.7	23.6	22.78	23.2	22.4	23.11	22.9	22.8	22.7
Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Moy(°C)
Tmax(°C)	28.5	28.7	28.6	29.5	28.8	29.6	29.0	29.4	<u>28.86</u>
Tmin (°C)	16.3	16.9	16.7	17.2	17.0	17.4	16.8	17.5	<u>16.96</u>
Tmoy(°C)	22.4	22.8	22.6	23.4	22.9	23.6	23.0	23.5	<u>22.96</u>

(source :<https://fr.tutiempo.net/>, 2016)

En observant le tableau n°6, la température moyenne mensuelle est maximale le mois de juillet (36°C) et minimale le mois de janvier (11.33°C).

Tableau 5 : Variation mensuelle de la température de la région de Biskra (2000- 2016)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmax (°C)	17.50	19.00	23.5	26.33	33.00	37.5	42.33	39.00	35.50	29.00	22.94	17.50
Tmin(°C)	6.54	7.50	11.52	15.00	19.86	24.55	29.00	28.00	23.00	19.00	12.00	8.40
Tmoy(°C)	11.33	15.00	16.00	22.50	27.00	31.6	36.00	34.18	29.00	23.5	20.00	12.67

(Source : <https://fr.tutiempo.net/>,2016)

4.5. Diagramme ombrothermique de Gausсен et Bagnouls

Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèche et humide de l'année, où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T), avec $P=2T$.

La figure 6, portes le Diagramme Ombrothermique de la région de Biskra établit à partir des donnés pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles calculées sur une période entre 2000 et 2016.

Le Diagramme Ombrothermique de la région de Biskra montre que la période sèche s'étale sur la totalité de l'année.

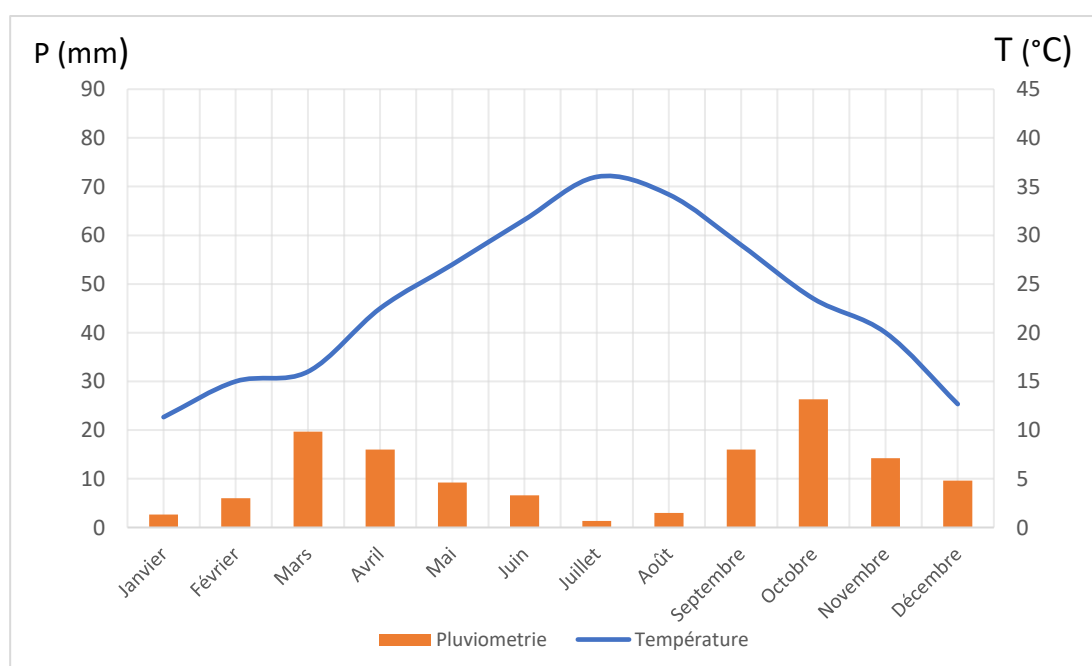


Figure 6: Diagramme Ombrothermique de la région de Biskra (Période 2000-2016).

4.6. Le Vent

Le principal agent atmosphérique de l'érosion est le vent. Mais il agit par isolement, même à grande vitesse, son efficacité abrasive est principalement due à sa charge en poussière et en sable, Du fait de l'absence totale de station anémométrique dans le bassin versant.

Tableau 6: Variations mensuelles de vitesse des vents (2000-2016)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
V(km/h)	8.50	7.50	16.0	19.33	20.00	16.50	10.00	9.00	8.67	7.00	12.07	12.00

(Source :<https://fr.tutitempo.net/>, 2016)

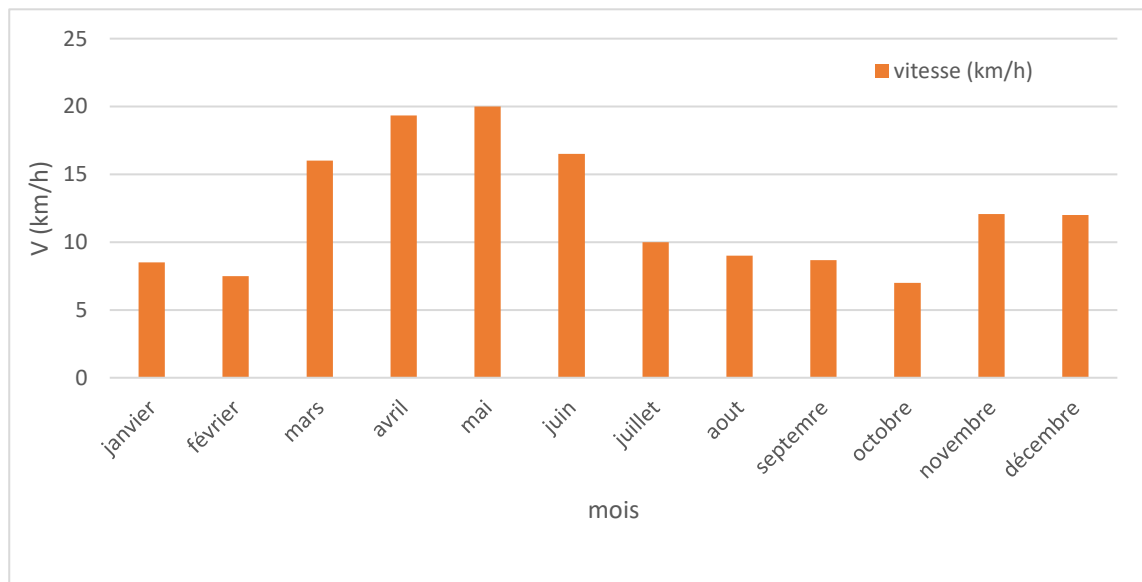


Figure 7 : Variation de la vitesse des vents moyennes mensuel, pour la période (2000-2016).

D'après le tableau 6, la vitesse maximale du vent est enregistrée durant le mois de Mai avec une moyenne de 20.00 km/h. Le minimum est enregistré durant le mois d'Octobre avec une vitesse de 7.00 km/h.

4.7 Humidité relative

L'humidité relative, c'est le pourcentage de vapeur d'eau que contient l'air par rapport à ce qu'il peut contenir au maximum, c'est à dire par rapport à la saturation. Elle est mesurée à l'aide d'un hygromètre.

Tableau 7 : Variation mensuelle de l'humidité relative et absolue en fonction de la température (2000-2016)

Mois	J	F	M		A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hr (%)	57.50	42.50	40.00		31.00	32.48	28.00	25.00	28.00	38.33	44.00	53.19	65.00
T (°C)	11,33	15	16		22,5	27	31	36	34,18	29	23,5	20	12,67
Ha (g/kg)	8,34	10,64	11,36		17,2	22,68	29,92	38,75	34,85	25,58	18,3	14,7	9,12

source(<https://fr.tutiempo.net/>, 2016)

Du tableau 7: nous constatons que le mois le plus humide est le mois de Décembre puisque la valeur de l'humidité relative atteint 65%. Alors que le mois le plus sec est le mois de Juillet d'une humidité relative de 25%. La figure 9, nous montre que l'humidité augmente au cours des mois chauds et baisse au cours des mois froids.

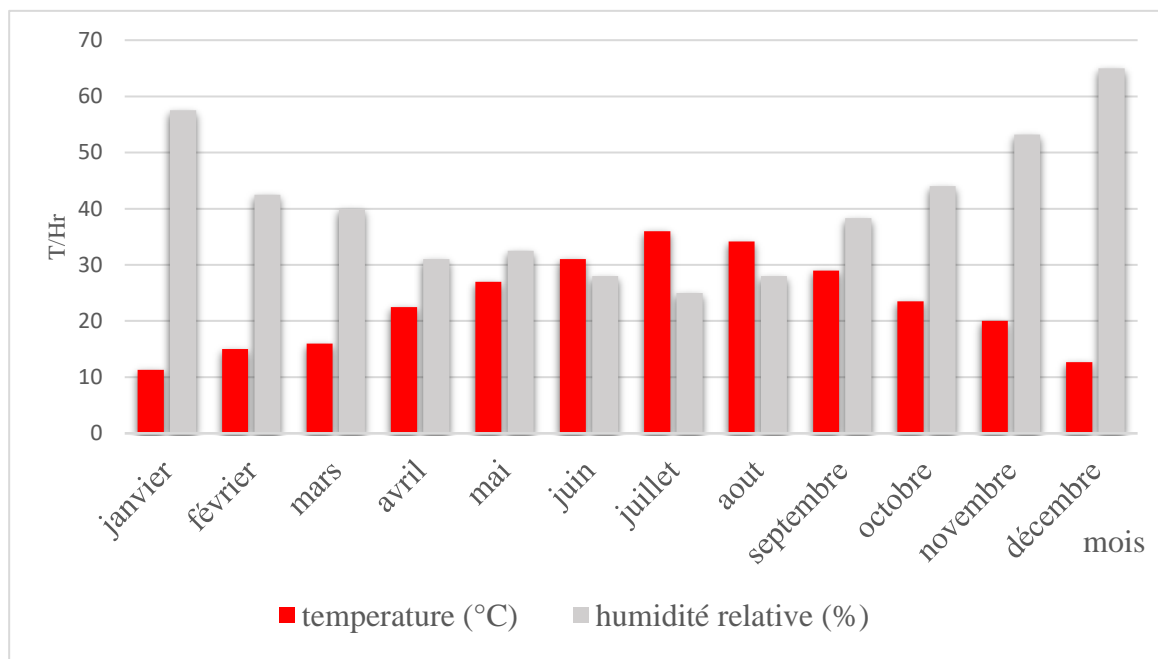


Figure 8 : Variation de l'humidité relative en fonction de la température (2000-2016).

5. Aperçu socio-économique

5.1 La démographie

D'une manière générale, la répartition de la population est d'autant plus déterminée par les conditions naturelles induites par le climat et le relief, mais elle est aussi soumise à d'autres effets. Le nombre d'habitant au niveau du bassin versant d'Oued Abiod est de 42 290 habitants, réparties à 80% sur les agglomérations avec une densité moyenne de 70 Hab/km². La densité et la répartition de la population au niveau du bassin versant objet de l'étude, sont représentés dans le tableau ci-joint :

Tableau 8 : répartition et densité de la population au niveau du bassin versant d'Oued Abiod

Commune	Surface (Km ²)	Population (recensement 2008)	Agglomération	Zones Eparses	Densité (hab/km ²)
Arris	15178	29299	23,963	2,230	172,57
Tighanimine	12724	4445	1,934	2,043	31,26
T'kout	18537	2840	10,475	670	60,12
Ghassira	23453	1726	5.884	986	29,29
Ichemoul	12367	2837	6,460	3,949	84,17
Inoughissene	7277	1143	2,629	1,174	56,38
Total	89536	42290	51,345	11,352	70,02
%			81,89	18,11	

(Haoues 2007)

La densité de population dans le bassin d'étude apparait nettement bien au niveau des Daïra ou les grandes agglomérations souvent mieux équipées en matière d'infrastructures et surtout proches des routes, facilitant ainsi leurs déplacements et favorisant leurs activités commerciales, s'ajoute à ceux-là la qualité des services offerts (santé, sécurité, éducation...). Donc la densité de la population est non seulement liée aux conditions physico-climatiques, mais aux contraintes socio-économiques.

5.2. L'agriculture

La surface agricole est estimée à 6466ha soit 42.60% de la surface totale, dont 659ha sont irrigués soit 10.19%, localisés principalement dans la vallée de L'Oued Abiod Evaluation par analyse multicritères du risque d'érosion dans la vallée de l'Oued Abiod (Haous2007).

Tableau 9 : répartitions des cultures au niveau du bassin versant d'Oued Abiod

Commune	Céréalicul e (ha)	Arboriculture (ha)	Culture maraichère (ha)
Arris	3300	636	179
Ichemoul	4200	594	127
Inoughissen	1300	252	68
T'kout	1700	324.5	215
Tighanimine	1000	277.5	114
Ghassira	700	191	84
Total	12200	2283	787

(Source : D.S.A.)

5.3. Industrie

Bien que la zone d'étude est à vocation agricole, il n'en reste pas moins que l'industrie garde sa part avec des entreprises publiques comme la minoterie semoulerie (SN.SEMPAC), la filature teinture (SONITEX), ou encore la quincaillerie, la carrière et la station de concassage d' Arris.

Tableau 10: La répartition des entreprises au niveau des 2 communes Arris et Ichnoul

Commune	Entreprises Communales	Entreprises Publiques	Entreprises privées
Arris	1	3	2
Ichemoul	1	2	5

(Haous 2007)

**CHAPITRE 2 : LES RESSOURCES EN EAU
AU NIVEAU DU BASSIN VERSANT D'OUED
ABIOD**

1. Hydrogéologie et les eaux souterraines

La détermination des caractéristiques hydrogéologiques est une opération indispensable pour la connaissance et l'identification des aquifères et la mise en valeur des potentialités hydriques de la région d'étude.

1.1. Aquifères d'eau souterraines

Le bassin versant Oued Abiod se situe au niveau du synclinal de Ghassira, qui repose sur trois aquifères, qui sont :

1.1.1. Aquifère du complexe Oligo-Eocène

L'aquifère est très hétérogène du point de vue lithologique les grès et poudingues Oligo-éocènes (Eocène supérieur-Oligocène) passent subitement à des calcaires gypseux (Eocène inférieur et moyen), les forages captant l'aquifère dans la périphérie du village Ghassira ont des débits qui varient de 0 à 20 l/s au maximum.

1.1.1. Aquifère du Maestrichtien

Il est formé par des calcaires perméables à porosité de fracture et de chenaux. La position structurale de ces calcaires dans le synclinal de Bouzina empêche tout accès avec machine à forage, ce qui les rend inexploitable. Au niveau du synclinal de Ghassira, plusieurs forages ont été réalisés sur les flancs du synclinal, mais aucun forage ne les atteint.

1.1.2. Aquifère du Quaternaire

L'aquifère du Quaternaire est formé par des alluvions actuelles et récentes qu'on rencontre au niveau de la vallée d'Oued Abiod (synclinal de Rhassira). Cet aquifère est très peu épais et ne fait l'objet que d'une exploitation par des puits utilisés par les paysans. Les débits sont généralement faibles. A Oued Abdi, plus de 300 puits ont été inventoriés, ce nombre faramineux surexploite la nappe ce qui se traduit par un assèchement d'un nombre de plus en plus élevé de puits et pour parer à cette situation, les agriculteurs approfondissent leurs ouvrages en creusant désespérément dans les marnes. Dans la vallée d'Oued Abiod la situation est semblable avec plus de 250 puits.

1.2. Ressources exploitables

Selon ANRH/ENERGOPROJEKT (2009), les ressources en eau du massif des Aurès à 14.1 Hm³/an. ANRH. Energoprojekt. Réalisation de la Carte des Ressources en Eau Souterraine du Nord de l'Algérie.

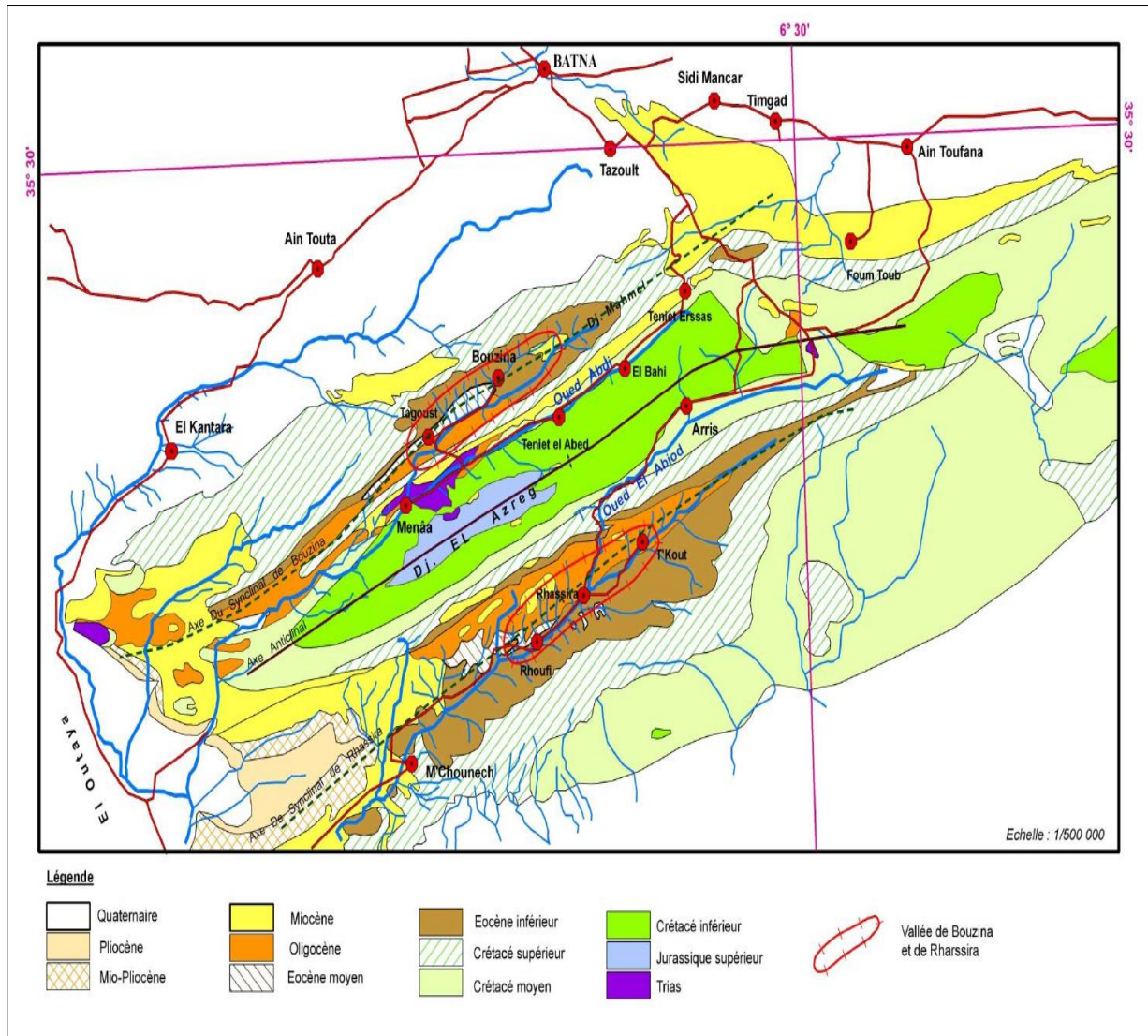


Figure 9 : Carte hydrogéologique du bassin versant Oued Abiod (<http://www.anrh.dz,2009>)

2. Les eaux superficielles

Le bassin versant d'oued Abiod est défini topographiquement par la surface délimitée et par la ligne des partages des eaux qui passe par les lignes des crêtes et les lignes des plus grandes pentes, autrement dit, c'est la surface drainée par un cour d'eau et ses affluents, en amont d'une section donnée, par conséquent tout écoulement se manifestant à l'intérieur de cette surface doit forcément traverser la section normale considérée et s'écouler vers l'aval jusqu'à l'exutoire du barrage de Foug El Gherza.

2.1. Les oueds

2.1.1. Oued Abiod

C'est l'oued le plus important du massif de l'Aurès. Entre 1950 et 1960, l'apport moyen était de 21,5 Mm³/an. Il alimente depuis 1950 le barrage de Foug el Gherza, d'une capacité initiale de 47 Mm³. Actuellement, le colmatage par les alluvions limite la capacité pour la réduire à 21 Mm³ et ne permettrait plus que d'irriguer quelques centaines d'hectares de céréales et de palmiers, principalement ceux de Sidi Okba (Bougouta,2012).

2.1.2. Oued El Attrous

Oued El Attrous (1640m), présente un profil assez régulier, interrompu par quelques légères ruptures de pentes annonçant les cours d'eau des hautes plaines semi-arides.

Ainsi la partie basse, présente une allure régulière traduisant l'amorce d'équilibre. On notera la présence de gros blocs dans le lit de l'Oued, due soit à un affleurement rocheux, soit à l'arrivée d'un affluent qui transporte des matériaux beaucoup plus gros que ceux transportés par l'Oued principal, ce qui traduit l'inexistence d'équilibre permanent (Aidoudi,2012).

2.1.3 Oued Zellatou

Au niveau d'Oued Zellatou (1940m), on constate de très fortes pentes révélant ainsi le caractère torrentiel de cet affluent, les pentes élevées dans la partie amont, ne sont réalisées que sur de brefs secteurs et sont à l'origine des crues exceptionnelles (Aidoudi 2012)

2.2 Les barrages

2.2.1 Le barrage de Foum El Gherza

Le barrage de Foum El Gherza à une capacité initiale de l'ordre de 47 Hm³ et une hauteur maximale de 73 m. Ce barrage est de type voûte à double courbure s'appuyant en Rive Gauche sur une Culée Poids, cette infrastructure est le produit du génie humain , en mariant savamment ces deux parties complexes. Ces deux parties qui sont la voûte de 126 m et la culée d'environ de 60 m de longueur (Krimil, 2008).

Tableau 11 : les caractéristiques du barrage de Foum el Gherza

Caractéristiques		Unité	Valeur
Type : voûte mince avec culée rive gauche		/	/
Altitude de la retenue maxima		M	195.65
Surface de la retenue au niveau maximum		Km ²	3.09
Capacité totale et utilisable du réservoir		Hm ³	47
Cote de plus hautes eaux		M	200.00
Hauteur maximale du barrage au dessus du talweg		M	65
Hauteur de la crête du barrage au dessus de la crête déversoir		M	4.35
Pente des parements amont et aval par rapport à la verticale		/	variable
Largeur maxima au niveau des fondations			11.48
Largeur au couronnement		m	3
Longueur au couronnement	Voûte	m	126
	culée	m	60
Volume du corps du barrage		m ³	40.000
Rayon de courbure		m	80

(Aidoudi 2012)

3. La demande en eau pour les différents secteurs consommateur d'eau

La demande en eau c'est la quantité d'eau qu'il faut mobiliser au niveau des ressources pour couvrir le « besoin », entre la demande et les besoins, s'intercalent les pertes ou gaspillage du système de mobilisation de la quantité d'eau de tel ou tel usage. (Dali, 2009)

La vallée de L'Oued Abiod est dotée d'une nappe phréatique bien exploitée, avec des forages, puits et sources utiles pour les différents besoins (alimentation en eau, irrigation...).

Tableau 12: les équipements hydrauliques de l'exploitation des ressources en eau souterraines au niveau du BV d'Oued Abiod

Commune	Forages	Puits	Sources d'eau
Arris	10	32	5
Tighanimine	2	14	6
T'kout	4	25	25
Ghassira	3	12	5
Ichemoul	5	23	13
Inoughissen	1	17	8
Total	25	123	62

(Source ;D.S.A Batna)

Selon les services d'hydrauliques, il existe 25 forages avec un débit variant entre 5 et 25 L/s suivant des profondeurs allant de 60 jusqu'à 250m au niveau de la zone d'étude. Quant aux puits, il y en a 123 avec une profondeur variante entre 8 et 15m, 90% de ces puits sont à usage agricole et les 10% restants, pour l'eau potable.

3.1 L'agriculture

La surface agricole est estimée à 6466ha soit 42.60% de la surface totale, dont 659ha sont irrigués soit 10.19% localisés principalement dans la vallée de L'Oued Abiod Evaluation par analyse multicritères du risque d'érosion dans la vallée de l'Oued Abiod (Haous, 2007).

Tableau 13 : Répartition de la S.A.U par commune

Commune	Surface (ha)	Population (habitants)	S.A.U (ha)	S.A.U irrigué	S.A.U (ha/habit)	S.A.U irrigué/habit
Arris	15178	29299	7666	520	0.2616	0.0177
Tighanimine	12724	4445	4376	200	0.5845	0.0450
T'kout	18537	12465	4230	300	0.3394	0.0241
Ghassira	23453	7682	3949	140	0.5141	0.0182
Ichemoul	12367	11655	7141	550	0.6127	0.0472
Inoughissen	2777	4586	3152	200	0.6873	0.0436

(Haoues 2007)

On constate que la S.A.U. est élevée dans les grandes communes (Arris, Ichemoul, T'kout)

Probablement pour répondre à leur besoins (surface étendue et population dense), par contre reste au-dessous de la moyenne dans les communes marginalisées par l'état et écartées des projets de développement (Ghassira, Inoughissen).

3.2. Industrie

Bien que la zone d'étude est qualifié de vocation agricole, il n'en reste pas moins que l'industrie garde sa part avec des entreprises publics comme la minoterie semoulerie (SN.SEMPAC), la filature teinture (SONITEX), ou encore la quincaillerie, la carrière et la station de concassage à Arris. Malgré sa petite part face à l'agriculture, l'industrie espère quand même gagner du terrain et diminuer le taux de chômage.

CHAPITRE 3 : PRESENTATION DU LOGICIEL WEAP21

1.Introction

Il existe plusieurs modèles pour la gestion des ressources en eau , le modèle WEAP a été choisi à cause de sa mise en œuvre simple et facile à manipuler pour la planification des ressources en eau et la disponibilité ,l'accessibilité et la flexibilité des paramètres qui le composent .

Il permet une intégration transparente des processus hydrologiques des bassins d'alimentation à la gestion des ressources en eau en prenant compte la demande en eau et les pertes dans le réseau de distribution cela correspond au sujet traité (Moktar ,2016)

2. Présentation du WEAP

Le logiciel WEAP est un outil basé sur l'approche intégrée dans la planification de l'exploitation des ressources en eau pour les micro-ordinateurs . Ce logiciel est distingué par son approche intégrée pour la simulation des systèmes d'eau et par l'orientation de sa politique (SEI , 2008)

2.1. Description du logiciel

WEAP ou « Water Evaluation And Planning System » est crée par L'Institut de l'Environnement de Stockholm (Stockholm Environment Institute : SEI) par les chercheurs : Jack Seiber , Water System Modeler ; Chris Swartz , associé de recherche et Annette Huber – Lee , directrice du programme des ressources en eau du SEI (Rakotondrabe F, 2007). WEAP est déjà appliqué dans divers pays y compris : les Etats Unis, le Mexique, le Brésil , l'Allemagne, le Ghana, le Burkina Faso, Kenya, Afrique du Sud, Mozambique, Egypte , Oman, Asie Centrale, Inde, la Chine, Koree du Sud, et Thaïlande (SEI , 2008)

2.2. Acquisition du logiciel

Pour acquérir le logiciel, il faut aller dans le site web de WEAP sur le lien <http://www.weap21.org> et remplir le formulaire. Ensuite, un lien est obtenu par email marqué lors du remplissage. On téléchargera le logiciel à partir de ce lien. Après l'installation, le logiciel obtenu est fonctionnel excepté le dispositif « économiser données ». Mais si on veut que ce dispositif fonctionne, il faut obtenir un permis ou licence d'utilisation pour les types d'utilisateur. En effet, un nom d'utilisateur et un code d'enregistrement sont demandés au démarrage du logiciel. Le permis d'utilisation est validé pour une durée déterminée (Adrrianarivony,2016).

2.3 Les principaux objectifs du logiciel

WEAP place l'évaluation des problèmes spécifiques de l'eau dans un cadre global. Il intègre plusieurs dimensions : entre les besoins et l'approvisionnement, entre la quantité et la qualité de l'eau, et entre les objectifs de développement économique et les contraintes environnementales.

Les objectifs de ce système d'évaluation et de planification de l'eau (WEAP) sont :

- D'incorporer ces dimensions dans un outil pratique pour des ressources d'eau avec la projection future .
- D'examiner des stratégies alternatives de développement et de gestion de l'eau
- De fournir un système de base de données pour la demande ou besoin en eau et les informations de maintien d'approvisionnement.
- De prévoir certaines situations des ressources en eau en simulant la demande, les ressources exploitables, les écoulements et stockage, et les sources de pollutions, les traitements et décharges.
- D'analyser le développement socio-économique en évaluant une gamme complète des options de développement et de gestion de l'eau, et en tenant compte des utilisations multiples et concurrentes des systèmes aquatiques (Messahel , 2005)

2.4 Structure du logiciel WEAP

Le logiciel WEAP est structuré comme un ensemble de cinq fenêtres différentes :

Schéma (présentation graphique et cartographique), Données, Résultats, Schémas Synoptiques et notes . Ces vues sont répertoriées sous forme d'icônes graphiques dans la barre d'affichage, située à gauche de l'écran . Ces cinq fenêtres sont présentées dans la figure ci-dessous (fig.10, a ,b,c,d ,e.) (SEI, 2008)

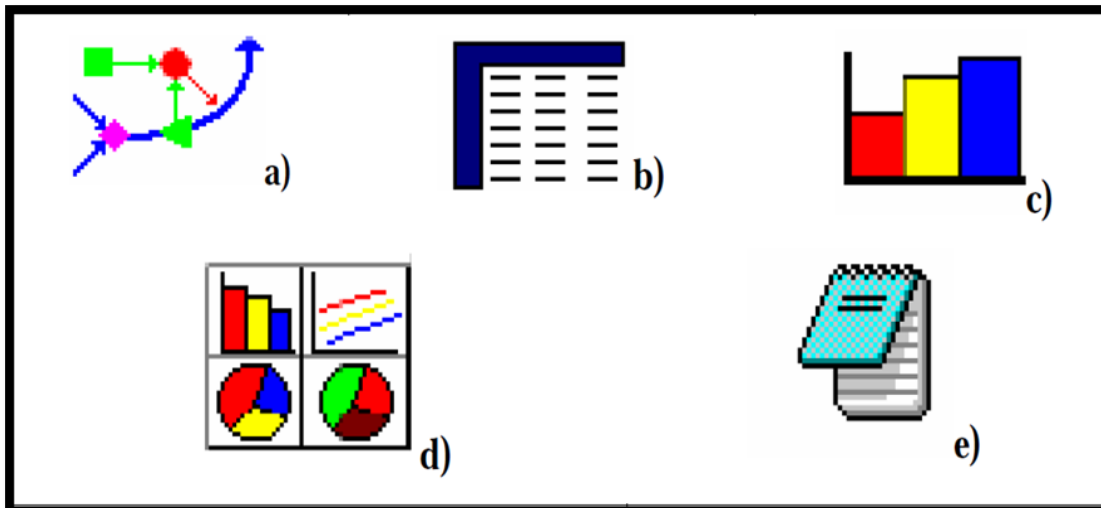


Figure 10:les cinq affichages du WEAP (SERGMA , 2015).

2.4.1 La cartographie

C'est le point de départ pour toute activités dans le logiciel (fig.10a). Elle sert à créer, éditer ou aussi ajouter des couches ArcView ou d'autres SIG standard de la zone d'étude comme couche de fond. Ainsi, on peut accéder rapidement à l'analyse des données et à l'affichage des résultats pour n'importe quel nœud en cliquant sur l'objet qui nous intéresse. Les objets sont montrés dans la 2ème fenêtre gauche avec les signes conventionnels utilisés (Fig.11.) (Rakatondrabe, 2007)

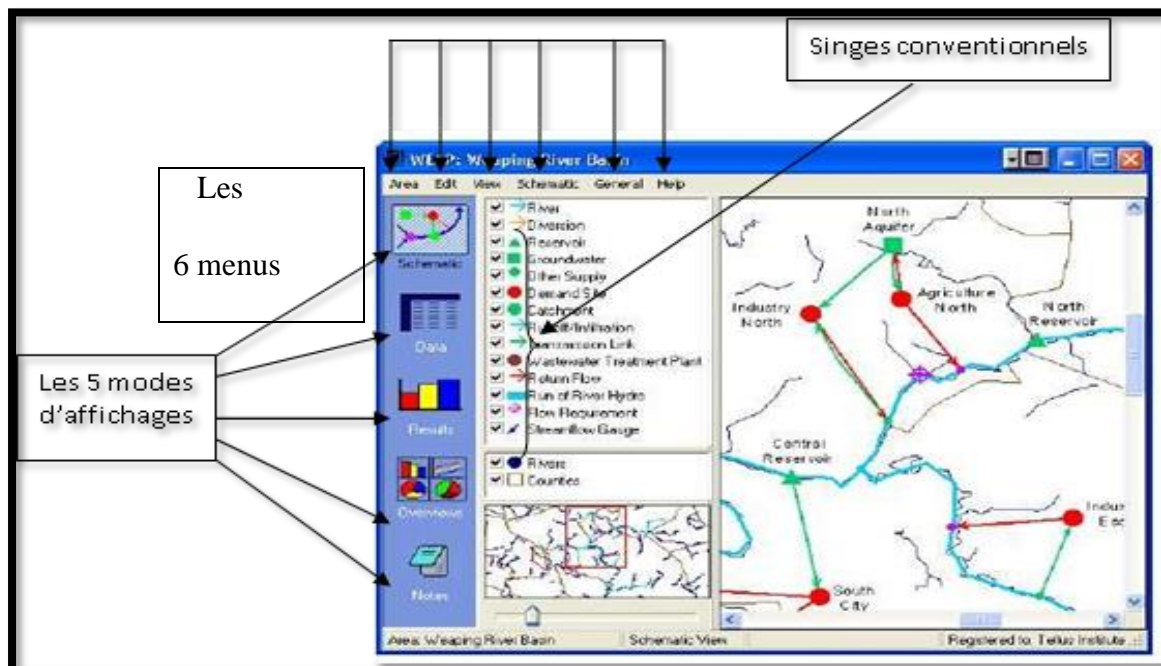


Figure 11:fenêtre cartographie WEAP (Rakatondrabe, 2007).

2.4.2. Base de données

C'est l'emplacement de la création de des structures, du modèle et des suppositions de données (Fig.10b).

Pour l'affichage des données, l'écran est divisé en quatre cases (Fig.12.)

i. Sur la partie supérieure, un lien hiérarchique (menu lien) est utilisé pour créer et organiser des structures de données dans six suppositions principales :

-Clé principale

-Sites de demandes

-Hydrologie

-Approvisionnement et ressources

-Qualité de l'eau

-Autres suppositions

Exemple : en cliquant sur<<site de demandes>> sur la branche lien du côté gauche de l'écran, les données pour tous les emplacements de demande apparaissent sur le côté droit de l'écran.

ii. Sur la partie inférieure gauche, un schéma de secteur apparaît. En cliquant sur l'élément qui apparaît sur le schéma, il sera accentué dans le lien et des données apparaissent dans les tables de saisie de données sur la droite .

En cliquant sur une branche dans le lien, l'élément associé clignote brièvement.

iii. Sur la partie supérieure droite, une table de saisie des données apparaît . Elle permet d'écrire les expressions définissant les comptes courants pour éditer les données et pour créer les modèles des rapports.

Sur la partie supérieure du tableau de saisie de données, un ensemble de boutons donnent l'accès aux différentes catégories de variantes liées à chaque branche.

i.v. Au-dessus du tableau de saisie des données, un cadre de résultats apparaît qui représente graphiquement les données saisies sur la table de saisie des données.

Sur le côté droit, une barre d'outils permet de changer la forme du diagramme (couleurs, effet 3D, grilles, nombre de positions décimales etc...)

Les données numériques peuvent être transférées directement dans Microsoft Excel (Rakatondrabe, 2007).

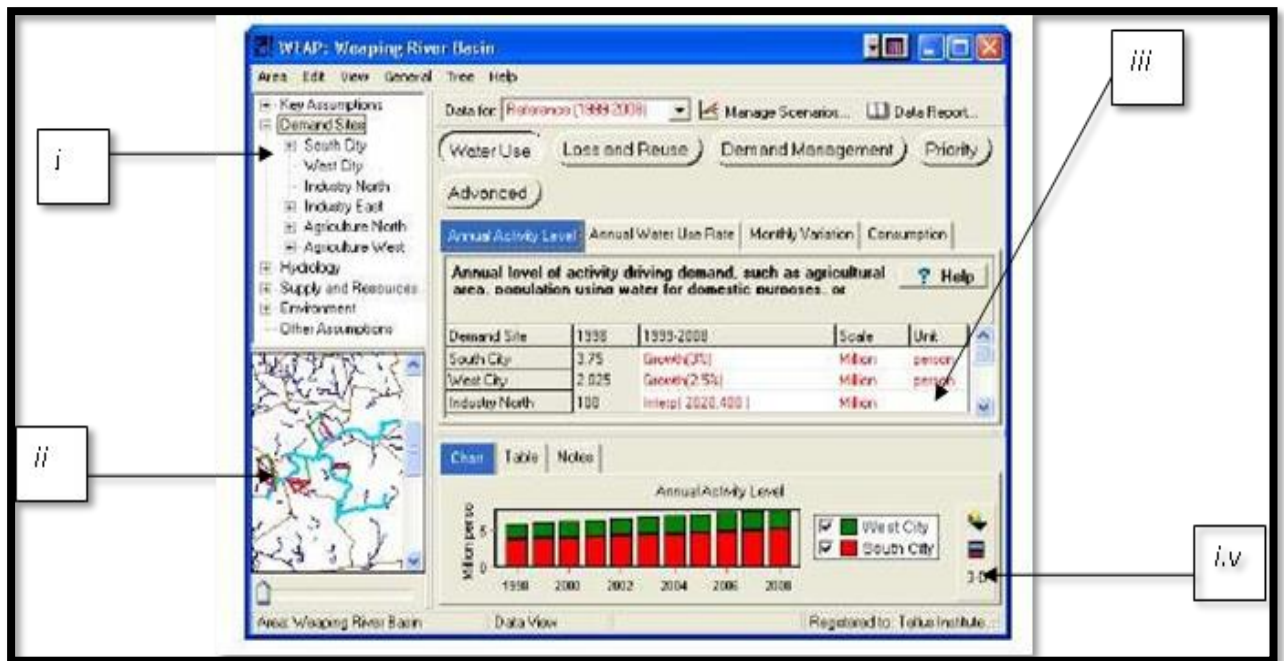


Figure 12:Fenêtre de base de données(Rakatondrabe, 2007).

2.4.3. Présentation des résultats

C'est un menu qui permet un affichage détaillé et flexible des sorties du modèle (fig .10c.) dans des graphiques et des tableaux et dans le schéma. Cette présentation peut montrer une grande variété de diagrammes et de tables couvrant chaque aspect du système : demandes, approvisionnement et chargements environnementaux (Rakatondrabe, 2007).

2.4.4. Représentation graphique

La représentation graphique (fig.10d.) est employée pour grouper l'ensemble des diagrammes "Favoris" et les tables (créés dans le menu résultat). Avec cette représentation, on peut examiner simultanément les différents aspects importants du système, tels que les demandes, le niveau de stockage, Les graphes peuvent être copiés dans Word (Rakatondrabe, 2007).

2.4.5. Bloc-Notes

La vue Note (fig.10e.) offre une place pour documenter les données, les hypothèses et les références. C'est un outil simple de traitement de texte et permet d'importer les notes vers le texte (Microsoft Word) (ANDRIANARIVONY, 2016).

2.5. Fonctionnement du logiciel

2.5.1. Crée une zone d'étude

Dans cette étape, le principe est de créer une carte de la zone d'étude. On peut utiliser des logiciels de traitement cartographique (SIG), en particulier Arc Wiew pour créer des cartes.

Ces cartes utilisent comme image de fond des éléments de simulation tels que : Les emplacements urbains , les rivières , les sources d'eau souterraines , les réservoirs , les barrages , Les sites agricoles et industriels, Et d'autres éléments spécifiques à l'étude .(Messahel , 2005)

2.5.2 Crée les hypothèses clés et les références

Le logiciel est capable de faire une simulation basée sur :

Le calcul de la demande et l'approvisionnement en eau , l'écoulement , l'infiltration, Le stockage et le traitement de la pollution, La qualité de l'eau etc...

Il est donc impératif de créer la base de données sur les différentes hypothèses clés et les différents scénarii. (Messahel , 2005)

A. Hypothèses clés

Il s'agit de variables définies par l'utilisation du logiciel qui servent de clés principales pour faire l'analyse.

Dans notre étude, nous avons choisi quatre (4) hypothèses clés servant de données de base pour le logiciel :

- Utilisation d'eau domestique,
- Besoins en eau pour l'irrigation,
- Pourcentage mensuel d'utilisation d'eau d'irrigation.
- La demande en eau pour l'année du scénario futur(Messahel , 2005).

B. Références

Il est impératif d'avoir une année ou une période de référence. Toutes les données utilisées doivent être comprises dans cette période de référence (Messahel , 2005).

2.5.3 Proposition de scénarios

Dans WEAP, le scénario typique se compose de 3 étapes :

- Une année de compte courant choisie comme année de référence du modèle (on y ajoutera les données ou une période).

-Un scénario de référence établi à partir du compte courant (servant à simuler l'évolution probable du système sans interposition)

-D'autres scénarios pour évaluer d'éventuels effets des changements socio-économiques ou climatiques pour l'année ou le projet future (Messahel , 2005).

2.5.4 Saisir les données

On commence par créer les éléments dans la zone d'études (emplacements urbains, industriels, élevages...).

Les données sont ensuite saisies :

-Soit en cliquant à droite

-Soit en passant dans le menu d'affichage de la base de données. (Messahel , 2005).

2.5.5 Présenter les résultats

Les résultats se présentent sous forme de graphe et(ou) de tableau. On devra comparer deux résultats :

-Ceux de l'année de référence.

-A ceux de l'année du scénario des changements climatiques. (Messahel , 2005).

3. Application du modèle « WEAP21 » sur le bassin versant Oued Abiod

L'acquisition des données à simuler constitue l'étape primordiale dans la réalisation de la modélisation dans le logiciel WEAP. Les données utilisées ici sont récoltées à partir d'une étude menée en 2010.

3.1. Présentation des données

3.1.1. Présentation cartographique du modèle

Le modèle cartographique du bassin versant créé avec WEAP est présenté par la figure 13 ci-dessous.

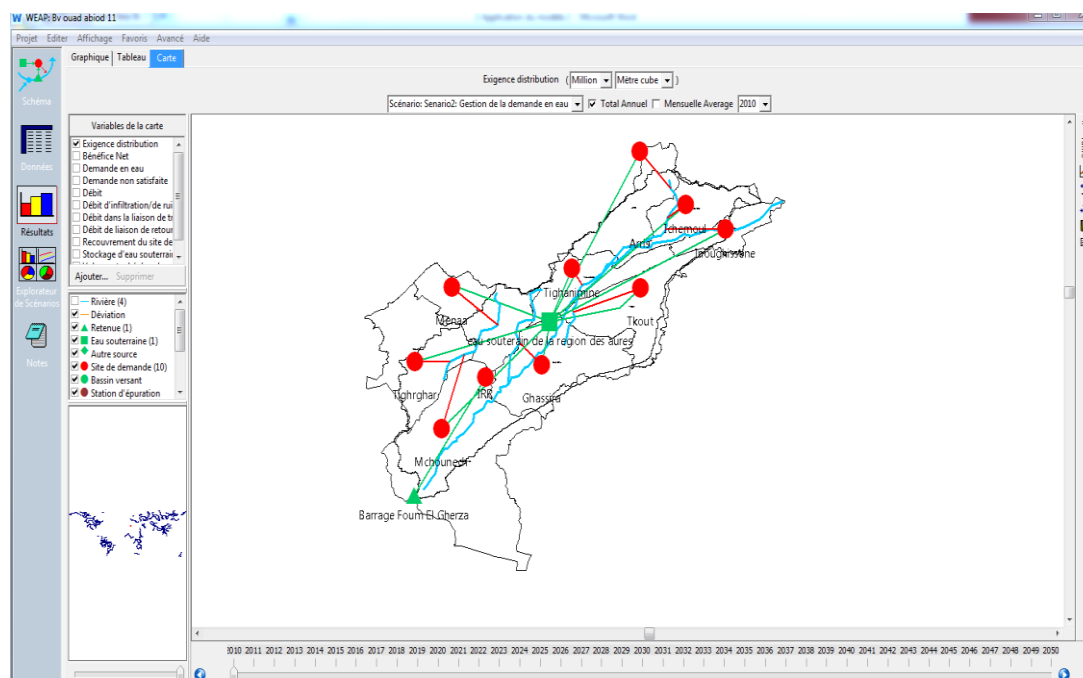


Figure 13:Le bassin versant Oued Abiod avec les éléments de la modélisation par WEAP.

3.1.2. Sites de demande

Les données à entrer dans les sites de demande sont :

- Le niveau d'activité annuelle représentant le nombre des personnes, des animaux et la surface cultivée consommateurs d'eau.
- La consommation d'eau annuelle ou la consommation d'eau par unité d'activité.
- La variation mensuelle ou la part mensuelle de la demande annuelle.
- La consommation représentant le pourcentage de débit disparu dans le système.

Les sites de demande avec leurs informations respectives sont présentés dans le tableau 14 ci- après.

Tableau 14 : sites de demandes avec les informations qu'on à utiliser dans le logiciel WEAP.

Site de demande	Niveau d'activité annuelle	Consommation d'eau annuelle	Variation mensuelle
Population	104488 hab.	93.42 m ³ /hab./an	/
Agriculture	38025 ha	5100 m ³ /ha/an	Proportionnelle au nombre de jours dans un mois

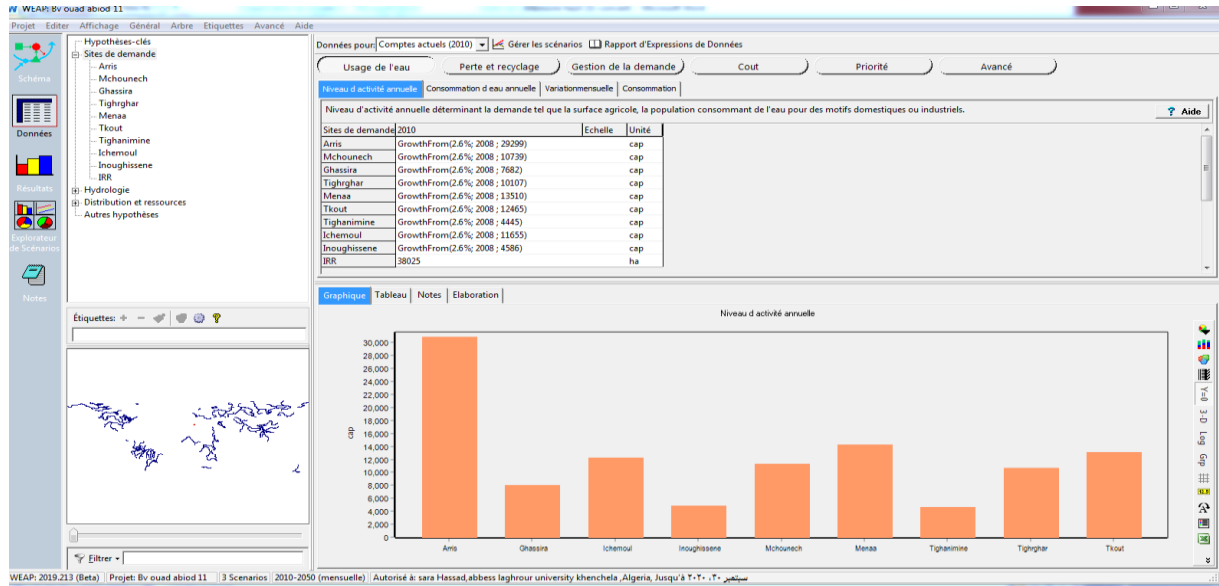


Figure 14: Niveau d'activité annuelle de chaque site de demande sur WEAP.

3.1.3. Eaux de surface disponibles

Les données des eaux superficielles au niveau du bassin versant objet d'étude qui seront introduite sur WEAP pour ce projet concerne Oued Abiod qui est l'unique oued permanent du bassin ainsi que les données du barrage de Foum El Gherza.

Tableau 15: Oued Abiod et son débit annuel.

Oued	Débit annuel(Mm ³ /an)
El Abiod	11.20

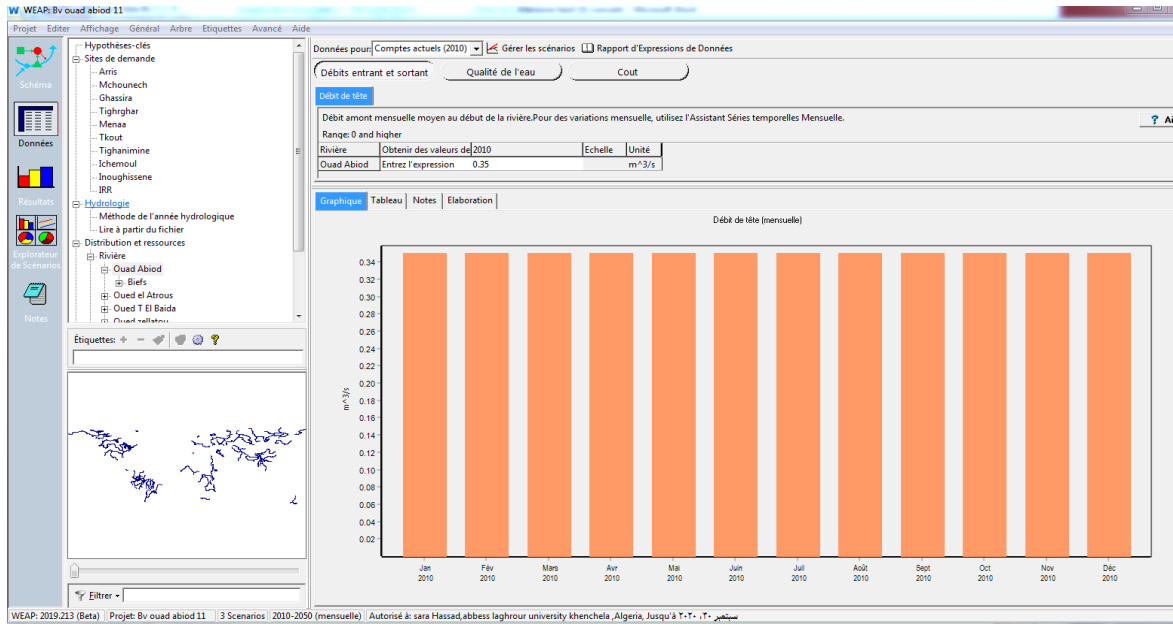


Figure 15: Débit en amont de Oued Abiod sur WEAP (capture d'écran).

Tableau 16 : Débit et la capacité de stockage des barrages de Foum El Gherza

Barrage	Débit (m ³ /s)	Capacité de stockage (Mm ³)
Foum El Gherza	0.67	47

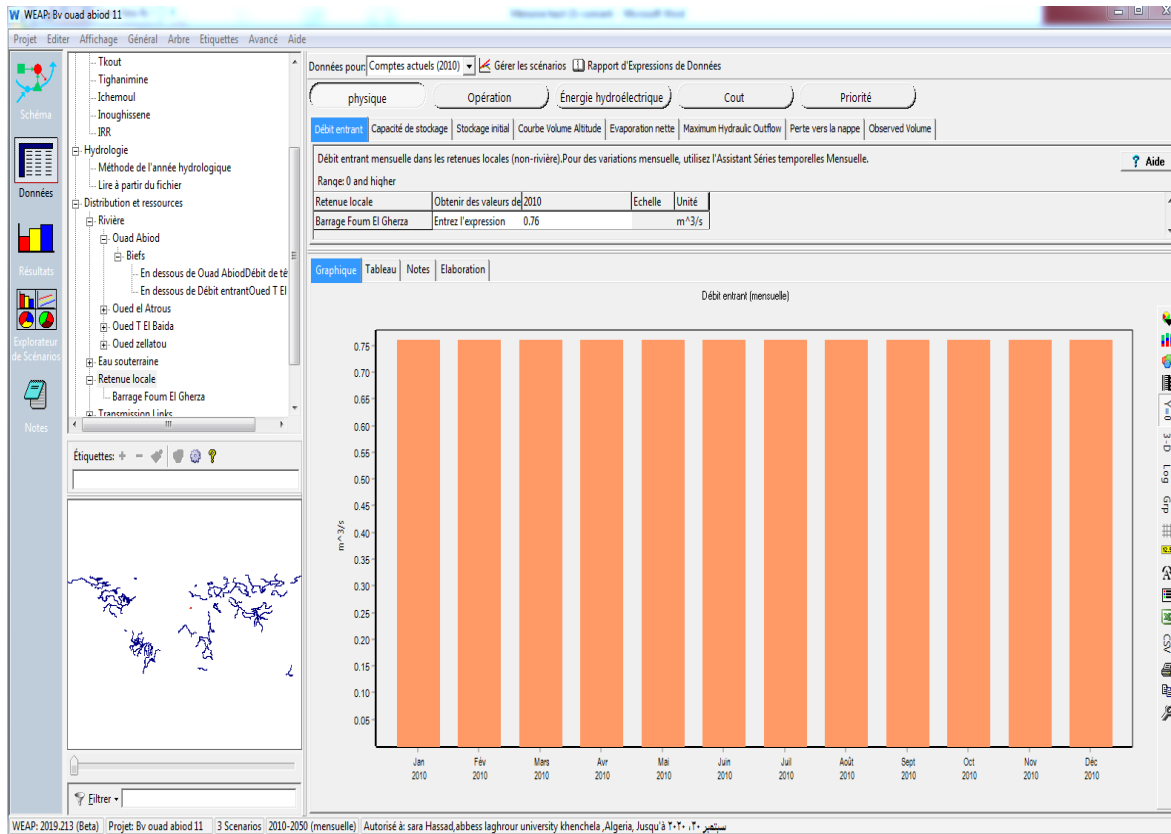


Figure 16: Débits entrant du barrage Fom El Gherza sur WEAP (Capture d'écran).

3.1.4. Eaux souterraines disponibles

D'après une étude réalisée par l'ANRH Le potentiel des eaux souterraines au niveau du sous-sol du bassin versant d'Oued Abiod est 14.1 Hm³/an.

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Création des scénarios

1.1. Scénario Référence

Le scenario de référence est établie à partir du compte actuel(2010), dans lequel toutes les données de base sont introduites, pour simuler la même évolution du système sans intervention humaine. Pour notre étude le scenario de référence couvre la période (2011-2050). Nous préservons les paramètres des structures déjà existantes en 2010 pour les comparer avec les autres scenarios modifiés.

1.1.1. Demande en eau des différents sites

La demande en eau dans l'horizon (2010-2050) pour l'ensemble des sites de demande est présentée dans la figure 17 ci-après.

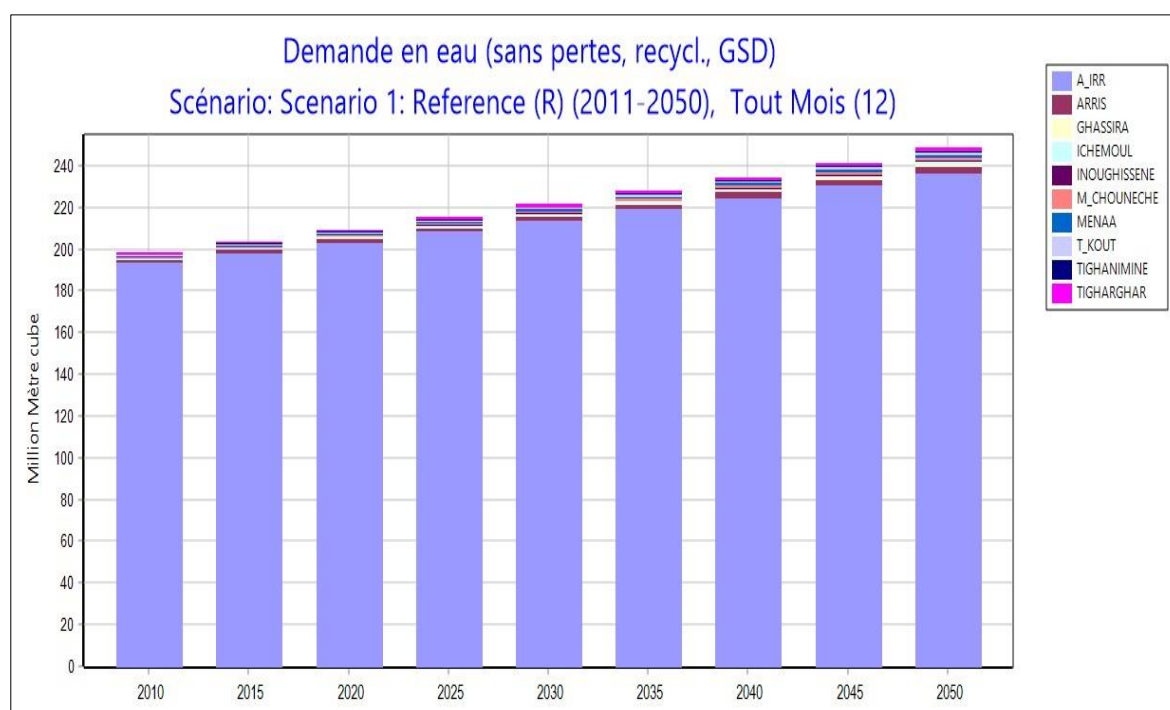


Figure 17: Demande en eau pour l'ensemble des sites de demande au niveau du bassin versant Oued Abiod pour le scénario Référence.

D'après cette présentation graphique on observe une augmentation de la demande en eau pour les années à venir dans ce scenario. La demande en 2050 arrive jusqu'à 250 millionsm³, soit une augmentation de 25%.

1.1.2. Exigence de distribution

L'exigence de distribution représente sur WEAP la demande en eau avec les pertes des réseaux de distribution pour l'AEP et pour L'IRR. Elle est présentée par la figure 18 ci-dessous.

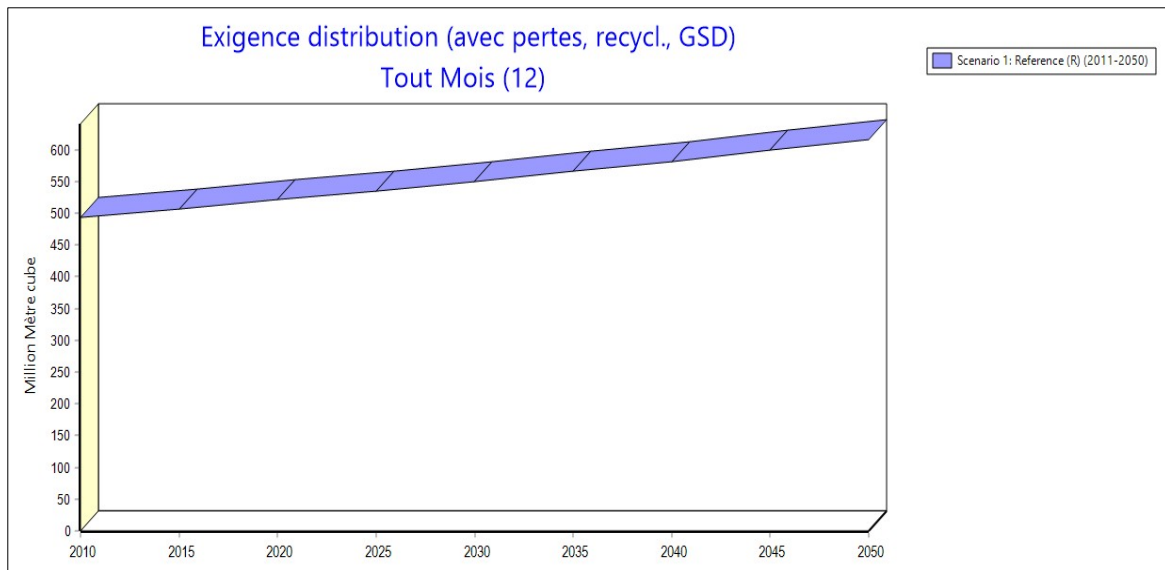


Figure 18:Exigence de distribution de l'ensemble des sites de demande au niveau du bassin versant Oued Abiod pour le scenario référence.

Pour le scenario référence (2011-2050), l'exigence de distribution augmente d'une façon signifiante. Elle passe de 490 Million m³ jusqu'à 610 millions m³. Soit presque 20% de l'exigence en eau est perdue dans les réseaux de distributions.

1.1.3 Répartition de la demande en eau par secteur

La figure ci-dessous (figure 19) présente l'exigence de distribution de chaque site de demande dans le scenario référence.

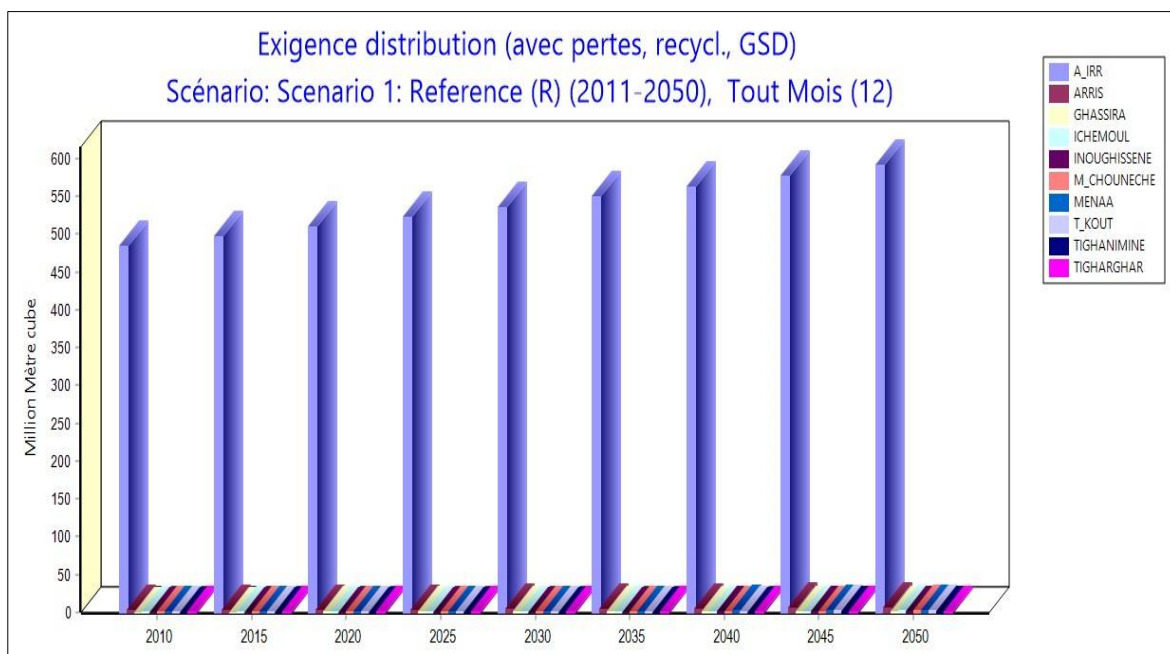


Figure 19 : Exigence de distribution de chaque branche scenario Référence

D'après la présentation graphique on observe que l'irrigation des surfaces agricoles présente le grand secteur consommateur d'eau dans le bassin versant Oued Abiod dans le scénario référence. La consommation passe de 480 millions m³ en 2010 jusqu'à 590 millions m³ en 2050 (environ 19%).

1.1.3. Demande non satisfaite

La figure ci-dessous (figure 20) présente la demande non satisfaite pour le scénario référence.

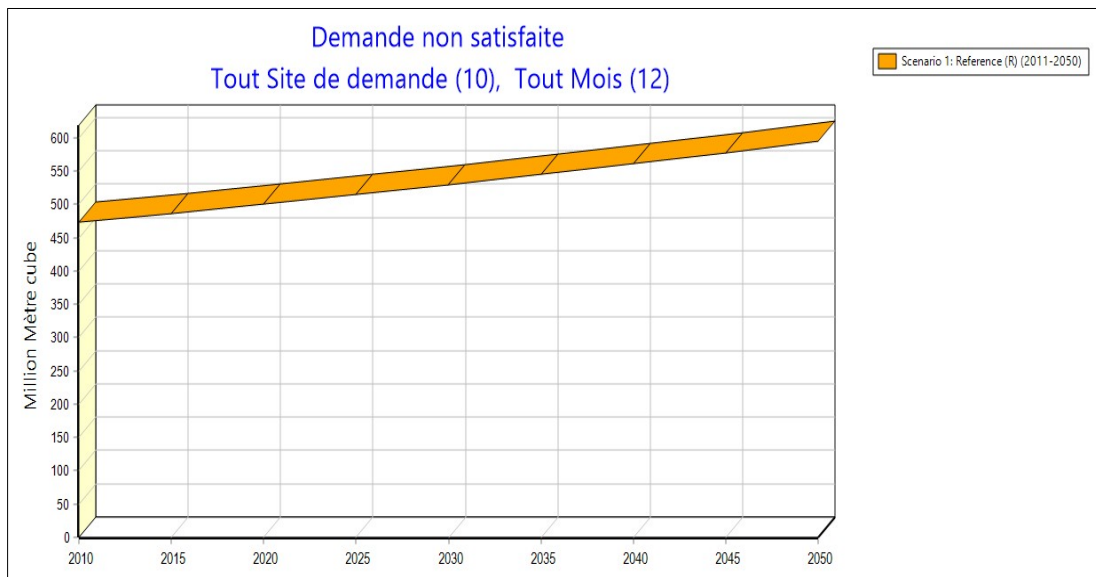


Figure 20: demande non satisfaite du scénario référence au niveau du bassin versant Oued Abiod

D'après le graphe, la demande non satisfaite augmentera dans les années à venir pour le scénario Référence. La demande non satisfaite en 2050 atteindra environ 585 millions m³. Plus de 23% de la demande non satisfaite est perdue à travers les pertes d'eau au niveau des réseaux de distributions.

1.2 Scénario gestion de la demande

Pour avoir un aperçu sur le futur, on a créé un nouveau scénario de même durée que le scénario de référence. Ce scénario consiste à diminuer les pertes dans les réseaux de distribution, afin d'assurer une bonne gestion de l'approvisionnement en eau.

- Une baisse au niveau des pertes dans le réseau de distribution des eaux potables de 50% en 2010 à 20% en 2050.
- Une baisse au niveau des eaux d'irrigation des surfaces agricoles de 60% en 2010 à 20% en 2050 par l'utilisation des techniques plus économiques en citant par exemple le passage à

une irrigation par goutte à goutte.

1.2.1 Demande en eau des différents sites

La figure ci-dessous (figure 21) présente la demande en eau pour l'ensemble des sites

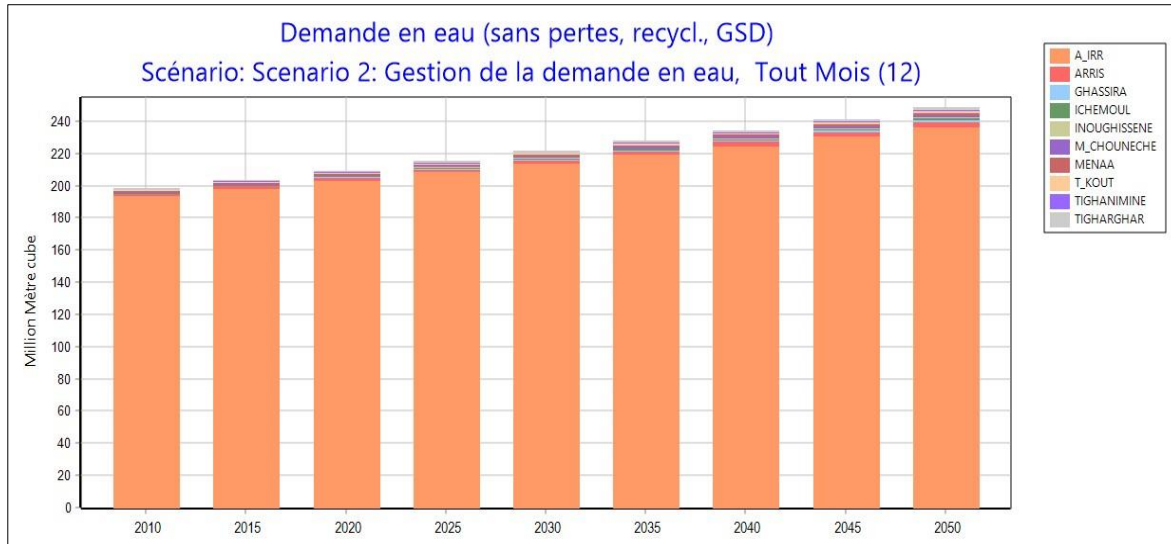


Figure 21: demande en eau pour l'ensemble des sites (scenario de gestion de la demande).

D'après cette présentation graphique on observe une augmentation de la demande en eau pour les années à venir dans ce scénario. La demande en 2050 arrive jusqu'à 250 millions m^3 , soit une augmentation de 25%.

1.2.2 Exigence de distribution

L'exigence de distribution représente sur WEAP la demande en eau avec les pertes des réseaux de distribution pour l'AEP et pour L'IRR. Elle est présentée par la figure 22 ci-dessous.

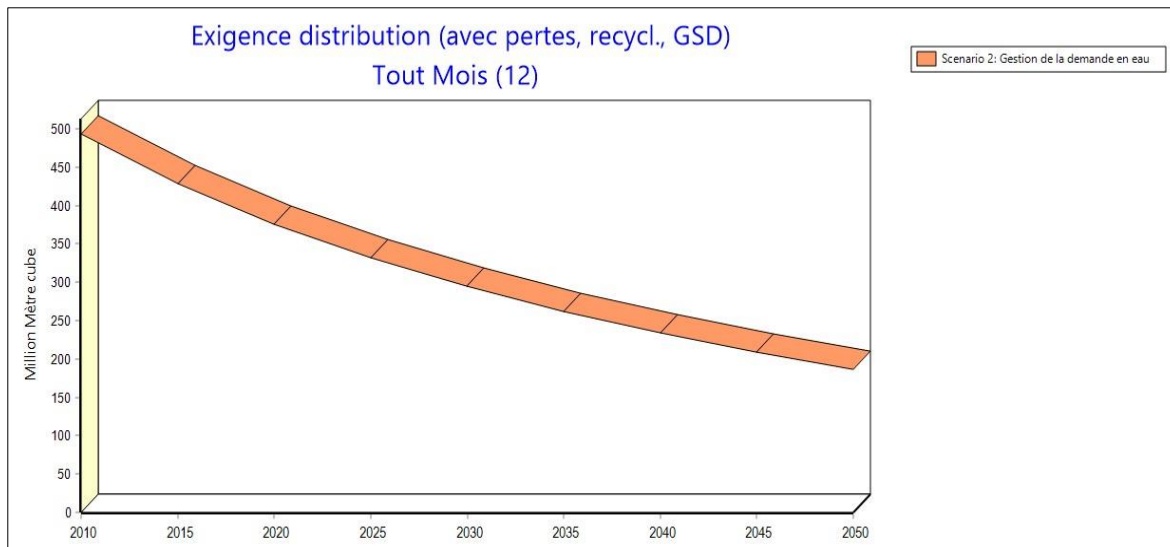


Figure 22: Exigence de distribution de l'ensemble des sites (Scenario gestion de la demande).

Pour le scenario gestion de la demande (2011-2050), l'exigence de distribution diminue d'une façon remarquable. Elle baisse de 490 Million m³ jusqu'à 180. Soit presque 60 %, même si la demande en eau augmente dans ce scenario.

1.2.3 Répartition de la demande en eau par secteur

L'exigence de distribution de chaque site de demande dans le scénario Gestion de la demande est présentée dans la figure 23 ci-dessous.

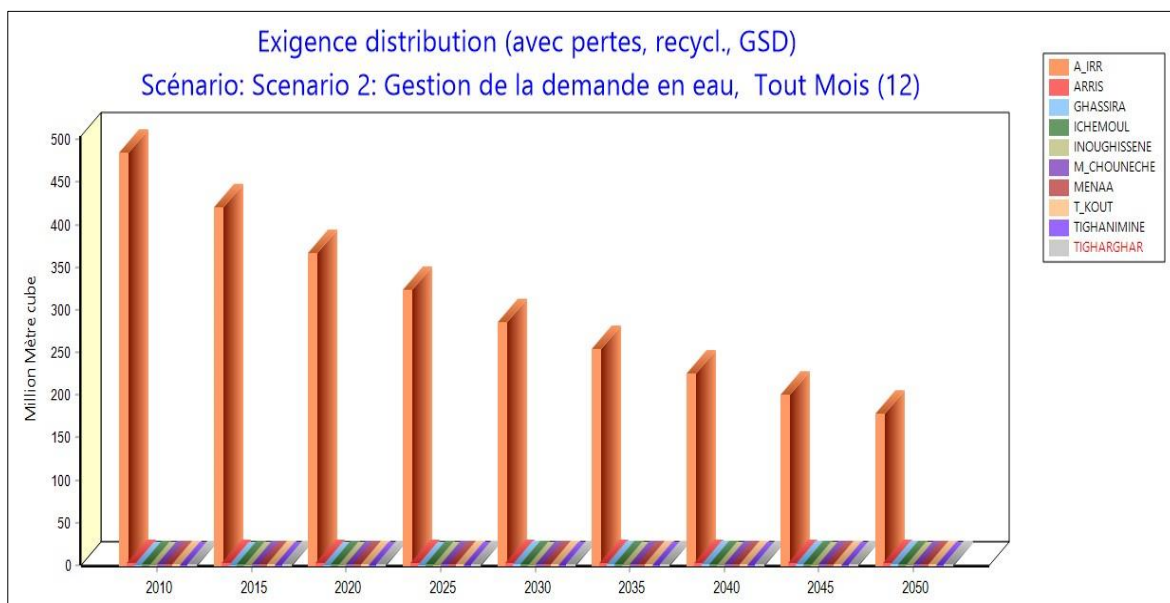


Figure 23: Exigence de distribution de chaque branche scenario gestion de la demande.

Dans cette présentation graphique on observe que l'irrigation restera toujours le secteur le plus consommateur d'eau dans le région du B.V Oued Abiod avec une 490 million mètre cube en 2010 et qui diminue jusqu'à 177 million mètre cube . Soit une différence de 310 millions mètre cube.

1.2.4 Demande non satisfaite

La demande non satisfaite de chaque site de demande est présentée par la figure 24 ci-dessous.

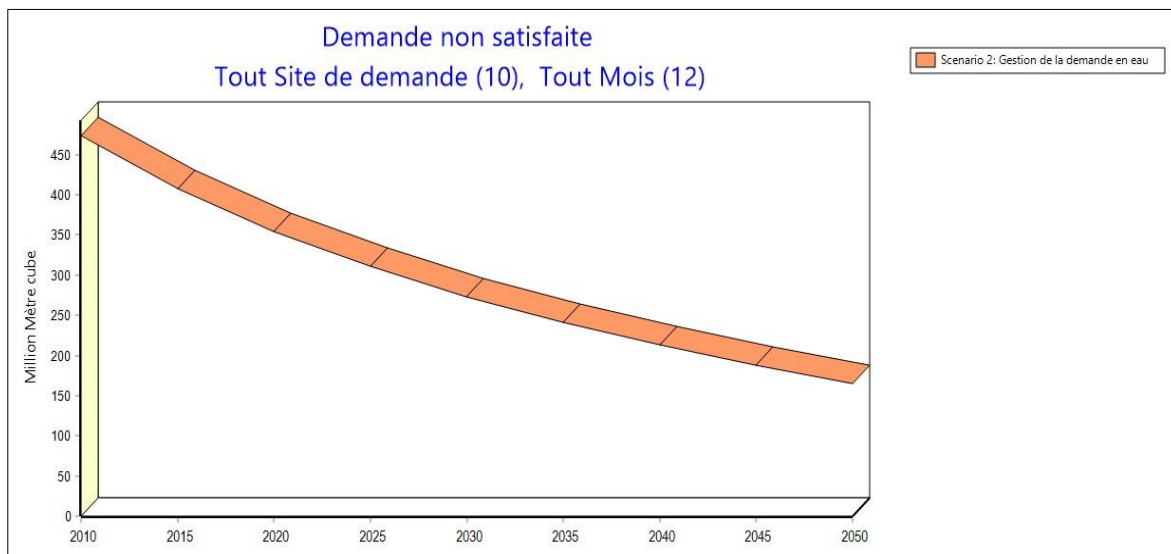


Figure 24: Demande non satisfaite de l'ensemble des sites (scénario Gestion de la demande).

D'après le graphique, la demande non satisfaite diminue dans les années prochaines -pour le scénario gestion de la demande et passe de 473 millions mètre cube à 159 million m³, soit une baisse d'environ 70%.

CONCLUSION GENERALE

Le travail exposé dans cette thèse vise à utiliser le logiciel WEAP pour essayer d'établir un plan de gestion des ressources en eau dans le bassin versant de Oued Labiod , en tenant compte de la réduction des pertes dans le réseau et la gestion de la demande en eau dans un futur proche .

Le bassin versant de Oued Abiod est l'un des grands bassins du massifs d'Aurès avec une superficie de 1300km². Un climat semi-aride à aride avec des précipitations d'environ 150 – 450 mm . Au Nord l'évapotranspiration présente 84% à 92% des précipitations .

La région d'étude présente des ressources en eau souterraines importantes. Représentée par trois unités aquifères :

- La nappe du complexe Oligo-Eocène.
- La nappe du Maestrichtien.
- La nappe du Quaternaire .

Les ressources en eaux superficielles sont présentées par un Oued principale :

Oued Labiod. Ainsi que le barrage de Foug El Gherza.

La zone est composée de 9 communes : Arris, Ichemoul ,Mchouneche , Menaâ , Tighanimine , Tigharghar , Ghassira , Inoughissene , T'kout.

L'évaluation de l'offre et de la demande dans la région d'étude par WEAP à été faite à partir de deux scénarios :

Dans le scénario référence nous avons gardé le même rythme du compte actuel (2010) sans intervention des acteurs ou une altération des pertes. un deuxième scénario de gestion de la demande consiste à diminuer les pertes dans le réseau de distribution à 20% et assurer une bonne gestion des ressources en eau au cours du temps . Ces derniers sont étudiés à l'horizon (2011-2050) .

Les résultats du scénario référence (R) pour l'horizon (2011-2050) montrent une augmentation de la demande en eau, ainsi que l'exigence en distribution, d'où les ressources sont exploitées d'une manière croissante dans les années à venir surtout l'irrigation des surfaces agricoles qui est le grand consommateur d'eau ,Ainsi que l'augmentation de la demande en eau potable, pour répondre aux besoins de la population . Donc les ressources en eau iront vers la diminution ou l'épuisement de certaines sources non renouvelables.

Pour le scénario gestion de la demande d'horizon (2011-2050) les résultats sont optimistes et s'améliorent au cours du temps et répondent aux objectifs essentiels de cette étude : D'une part la gestion de la demande en eau d'irrigation et la demande en eau potable même si la demande en eau pour la population et l'agriculture continuent à s'augmenter dans les années avenir et à la garantie de garder toujours un stock d'eau d'autre part .

Les résultats de cette étude à partir des scénarios de modèle WEAP sont intéressants et pour cela l'état doit avoir des compétences pour accomplir et appliquer une nouvelle politique de gestion rationnelle de la demande en eau en prenant en compte tous les aspects économiques par la lutte contre les fuites et le gaspillage de l'eau « Le temps de l'eau facile est terminé »Loïc Fauchon et à la maîtrise de la demande en eau de tous usages (d'eau potable , dans l'industrie et l'agriculture) en citant par exemple le passage à une irrigation par le goutte à goutte plus économe . D'autre part le principe écologique est très important parce que l'eau est une ressource rare et un bien collectif à protéger contre tout type de pollution et assurer sa disponibilité en bonne qualité et bien sûr la continuité des investissements et une bonne gestion et management des ressources en eau avec une législation adéquate et retenir que L'eau est l'affaire de tout le monde.

Dans ce cadre les résultats de l'application de WEAP sont très satisfaisants d'où les perspectives d'utiliser le modèle pour d'autres bassins versants.

Référence Bibliographique

Aidoudi L .(2012). Etude du bilan hydrologique de la retenue du barrage Foug El Gherza (Wilaya de Biskra) .Mémoire de magister . Univ Mohamed khider-biskra ,141p

Andrianarivony A. (2016). Modélisation hydrologique par WEAP21 pour une gestion intégrée des ressources en eau : cas du bassin versant de la Lokoho (Nord-est de Madagascar), Mémoire du Master en ingénierie minière, Univ d'Antananarivo, 106p.

Bougouta F. (2012). Ressources et Essai de Gestion des eaux dans le Zab Est de Biskra, mémoire de magistère, université Badji Mokhtar-Annaba, 172 p.

D.S.A Batna.(2005) .Direction des Services Agricoles ,Dossier de l'agriculture ,Wilaya de Batna .

Dali N. (2009). Ressources et gestion intégrée des eaux du bassin de gareat El Tarf (W. Khenchela). Mémoire de MAGISTER en hydrogéologie, université Badji Mokhtar-Annaba, 155p.

Fartas F, Marouf N. Remini, Bualem.(2007).Quantification du transport solide en suspension dans l'Oued Labiod – conséquence sur l'envasement du barrage de Foug el Gherza (Algerie)

Hachemi A .(2017). Contribution à l'étude des crues de Oued Abiod (Biskra) . thèse de doctorat .Université Mohamed Khider-biskra, 127p

Hamel A . (2009). Hydrogéologie des systèmes aquifères en pays montagneux a climat semi-aride cas de la vallée d'Oued Abiod (Aures) . Mémoire de magistère, Université Mentouri -Constantine ,231p

Haoues C . (2007). Evaluation par analyse multicritères du risque d'érosion dans la vallée de l'Oued labiod (approche systématique) . Thèse de doctorat , Univ Colonel El Hadj Lakhdar -Batna , 132p

Krimil F .(2009).Essai de modélisation de de la gestion du barrage foug el Gherza (wilaya de Biskra) . Thèse de magister. Univ El Hadj Lakhdar -batna ,130p

Messahel M. (2005). Efficience des systèmes d'irrigation en Algérie. Communication dans le cadre de la 5ème Journée de recherche en sciences sociales à AgroSup Dijon, les 8 et 9 décembre 2011. France.

Moktar Y .(2016). Optimisation de l'allocation des eaux de surface dans une vision prospective : application de modèle WEAP21 dans la vallée du Sourou au Burkina Faso . Mémoire du master en ingénieur de l'eau . Institut International d'ingénierie -Ouagadougou . Burkina Faso,78p

RAKOTONDRABE F. (2007) : Etude de la vulnérabilité des ressources en eau aux changements climatiques, modélisation par le logiciel WEAP 21 : cas du bassin versant de Morondava (Sud-ouest de Madagascar). Mémoire d'études approfondies spécialité hydrogéologie. Spécialité hydrogéologie. Ecole supérieure polytechnique - Antananarivo. Madagascar,113p

Rezki Z.(2013) . Caractérisation des crues de Oued Abiod au droite de la retenue du barrage de Foum El Gherza Biskra . Thèse de master . Univ Mohamed Khider-Biskra ,107p

Sergma A .(2016). Optimisation de la gestion du petit et moyen hydraulique en zone de montagne, cas du périmètre de KACHOUT (Wilaya de Mascara). Modélisation par le logiciel WEAP21.Memoire du Master en hydrogéologie. Université Mustapha Stambouli-Mascara .

Stockholm Environment Institute. (2011). WEAP: water evaluation and Planning System User Guide, Stockholm Environment Institute, Boston, MA. Tutorial de WEAP, Guide Utilisateur de WEAP (Système d'évaluation et de planification des ressources en eau).

Sites utilisés :

- (<https://fr.tutiempo.net/>, 2016)
- ANRH. Energoprojekt. Réalisation de la Carte des Ressources en Eau Souterraine du Nord de l'Algérie, 2009. <http://www.anrh.dz>.